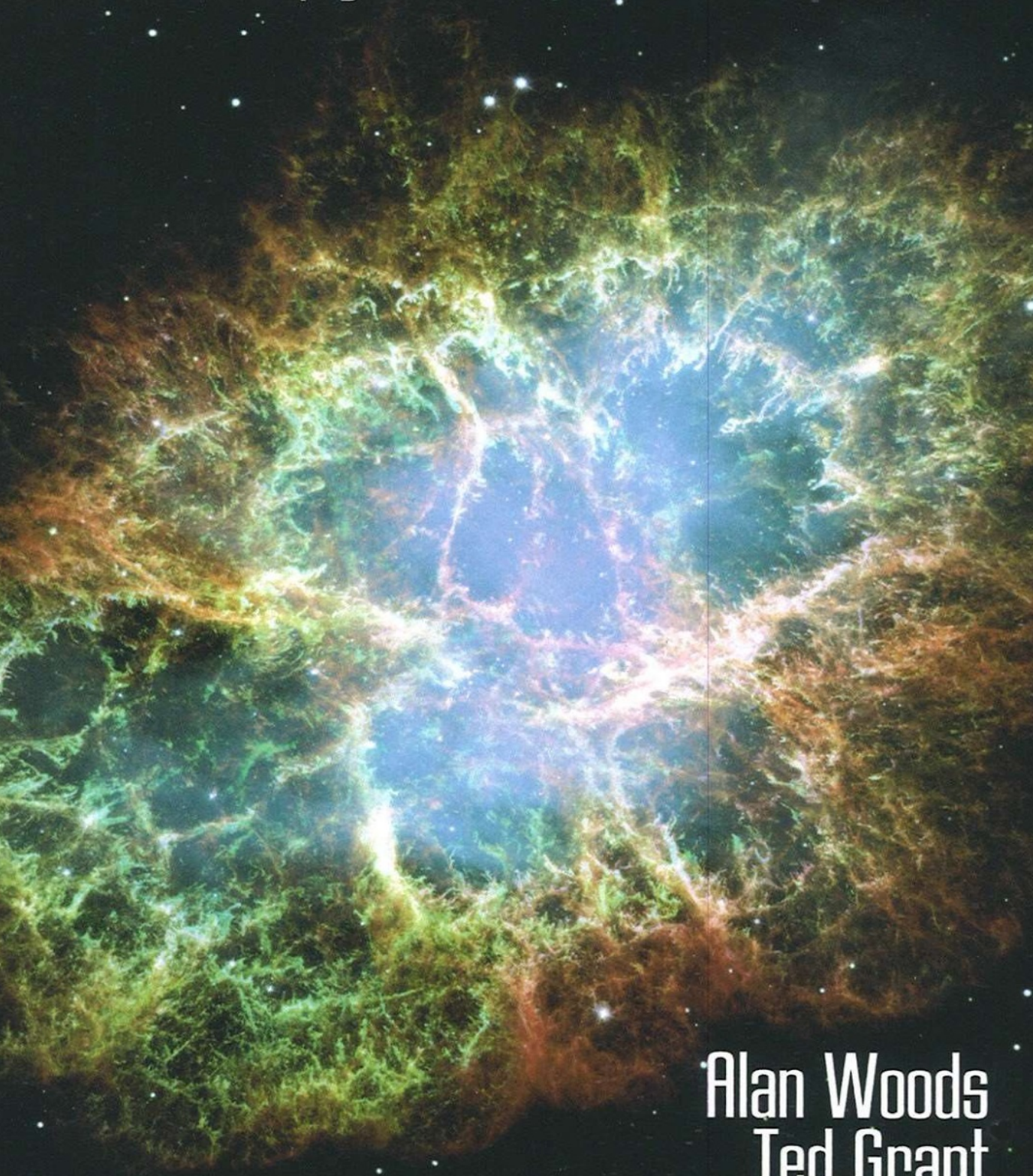


Reason in Revolt

Marxist Philosophy and Modern Science



Alan Woods
Ted Grant

Row's Collection

Reason in Revolt

Alan Woods dan Ted Grant

Reason in Revolt

Alan Woods dan Ted Grant

18 July 2006

"Ada hantu bergentayangan di Eropa."

(Manifesto Komunis)

Mark Twain pernah berkelakar bahwa kabar burung tentang kematiannya telah dibesar-besarkan. Juga merupakan fakta yang mencolok bahwa, selama 150 tahun terakhir, Marxisme telah berulang-ulang dinyatakan mati. Walau demikian, untuk alasan yang tidak diketahui, Marxisme tetap segar-bugar. Bukti yang paling sahih tentang hal ini adalah dari serangan yang ditujukan padanya, yang bukan hanya terus berlanjut tapi juga semakin kerap dan juga semakin kasar. Jika Marxisme memang tidak punya makna, mengapa bersusah-payah membahasnya? Faktanya adalah bahwa para penentang Marxisme masih terus dihantui oleh bayangan yang dulu juga. Mereka mau tidak mau sadar bahwa sistem yang mereka pertahankan sedang berada dalam kesulitan yang serius, tersayat-sayat oleh kesulitan yang tak teratasi; bahwa keruntuhan sosialisme totalitarian, yang hanya merupakan karikatur Marxisme, belumlah merupakan kata tamat bagi cerita ini.

Dalam beberapa tahun terakhir, sejak keruntuhan Tembok Berlin, terjadilah serangan balasan ideologis yang tak terperikan terhadap Marxisme, dan terhadap ide sosialisme secara keseluruhan. Francis Fukuyama bahkan melangkah jauh dengan memaklumkan ide "Akhir Kesenjangan". Tapi sejarah terus berlanjut, dan dengan api dendam di dadanya. Regim monster Stalinisme di Uni Sovyet telah digantikan oleh regim yang lebih mengerikan lagi. Makna sejati bagi "reformasi pasar bebas" di Uni Sovyet, telah terbukti adalah kejatuhan yang parah atas kekuatan produktif, ilmu pengetahuan dan kebudayaan; dalam skala yang hanya dapat diperbandingkan dengan kehancuran sehabis kalah perang.

Walaupun demikian - atau justru karena itu - para pengagum khasiat kapitalisme kini mengabdikan sumberdaya yang lumayan besar untuk mencoba membuktikan bahwa kejatuhan Stalinisme berarti kejatuhan sosialisme secara keseluruhan. Mereka mendakwa bahwa ide-ide Marx dan Engels, yang kemudian dikembangkan oleh Lenin, Rosa Luxemburg dan Trotsky, terbukti keliru. Walau demikian, setelah kita meneliti lebih dalam, yang justru nampak semakin jelas adalah bahwa krisis dari apa yang disebut ekonomi pasar-bebas ini, yang kini, di negeri maju saja, telah memenjarakan 22 juta umat manusia ke dalam pengangguran, memboroskan potensi kreatif dari satu generasi penuh. Seluruh masyarakat Barat tiba-tiba tersadar bahwa mereka berada dalam sebuah jalan buntu, bukan hanya secara ekonomi, politik dan sosial, tapi juga secara moral dan budaya. Kejatuhan Stalinisme, yang telah diramalkan

oleh kaum Marxis puluhan tahun yang lalu, tidaklah dapat menyamarkan fakta bahwa, pada dasawarsa akhir abad ke-20, sistem kapitalis tengah berada dalam krisis tajam dalam skala dunia. Para ahli strategi kapital memandang masa depan dengan rasa suram yang mendalam. Dan orang-orang yang terhitung paling jujur di antara mereka tengah bertanya-tanya di dalam hati, pertanyaan yang mereka tidak berani menjawabnya sendiri: Adakah memang Karl tua itu benar?

Apakah seseorang menerima atau menolak ide-ide Marxisme, mustahil menyangkal dampak kolosal yang ditimbulkannya atas dunia. Sejak kemunculan Manifesto Komunis, sampai hari ini, Marxisme telah menjadi faktor penentu, bukan hanya di lapangan politik, tapi juga dalam perkembangan pemikiran manusia. Mereka yang berjuang melawannya mau tidak mau juga dipaksa mengambilnya sebagai batu pijakan. Dan, tidak tergantung dari kondisi yang sekarang terjadi, Revolusi Oktober telah mengubah jalannya seluruh sejarah dunia. Satu pengenalan yang akrab terhadap teori Marxisme, dengan demikian, merupakan satu prakondisi perlu bagi mereka yang ingin memahami gejala-gejala terpenting yang terjadi di masa ini.

Peranan Engels

Bulan Agustus 1995 bertepatan dengan ulang tahun keseratus dari wafatnya Frederick Engels, orang yang, bersama dengan Karl Marx, mengembangkan satu cara yang sama sekali baru dalam memandang dunia, baik dalam dalam bidang alam, masyarakat maupun perkembangan manusia. Peran yang dimainkan oleh Engels dalam perkembangan pemikiran Marxis adalah satu hal yang tidak pernah diperlakukan dengan sepantasnya. Hal ini sebagian dikarenakan oleh kejeniusan Marx yang menjulang tinggi, yang tentu saja akan menutup makna sumbangan-sumbangan yang diberikan oleh sahabat dan kawan seperjuangannya itu. Sebagian lagi penyebabnya adalah hasil kerendahan hati Engels sendiri, yang selalu mengecilkan perannya sendiri, karena ia lebih suka menekankan pentingnya peran Marx. Pada saat kematiannya, Engels telah memberikan pesan bahwa tubuhnya harus dikremasi dan abunya ditaburkan ke laut di Beachy Head, karena ia tidak menginginkan monumen bagi dirinya. Seperti Marx, ia dengan sungguh-sungguh mengecam segala bentuk pemujaan individu. Satu-satunya monumen yang mereka inginkan bagi diri mereka adalah ide-ide mereka, yang menyediakan satu basis ideologis yang komprehensif untuk perjuangan bagi perubahan masyarakat menuju sosialisme.

Banyak orang tidak menyadari bahwa cakupan Marxisme jauh melampaui persoalan politik dan ekonomi. Di jantung Marxisme terdapatlah satu filsafat materialisme dialektik. Sayangnya, kerja-kerja berat yang dicurahkan Marx dalam penulisan *Capital* telah membuatnya gagal menulis satu karya yang komprehensif tentang subyek ini, seperti yang semula diniatkannya. Jika kita tidak menghitung karya-karyanya yang awal, seperti *The Holy Family* dan *The German Ideology*, yang

walaupun merupakan karya yang penting tapi baru merupakan satu karya persiapan dalam pengembangan satu sistem filsafat baru, dan juga tidak menghitung *Capital*, yang merupakan satu contoh klasik dari penerapan kongkrit metode dialektik dalam bidang ekonomi, maka karya-karya prinsipil dalam filsafat Marxis dapat dianggap seluruhnya ditulis oleh Engels. Siapapun yang ingin memahami materialisme dialektik harus mulai dengan memahami secara bulat *Anti-Dühring*, *The Dialectics of Nature*, dan *Ludwig Feuerbach*.

Samapai sejauh mana tulisan-tulisan filsafat orang ini, yang wafat seabad lalu, dapat bertahan dalam ujian waktu? Inilah titik start dari karya yang ada di tangan Anda sekarang ini. Engels mendefinisikan dialektika sebagai "hukum gerak paling umum dari alam, masyarakat dan pemikiran manusia." Dalam *The Dialectics of Nature*, khususnya, Engels menancapkan kakinya pada satu telaah yang teliti atas pengetahuan ilmiah yang termaju pada jamannya, untuk menunjukkan bahwa "ujung-ujungnya, seluruh mekanisme kerja alam adalah dialektika." Salah satu tujuan dari buku ini adalah untuk menunjukkan bahwa penemuan-penemuan ilmiah terpenting di abad ke-20 merupakan bukti-bukti nyata atas pernyataan itu.

Apa yang paling mengagumkan bukanlah serangan terhadap Marxisme, tapi justru kenaifan yang ditunjukkan oleh para penentangannya, yang jelas menunjukkan bahwa mereka sama sekali tidak tahu apa-apa tentang Marxisme itu sendiri. Kita semua yakin bahwa seseorang tidak akan berani mengambil profesi sebagai mekanik mobil tanpa mempelajari mekanika, tapi sepertinya semua orang merasa berhak menyatakan pendapat mengenai Marxisme tanpa mengetahui secuilpun pengetahuan tentangnya. Buku ini adalah satu upaya untuk menjelaskan ide-ide dasar filsafat Marxis, dan menunjukkan hubungan antara dia dan posisi ilmu pengetahuan dan filsafat dalam dunia modern. Niatan dari para penulis adalah untuk menulis satu trilogi, yang akan mengulas ketiga unsur penyusun Marxisme - 1) filsafat Marxis (materialisme dialektik), 2) teori Marxis tentang sejarah dan masyarakat (materialisme historis), dan 3) teori ekonomi Marxis (teori nilai kerja).

Pada awalnya, kami berniat mengikutkan satu bagian tentang sejarah filsafat, tapi melihat panjangnya buku ini kami memutuskan untuk menerbitkan bagian itu sebagai sebuah buku tersendiri. Kami mulai dengan satu ulasan mengenai filsafat Marxisme, materialisme dialektik. Ini adalah satu hal yang mendasar karena itulah metodologi Marxisme. Materialisme historis adalah penerapan dari metode ini terhadap telaah atas perkembangan peradaban manusia; teori nilai kerja adalah hasil dari penerapan metode yang sama terhadap bidang ekonomi. Satu pemahaman atas Marxisme tidaklah dimungkinkan tanpa pemahaman yang bulat atas materialisme dialektik.

Puncak pembuktian atas dialektika adalah alam itu sendiri. Telaah atas ilmu pengetahuan merupakan salah satu pusat perhatian Marx dan

Engels sepanjang hidupnya. Engels telah meniatkan untuk menulis satu karya panjang, yang merincikan hubungan antara materialisme dialektik dengan ilmu pengetahuan, tapi ia gagal menyelesaikannya karena kerja-kerja berat yang dituntut oleh penulisan jilid kedua dan ketiga dari *Capital*, yang masih berupa draft ketika Marx meninggal dunia. Draft Engels atas *The Dialectics of Nature* baru diterbitkan di tahun 1925. Tapi, bahkan dalam bentuknya yang belum rampung itu, buku itu telah menjadi satu sumber yang tak ternilai bagi telaah atas filsafat Marxis, dan menyediakan satu cara pandang yang gemilang atas masalah-masalah pokok ilmu pengetahuan.

Satu dari masalah yang kami hadapi dalam penulisan buku ini adalah fakta bahwa kebanyakan orang hanya memiliki pengetahuan tangan-kedua atas Marxisme, bukan apa yang dipelajarinya sendiri melainkan apa yang didengar-dengarnya dari orang lain. Hal ini sangat disayangkan, karena satu-satunya cara untuk memahami Marxisme adalah dengan membaca sendiri karya-karya Marx, Engels, Lenin dan Trotsky. Kebanyakan buku yang mencoba (atau berpura-pura mencoba) menerangkan "apa yang dimaksudkan oleh Marx" tidaklah berharga sama sekali untuk dibaca. Dengan demikian kami memutuskan untuk mengikutkan sejumlah besar kutipan panjang, khususnya dari Engels. Sebagian ditujukan untuk memberi para pembaca akses langsung kepada ide-ide itu tanpa "diterjemahkan lebih lanjut," sebagian lagi dengan harapan bahwa kutipan-kutipan itu akan merangsang pembaca untuk membaca sendiri tulisan asli mereka. Cara ini tidaklah membuat buku ini menjadi lebih mudah dibaca tapi, menurut kami, sangatlah perlu. Dengan cara berpikir yang sama, kami merasa berkewajiban untuk mengutip pula berbagai kutipan panjang dari para penulis yang tidak kami sepakati, supaya para pembaca dapat melihat dengan mata kepala sendiri apa yang sesungguhnya mereka katakan.

London, 1 Mei 1995

Pengantar

Kita kini hidup dalam masa-masa perubahan sejarah yang mendasar. Setelah masa 40 tahun perkembangan ekonomi yang gila-gilaan, ekonomi pasar tengah mencapai batas-batasnya. Ketika fajar kapitalisme menyingsing, walaupun ia membawa serta kejahatan-kejahatannya yang biadab, ia merevolusionerkan kekuatan produktif dan, dengan demikian, meletakkan basis bagi satu sistem masyarakat yang baru. Perang Dunia I dan Revolusi Rusia menandai satu perubahan yang menentukan dalam peran kesejarahan kapitalisme. Ia beralih peran dari satu alat untuk mengembangkan kekuatan produktif menjadi satu belenggu raksasa yang menjepit perkembangan ekonomi dan sosial. Periode pasang naik di Barat pada masa-masa 1948-73 kelihatannya menjanjikan satu fajar baru. Walau demikian, keuntungan-keuntungan dari masa-masa ini terus saja diraup oleh segelintir negeri kapitalis maju. Bagi dua pertiga umat manusia yang hidup di Dunia Ketiga, kenyataan yang dihadapi adalah pengangguran massal, kemiskinan, perang dan penghisapan yang terjadi dalam skala yang sama gila-gilaannya dengan tingkat keuntungan yang diraih. Periode pasang naik kapitalisme ditamatkan bersamaan dengan apa yang dikenal sebagai "krisis minyak" di tahun 1973-74. Sejak itu, kapitalisme tidak lagi sanggup mencapai tingkat pertumbuhan dan tingkat penyediaan lapangan kerja seperti yang pernah mereka capai di masa-masa sesudah perang.

Sebuah sistem sosial yang berada dalam kejatuhan yang tak tertahankan seperti itu akan selalu menampilkan satu pembusukan budaya. Hal ini tercermin dalam ratusan cara. Satu keresahan dan pesimisme akan masa depan menyebar seperti kanker, khususnya di kalangan intelektual. Mereka yang kemarin masih bicara tentang keniscayaan kemajuan dan evolusi umat manusia, kini hanya dapat merenungi kegelapan dan ketidakpastian. Abad ke-20 kini tertatih-tatih menggapai ujungnya, setelah menyaksikan dua perang dunia yang mengerikan, kejatuhan demi kejatuhan dalam bidang ekonomi dan mimpi buruk fasisme dalam masa-masa antara kedua perang dunia itu. Ini saja sebetulnya sudah merupakan satu peringatan keras bahwa tahapan progresif dari kapitalisme telah usai.

Krisis kapitalisme masuk dalam segala aspek kehidupan. Krisis ini bukanlah sekedar gejala ekonomis. Ia juga tercermin dalam spekulasi dan korupsi, penyalahgunaan obat-obatan, kekerasan, diagung-agungkannya egoisme dan ketidakpedulian terhadap kesengsaraan sesama, runtuhnya kelembagaan

keluarga borjuis, krisis moralitas, budaya dan filsafat borjuis. Bagaimana mungkin ada jalan lain bagi mereka? Salah satu gejala yang menunjukkan bahwa sebuah sistem sosial sedang berada dalam krisis adalah bahwa kelas penguasa semakin merasa bahwa dirinyalah yang menjadi belenggu bagi perkembangan masyarakat.

Marx menunjukkan bahwa ide-ide yang dominan tentang masyarakat adalah ide-ide kelas penguasa. Di masa jayanya, kaum borjuasi tidak hanya memainkan peran progresif dalam membuat patok-patok baru bagi perkembangan peradaban, melainkan juga sadar bahwa dirinyalah yang memainkan peranan itu. Kini para ahli strategi kapitalis terserang pesimisme. Mereka adalah wakil-wakil dari sistem yang sudah ditakdirkan hancur, tapi mereka gagal berdamai dengan fakta itu. Kontradiksi sentral ini adalah faktor yang menentukan, yang menerakan kehadirannya dalam cara berpikir kaum borjuasi saat ini. Lenin pernah berkata bahwa orang-orang yang berada di pinggir jurang tidak akan dapat menjadi orang yang memakai nalarnya secara tepat.

Senjang dalam Kesadaran

Berlawanan dengan prasangka filsafat idealisme, kesadaran manusia secara umum sebenarnya luar biasa konservatif, dan selalu cenderung tertinggal dari perkembangan masyarakat, teknologi dan kekuatan produktif. Kebiasaan, rutinitas dan tradisi, seperti kata Marx, merupakan beban seberat gunung Alpen di benak laki-laki dan perempuan, yang, pada masa-masa kesejarahan "normal" berpegang erat-erat pada jalur-jalur yang biasa dilalui, sebagai akibat naluri mempertahankan diri, yang akarnya terletak pada mekanisme evolusi spesies itu sendiri. Hanya dalam masa-masa khusus dalam sejarah, ketika tatanan moral dan sosial mulai retak karena tekanan yang tak terpanggulkan, massa rakyat mulai mempertanyakan dunia yang mereka huni, dan juga meragukan keyakinan dan prasangka-prasangka yang telah mereka percayai sepanjang hidup mereka.

Masa-masa semacam itu, salah satunya, adalah masa-masa kelahiran kapitalisme, yang ditandai oleh kejayaan kebangkitan budaya dan pembaharuan spiritual di Eropa setelah tidur musim dingin yang panjang di bawah feodalisme. Dalam masa-masa pasang naiknya, kaum borjuasi memainkan peranan yang paling progresif, bukan hanya dalam pengembangan kekuatan produktif, dan dengan demikian meluaskan kedigdayaan manusia atas alam, tapi juga dalam meluaskan batas-batas ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Luther, Michelangelo, Leonardo, Dührer, Bacon, Kepler, Galileo dan serombongan

perintis peradaban lainnya, bergemerlapan laksana sebuah galaksi yang menerangi jalan bebas hambatan bagi kemajuan budaya dan ilmu pengetahuan yang gerbangnya dibuka oleh Reformasi Protestan dan Jaman Pencerahan. Walau demikian, masa-masa revolusioner semacam itu tidaklah datang dari langit. Harga yang harus dibayar untuk kemajuan itu adalah perjuangan - perjuangan dari yang baru melawan yang lama, yang hidup melawan yang mati, yang di masa depan melawan yang di masa lalu.

Kebangkitan kaum borjuasi di Itali, Belanda, Inggris, dan kemudian di Perancis diiringi oleh sebuah perkembangan yang luar biasa atas kebudayaan, kesenian dan ilmu pengetahuan. Kita perlu menengok ke belakang, ke kaum Athena Kuno, untuk melihat perkembangan peradaban yang sanggup menyaingi perkembangan ini. Khususnya di negeri-negeri di mana revolusi borjuis mencapai kemenangannya di abad ke-17 dan 18, perkembangan kekuatan produktif dan teknologi diiringi oleh satu perkembangan ilmu dan pemikiran yang sejajar, yang secara drastis menggerogoti dominasi ideologi Gereja.

Di Perancis, negeri yang menjadi klasik dalam kancah ekspresi politik dari revolusi borjuis, kaum borjuasi di tahun 1789-93 melancarkan revolusinya di bawah bendera Nalar. Jauh sebelum mereka meruntuhkan tembok penjara Bastille, sangatlah perlu untuk terlebih dahulu meruntuhkan tembok-tembok kokoh tahyul mistik di dalam benak kaum laki-laki dan perempuan. Di masa mudanya yang revolusioner, kaum borjuasi Perancis berwatak rasional dan ateis. Baru setelah mereka mendudukkan diri di tampuk kekuasaan mereka beralih menjadi orang-orang yang memuja kepemilikan. Dan setelah mereka berhadapan dengan kelas baru yang revolusioner mereka membuang segala kepercayaan ideologis mereka di masa lalunya.

Belum lama berselang Perancis memperingati dua ratus tahun Revolusinya yang jaya. Sangat jelas terlihat bahwa bahkan sekedar ingatan tentang sebuah revolusi yang berlangsung dua ratus tahun yang lalu sanggup membuat kelas penguasa merasa tidak nyaman. Sikap yang diambil oleh kelas penguasa Perancis terhadap revolusinya sendiri dengan jelas mengingatkan kita terhadap sikap seorang bejat yang berusaha menyangkal dosa-dosa masa mudanya ketika ia sudah berada dalam posisi yang tidak memungkinkannya mengulangi lagi tindakan-tindakan masa lalunya itu. Seperti semua kelas penguasa teristimewakan lainnya, kelas kapitalis berusaha untuk membenarkan keberadaannya, bukan hanya terhadap masyarakat secara luas, tapi juga terhadap dirinya sendiri. Dalam pencariannya

atas dukungan dari sisi ideologis, yang akan cenderung membenarkan *status quo* dan mengeramatkan hubungan sosial yang ada, mereka dengan cepat jatuh kembali ke pangkuan Ibu Gereja, terutama setelah ancaman maut yang mereka alami pada masa Komune Paris. Gereja *Sacré Coeur* adalah satu ekspresi kongkrit akan ketakutan kaum borjuis akan revolusi, yang diterjemahkan dengan tepat dalam bahasa arsitektural yang terbelakang.

Marx (1818-83) dan Engels (1820-95) menjelaskan bahwa tenaga penggerak utama dari seluruh kemajuan yang dicapai manusia adalah perkembangan dari kekuatan produktif - industri, pertanian, ilmu pengetahuan dan teknik. Ini adalah satu generalisasi yang benar-benar dahsyat, yang tanpanya mustahillah kita memahami pergerakan kesejarahan umat manusia secara umum. Walau demikian, tidaklah otomatis hal ini bermakna, seperti yang coba ditunjukkan oleh para penentang Marxisme yang tidak jujur dan naif, bahwa Marx "mereduksi segalanya menjadi persoalan ekonomis." Materialisme yang dialektik dan historis memperhitungkan sepenuhnya gejala-gejala seperti agama, seni, ilmu pengetahuan, moralitas, hukum, politik, tradisi, karakter nasional dan berbagai perwujudan dari kesadaran manusia. Tapi bukan hanya itu. Marxisme juga menunjukkan hakikat dari gejala-gejala itu dan bagaimana mereka terhubung dengan perkembangan nyata dari masyarakat, yang pada ujung analisisnya jelas tergantung pada kemampuannya untuk mereproduksi dan mengembangkan kondisi material untuk mempertahankan keberadaannya. Tentang hal ini, Engels menulis:

"Menurut pandangan materialis terhadap sejarah, penentu akhir dalam sejarah adalah produksi dan reproduksi dari kehidupan keseharian. Yang lebih dari ini, baik Marx maupun saya, tidaklah sepakat. Dengan demikian, jika seseorang memutarbalikkan hal ini dengan menyatakan bahwa unsur ekonomi adalah unsur penentu satu-satunya, ia mengubah posisi ini menjadi satu frasa yang tidak bermakna, abstrak, dan tidak masuk nalar. Situasi ekonomi adalah basis, tapi berbagai unsur dalam superstruktur - bentuk-bentuk politik dari perjuangan kelas dan hasil-hasilnya, akan mencerminkannya: konstitusi yang disusun oleh kelas yang berkuasa setelah menang dalam perjuangan kelas, dsb., bentuk-bentuk peradilan, dan berbagai pemikiran yang timbul di benak para pelaku perjuangan kelas ini secara politik, aturan hukum, teori filosofis, pandangan religius, dan pengembangan pemikiran-pemikiran ini lebih lanjut ke dalam dogma-dogma. Semua ini menunjukkan pengaruh mereka ke dalam perjuangan kesejarahan, dan dalam berbagai kasus merupakan faktor dominan dalam menentukan bentuk perjuangan yang diambil."**[1]**

Pembuktian dari materialisme historis bahwa, secara umum, kesadaran manusia cenderung tertinggal dari perkembangan kekuatan produktif akan terlihat sebagai paradoks untuk beberapa orang. Tapi justru hal itu ternyata dalam berbagai macam cara di Amerika Serikat di mana pencapaian ilmu pengetahuan telah mencapai puncaknya. Kemajuan konstan dari teknologi adalah kondisi yang mendahului datangnya satu sistem sosio-ekonomik yang rasional, di mana umat manusia menjalankan kontrol secara sadar atas hidup dan lingkungan mereka. Di sini, walau demikian, kontras antara perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat dengan ketertinggalan yang tajam dalam pemikiran manusia terlihat dengan sangat jelas.

Di Amerika Serikat, sembilan dari sepuluh orang percaya akan keberadaan satu Yang Maha Tinggi, dan tujuh dari sepuluh percaya akan kehidupan sesudah kematian. Ketika astronot Amerika pertama, yang berhasil mengelilingi dunia dalam pesawat luar angkasa, diminta untuk mengirimkan pesan pada para penghuni bumi, ia membuat satu pilihan yang sangat bermakna. Dari semua literatur yang ada di dunia, ia memilih kalimat dari Kitab Kejadian: "Pada mulanya, Tuhan menciptakan langit dan bumi." Orang ini, yang duduk dalam pesawat antariksanya, satu produk dari teknologi yang termaju di masa itu, benaknya dipenuhi dengan berbagai tahyul dan hantu yang diwariskan tanpa perubahan berarti sejak masa prasejarah.

Tujuh puluh tahun yang lalu, dalam sebuah "pengadilan boneka" yang terkenal di tahun 1975, seorang guru yang bernama John Scope divonis bersalah karena mengajarkan teori evolusi, yang bertentangan dengan undang-undang negara bagian Tennessee. Pengadilan ini merupakan satu penegakan atas undang-undang anti-evolusi di negara bagian tersebut, yang tidak dihapuskan sampai tahun 1968, ketika Mahkamah Agung Amerika Serikat menetapkan bahwa pengajaran teori penciptaan adalah satu pelanggaran atas larangan konstitusional terhadap pengajaran agama di sekolah-sekolah negeri. Sejak itu, kaum kreasionis [pembela teori penciptaan, pen.] mengubah taktik mereka, mencoba mengubah kreasionisme menjadi sebuah "ilmu". Dalam upaya ini, mereka mendapat dukungan, bukan hanya dari lapisan luas pendapat publik, tapi juga dari tidak sedikit ilmuwan, yang siap untuk meluangkan tenaganya untuk membela agama dalam ajarannya yang telah terbukti tidak sesuai dengan penyelidikan-penyelidikan ilmiah.

Di tahun 1981 para ilmuwan Amerika, dengan menggunakan hukum Kepler tentang pergerakan planet, meluncurkan satu pesawat antariksa yang akan membuat perlintasan spektakuler dengan orbit Saturnus. Di tahun yang sama, seorang hakim Amerika harus menyatakan bahwa hukum di negara bagian Arkansas, yang menyatakan bahwa "ilmu kreasionis" harus diperlakukan setara dengan teori evolusi, adalah inkonstitusional. Di antaranya, kaum kreasionis menuntut bahwa banjir yang dialami Nuh harus diakui sebagai unsur pembentuk bumi yang utama. Dalam proses peradilannya, para saksi yang membela kaum kreasionis menyatakan kepercayaan mereka yang mutlak akan adanya Setan dan kemungkinan bahwa kehidupan dibawa ke bumi melalui meteorit, dan bahwa adanya berbagai jenis spesies di bumi ini adalah hasil dari semacam jasa antaran meteorit! Dalam peradilan itu, Mr. N.K. Wickremasinge dari University of Wales tercatat menyatakan bahwa serangga mungkin lebih cerdas dari manusia, sekalipun "mereka tidak meneruskannya... karena segala sesuatu telah berlangsung begitu cocok untuk mereka." [ii]

Lobi dari kaum fundamentalis agama di Amerika Serikat mendapatkan dukungan yang luas, akses pada sumber dana yang tak terbatas, dan dukungan dari anggota-anggota kongres. Para pengkotbah komersial di televisi meraup jutaan dolar dari acara-acara mereka yang ditonton oleh jutaan orang. Fakta bahwa, di penghujung abad ke-20, di negeri yang paling maju secara teknologi, masih terdapat banyak orang, laki-laki dan perempuan yang berpendidikan tinggi, yang bersedia untuk berjuang mempertahankan bahwa apa yang tertulis dalam Kitab Kejadian adalah sungguh terjadi secara kenyataan, bahwa dunia ini diciptakan dalam enam hari, sekitar 6000 tahun lalu. Hal ini, sesungguhnya, mengandung salah satu contoh dari bekerjanya dialektika itu sendiri.

"Nalar Menjadi Anti-Nalar"

Masa di mana kelas kapitalis memihak pada cara pandang yang rasional atas dunia tinggallah kenangan. Dalam epos pembusukan kapitalisme, proses yang semula dijalani kini dijalankan ke arah kebalikannya. Mengutip Hegel, ini adalah "Nalar menjadi Anti-Nalar". Benar bahwa, di negeri-negeri industri maju, agama "resmi" telah membeku. Gereja-gereja tidak lagi didatangi orang yang bersembahyang, dan semakin jatuh ke dalam krisis. Sebagai gantinya, kita melihat satu "wabah Mesir", bertumbuhnya sekte-sekte keagamaan yang aneh-aneh, yang diiringi dengan berkembangnya berbagai jenis ajaran mistis dan segala macam tahyul. Wabah fundamentalisme agama yang mengerikan - Kristen, Yahudi, Islam, Hindu - adalah satu perwujudan dari kemandegan yang dialami masyarakat. Sejalan dengan semakin mendekatnya abad baru, kita dapat

mengamati kemunduran yang dahsyat dari masyarakat, kembali ke Abad Kegelapan.

Gejala ini tidak hanya terjadi di Iran, India atau Aljazair. Di Amerika Serikat kita melihat "pembantaian Waco", dan setelah itu, di Swiss, bunuh diri massal yang dilakukan oleh sekelompok orang fanatik beragama lainnya. Di lain-lain negeri barat, kita melihat penyebaran tak terkendali dari berbagai sekte keagamaan, tahyul, astrologi dan segala macam kecenderungan irasional. Di Perancis, terdapat sekitar 36.000 pastor Katolik, dan sekitar 40.000 astrolog profesional yang tercatat sebagai subyek kena pajak. Sampai baru-baru-ini, Jepang nampak sebagai pengecualian terhadap kecenderungan ini. William Rees-Moff, mantan editor dari harian *Times* di London, dan seorang Konservatif tulen, dalam buku barunya, *The Great Reckoning, How the World Will Change in the Depression of the 1990s*, menyatakan bahwa: "Bangkitnya kembali agama adalah sesuatu yang sedang terjadi di seluruh dunia, dengan berbagai tingkatannya. Jepang mungkin merupakan pengecualian, mungkin karena tatanan sosial belumlah menunjukkan tanda-tanda keretakan di sana...."[iii] Rees-Mogg berbicara terlalu lekas. Dua tahun setelah kalimat itu dituliskan, serangan gas yang mengerikan di jalur kereta bawah tanah Tokyo menarik perhatian dunia akan keberadaan satu kelompok keagamaan fanatik yang cukup besar, di mana krisis ekonomi telah menamatkan masa-masa keemasan tanpa pengangguran dan ketidakstabilan sosial. Semua gejala ini mengandung satu kemiripan yang luar biasa dengan apa yang terjadi di masa-masa setelah semakin mudarnya pengaruh kekaisaran Roma. Jangan juga ada yang membantah bahwa gejala ini hanya terbatas pada rakyat jelata. Ronald dan Nancy Reagan secara teratur berkonsultasi dengan para astrolog mengenai tindakan-tindakan mereka, baik yang besar maupun yang kecil. Di bawah ini adalah kutipan dari buku Donald Regan, *For the Record*:

"Hampir setiap pergerakan dan keputusan besar yang diambil Reagan selama masa saya menjabat sebagai kepala staf Gedung Putih terlebih dahulu diperbincangkan dengan seorang perempuan di San Fransisco yang melihat horoskop untuk memastikan bahwa semua planet terletak dalam posisi yang menguntungkan untuk mendukung keberhasilan keputusan tersebut. Nancy Reagan kelihatannya memiliki kepercayaan mutlak kepada kekuatan supernatural dari perempuan ini, yang telah meramalkan bahwa "sesuatu" yang buruk akan terjadi pada presiden beberapa waktu menjelang percobaan pembunuhan terhadapnya di tahun 1981.

"Sekalipun saya belum pernah bertemu muka dengan peramal ini - Ny. Reagan selalu menyampaikan hasil peramalannya setelah ia berkonsultasi dengan peramal itu melalui telepon - perempuan itu telah menjadi faktor yang demikian khusus bagi kerja-kerja saya, dan dalam urusan-urusan negara yang tertinggi, saya menyimpan satu kalender yang diberi kode berwarna (hari "baik" dengan warna hijau, hari "buruk" dengan warna merah, dan hari "yang tidak jelas" dengan warna kuning) sebagai pegangan untuk menjadwalkan perjalanan presiden Amerika Serikat dari satu tempat ke tempat yang lain, atau untuk menjadwalkan pidatonya, atau menjadwalkan negosiasi dengan pemerintah-pemerintah asing.

"Sebelum saya tiba di Gedung Putih, Mike Deaver telah menjadi orang yang mengintegrasikan horoskop Ny. Reagan ke dalam jadwal kepresidenan.... Hasil dari kerahasiaan dan loyalitasnyalah sehingga hanya sedikit orang di Gedung Putih yang tahu bahwa Ny. Reagan adalah bagian dari problem mereka [ketika menunggu jadwal] - lebih sedikit lagi yang tahu bahwa seorang peramal di San Fransisco adalah penentu sejati dari jadwal kepresidenan. Deaver memberitahu saya bahwa ketergantungan Ny. Reagan terhadap kultus ini sudah berjalan lama, sejak suaminya masih menjadi Gubernur Negara Bagian, ketika itu ia menyandarkan diri pada peramalan dari Jeane Dixon yang terkenal itu. Belakangan ia kehilangan kepercayaan pada kekuatan ramalan Dixon. Tapi Ibu Negara kelihatannya memiliki kepercayaan mutlak pada bakat supranatural dari perempuan di San Fransisco itu. Dan kelihatannya Deaver telah berhenti berpikir bahwa ada sesuatu yang istimewa dalam garis komando yang mengambang ini.... Baginya hal itu hanyalah satu masalah kecil dalam kehidupan seorang hamba dari seorang besar. 'Setidaknya,' katanya, 'peramal yang ini tidaklah seaneh yang terdahulu.'"

Astrologi digunakan untuk merencanakan pertemuan puncak antara Reagan dan Gorbachev, sesuai dengan apa yang dikatakan oleh peramal keluarga istana, tapi tidak semua hal berjalan mulus antara kedua Ibu Negara karena hari lahir Raisa Gorbachev tidaklah diketahui! Pergerakan ke arah "ekonomi pasar bebas" di Rusia sejak itu telah menebarkan berkah peradaban kapitalis di negeri sial itu - pengangguran massal, disintegrasi sosial, pelacuran, mafia, tingkat kejahatan yang mencapai rekornya, penyalahgunaan obat-obatan dan agama. Baru-baru ini baru diketahui bahwa Yeltsin sendiri juga berkonsultasi dengan para astrolog. Dalam hal ini juga, kelas kapitalis yang baru lahir di Rusia telah menunjukkan dirinya sebagai murid-murid yang setia dari para guru mereka di Barat.

Rasa kehilangan arah dan pesimisme menemukan cerminannya dalam segala macam cara, tidak harus selalu dalam bidang politik. Irasionalitas yang mendominasi ini bukanlah satu kebetulan belaka. Semua itu adalah cerminan psikologis atas satu dunia di mana nasib umat manusia dikendalikan oleh satu kekuatan yang mengerikan dan nampaknya tak dapat terpecahkan. Lihatlah apa yang terjadi ketika kepanikan melanda bursa saham, di mana orang-orang "terhormat" berlari-lari seperti apa yang dilakukan semut ketika sarangnya dibongkar paksa. Kejang-kejang ekonomi periodik yang menggebah terjadinya kepanikan ini adalah satu penggambaran yang amat jelas mengenai anarki di dalam sistem kapitalisme. Dan anarki inilah yang menentukan hidup dari jutaan manusia. Kita kini hidup dalam sebuah masyarakat yang sedang terjun ke dalam jurang. Bukti-bukti pembusukan itu terjadi di mana-mana. Kaum reaksioner konservatif berkeluh-kesah tentang runtuhnya nilai-nilai keluarga dan wabah penyalahgunaan obat, kejahatan, kekerasan yang biadab, dan lain-lain. Jawaban satu-satunya yang dapat mereka berikan adalah dengan meningkatkan penindasan negara - lebih banyak polisi, lebih banyak penjara, jenis-jenis penghukuman yang lebih keras, bahkan satu penyelidikan genetik terhadap apa yang digembar-gemborkan sebagai "tipe-tipe kriminal". Apa yang tidak dapat dan tidak mau mereka lihat adalah bahwa gejala-gejala ini hanyalah indikasi dari jalan buntu yang dihadapi oleh sistem sosial yang mereka bela.

Mereka adalah pula para pembela "kekuatan pasar", kekuatan irasional yang kini telah memenjarakan jutaan orang ke dalam pengangguran. Mereka adalah juga para pengkotbah perekonomian "sisi suplai", yang didefinisikan secara cerdas oleh John Galbraith sebagai teori bahwa kaum miskin memiliki terlalu banyak uang dan kaum kaya memiliki terlalu sedikit. Maka, "moralitas" yang berlaku sekarang ini adalah moralitas pasar, yakni, moralitas rimba. Kemakmuran masyarakat semakin terkumpul di segelintir tangan, yang juga jumlahnya semakin menyusut, sekalipun kita terus mendengar propaganda tak masuk nalar tentang "demokrasi kepemilikan" dan "yang kecil itu indah". Kita seharusnya kini sedang hidup di tengah demokrasi. Tapi segelintir bank besar, monopoli dan para spekulasi bursa saham (biasanya orangnya itu-itu juga) adalah penentu nasib jutaan orang lainnya. Minoritas mini ini menguasai alat-alat yang dahsyat untuk memanipulasi pendapat publik. Mereka menguasai monopoli atas alat komunikasi, pers, radio dan televisi. Lalu masih ada lagi para polisi spiritual - gereja, yang selama puluhan generasi telah mengajar orang untuk mencari keselamatan di langit.

Ilmu Pengetahuan dan Krisis Masyarakat

Sampai beberapa waktu berselang, kelihatannya dunia ilmu berdiri di luar pembusukan umum yang tengah berlangsung di dunia kapitalisme. Keajaiban teknologi modern membawa segunung prestise bagi para ilmuwan, yang membuat mereka seakan-akan sanggup menciptakan sihir. Penghormatan yang diterima oleh komunitas ilmuwan semakin meningkat seiring dengan semakin tidak dapat dipahaminya teori-teori mereka, bahkan oleh mayoritas orang terdidik. Walau demikian, para ilmuwan itu tetaplah mahluk-mahluk fana, yang hidup di dunia yang sama dengan kita. Dengan begitu, mereka tetap dapat terpengaruh oleh ide-ide yang berlaku di masyarakat, filsafat, politik dan prasangka-prasangka, bahkan juga kadang-kadang kebutuhan materi yang jumlahnya tidak sedikit.

Untuk waktu yang cukup lama orang dengan diam-diam beranggapan bahwa kaum ilmuwan - khususnya para ilmuwan fisika teoritik - adalah jenis manusia yang unik, yang berdiri di luar persoalan-persoalan kemanusiaan sehari-hari, dan dianugerahi keistimewaan agar dapat mengorek misteri alam semesta yang tidak terjangkau oleh mahluk-mahluk fana lainnya. Mitos abad ke-20 ini dengan baik dipanggul oleh film-film fiksi-ilmiah, di mana bumi selalu berada di bawah ancaman bahaya pemusnahan oleh mahluk-mahluk dari planet asing (pada kenyataannya, ancaman terhadap masa depan umat manusia datang dari sumber yang sangat dekat dengan kita di bumi ini, tapi itu cerita yang lain). Ketika cerita sudah hampir tamat, selalu datang seorang berjubah putih, ia menulis rumus-rumus yang rumit di papan tulis, dan masalah yang dihadapi pun selesai seketika itu juga.

Hal yang sesungguhnya terjadi agak berbeda dari jalan cerita klasik itu. Para ilmuwan dan para intelektual lainnya tidaklah kebal dari kecenderungan umum yang bekerja di tengah masyarakat. Fakta bahwa kebanyakan dari mereka tidaklah mengambil kepedulian dalam politik dan filsafat hanya berarti bahwa mereka akan lebih mudah jatuh dalam perangkap prasangka-prasangka yang mengepung mereka. Sudah terlalu sering ide-ide para ilmuwan ini ditunggangi untuk mendukung posisi politik yang paling reaksioner. Ini sangat jelas terjadi dalam bidang genetika di mana satu kontra-revolusi yang ganas telah terjadi di Amerika Serikat. Teori-teori yang disebut ilmiah telah digunakan untuk "membuktikan" bahwa kriminalitas disebabkan, bukan oleh kondisi sosial, bukan karena adanya diskriminasi, melainkan oleh karena adanya "gen kriminal". Kaum kulit hitam disebut tidak beruntung, bukan karena mereka mengalami

diskriminasi, melainkan karena kekurangan genetik mereka. Argumen yang sama digunakan juga untuk orang-orang miskin, perempuan-perempuan yang mengasuh sendiri anaknya, kaum perempuan secara umum, kaum homosexual, dan lain-lain. tentu saja, "ilmu" semacam itu sangatlah berguna bagi Kongres yang didominasi oleh orang-orang Republik, yang sangat bergairah untuk memotong anggaran kesejahteraan rakyat.

Buku ini adalah buku tentang filsafat - lebih tepatnya, filsafat Marxisme, materialisme dialektik. Bukan urusan filsafat untuk mengulahi para ilmuwan apa yang harus mereka pikir atau tulis, setidaknya ketika mereka sedang menulis dan berpikir tentang ilmu pengetahuan. Tapi para ilmuwan punya kebiasaan untuk menyatakan pendapat mengenai segala macam hal - filsafat, agama, politik. Mereka memang sangat berhak untuk melakukannya. Tapi, ketika mereka menggunakan kewibawaan ilmiah mereka untuk membela pandangan filsafat yang reaksioner, tibalah waktunya untuk menempatkan segala sesuatu sesuai konteksnya. Pernyataan-pernyataan mereka tidak akan tetap tinggal di tangan mereka. Para politisi sayap kanan, orang-orang rasis dan kaum religius-fanatik akan dengan bersemangat meraup pernyataan-pernyataan itu untuk membentengi diri mereka dengan argumen-argumen palsu berkedok ilmiah.

Para ilmuwan sering mengeluh bahwa mereka selalu disalahpahami. Mereka tidak hendak menyediakan amunisi bagi para penipu mistis dan politikus kotor itu. Mungkin keberatan itu benar. Tapi, dalam hal ini, mereka tetaplah bersalah karena keteledoran mereka, atau pada tingkat yang paling rendah, karena kenaifan mereka yang parah. Di pihak lain, mereka yang menggunakan pandangan falsafah yang keliru dari para ilmuwan itu tidak dapat dikatakan naif. Mereka tahu persis di mana mereka berdiri. Rees-Mogg menyatakan bahwa "sejalan dengan semakin ditinggalkannya agama konsumerisme sekular, seperti mobil yang telah berkarat, agama-agama yang lebih keras yang melibatkan prinsip-prinsip moral yang keras dan tuhan-tuhan yang pendendam akan kembali ke panggung. *Untuk pertama kalinya selama berabad-abad pengungkapan yang dilakukan oleh ilmu pengetahuan akan memperkuat, dan bukannya memperlemah, dimensi spiritual dalam hidup.*" Bagi Rees-Mogg, agama adalah sebuah senjata yang kukuh untuk mengikat kaum yang kurang beruntung di tempat mereka, di sisi para polisi dan penjara-penjara negara. Ia sangat tegas tentang hal ini:

"Semakin rendah kemungkinan untuk pergerakan sosial ke atas, semakin rasional bagi kaum miskin untuk menganut pandangan dunia yang anti-ilmiah

dan penuh khayalan. Bukannya memakai teknologi, mereka menggunakan sihir. Bukannya memilih telaah yang dilakukan sendiri, mereka memilih membebek pada pemikiran-pemikiran ortodox. Bukannya mempercayai sejarah, mereka mempercayai mitos. Bukannya mengagumi biografi, mereka memuja para pahlawan. Dan mereka biasanya mengalihkan keterikatan tingkah-laku berdasarkan kekerabatan dengan kejujuran impersonal yang dituntut oleh pasar." [iv]

Mari kita sisihkan dulu lawakan tentang "kejujuran impersonal" yang dituntut oleh pasar, dan memusatkan diri pada inti argumennya. Setidaknya, Rees-Mogg tidak mencoba menutupi niat sejatinya atau sudut pandang kelasnya. Di sini kita lihat satu keterusterangan yang luar biasa dari seorang pembela sistem yang berkuasa. Terciptanya satu kelas bawah yang miskin, pengangguran, yang kebanyakan adalah kulit hitam, yang hidup di kampung-kampung kumuh, merupakan satu ancaman yang sangat berpotensi meledakkan sistem sosial yang ada. Kaum miskin itu, untungnya bagi kita, bodoh. Dan mereka harus dijaga agar tetap bodoh, dan didorong untuk semakin percaya pada tahyul dan khayalan-khayalan religius yang kita, dari "kelas terpelajar" ini, sama sekali tidak percaya! Pesan ini, tentunya, bukanlah hal yang baru. Nyanyian ini telah diperdengarkan oleh kaum yang kaya dan berkuasa selama berabad-abad. Tapi, yang harus digarisbawahi adalah rujukan kepada ilmu pengetahuan yang, seperti dinyatakan Rees-Mogg, kini untuk pertama kalinya dilihat sebagai kawan aliansi yang penting bagi agama.

Baru-baru ini, fisikawan teoretis Paul Davies dianugerahi hadiah sebesar £650.000 oleh *Templeton Prize for Progress in Religion*, karena ia telah menunjukkan "orisinalitas yang luar biasa" dalam memajukan pemahaman umat manusia atas Tuhan atau spiritualitas. Para pemenang sebelumnya adalah Alexander Solzhenitsyn, Ibu Theresa, penginjil Billy Graham, dan si pencuri dalam Skandal Watergate yang kini menjadi pendeta - Charles Colson. Davies, penulis dari buku-buku seperti *God and the New Physics*, *The Mind of God*, dan *The Last Three Minutes*, menegaskan bahwa ia "bukanlah seorang yang religius dalam makna yang konvensional" (apapun itu maknanya), tapi ia juga mempertahankan bahwa "ilmu pengetahuan menawarkan satu jalan yang lebih lapang menuju Tuhan ketimbang agama." [v]

Mari kita sisihkan "jika" dan "tapi" dari Davies, dan kita akan melihat jelas bahwa ia mewakili satu kecenderungan tertentu, yang berusaha untuk menyuntikkan ajaran mistis dan agama ke dalam ilmu pengetahuan. Ini bukanlah satu gejala yang berdiri sendiri. Gejala ini sudah menjadi terlalu jamak,

khususnya dalam bidang fisika teoritik dan kosmologi, di mana keduanya sangat tergantung pada model-model matematis abstrak yang semakin hari semakin dilihat sebagai pengganti penyelidikan empiris atas dunia nyata. Namun, untuk setiap penganut ajaran mistis di bidang ini, masih terdapat ratusan ilmuwan yang menganut prinsip-prinsip keilmiah dengan setia, orang-orang yang akan ngeri membayangkan dirinya dituduh sebagai obskurantis [orang yang gemar menulis teori-teori yang sulit dipahami]. Satu-satunya pertahanan terhadap ajaran mistis idealis ini, bagaimanapun juga, adalah satu filsafat materialis yang sadar - filsafat materialisme dialektik.

Niat dari buku ini adalah untuk menjelaskan ide-ide dasar materialisme dialektik, yang pertama diungkap oleh Marx dan Engels, dan menunjukkan relevansinya dalam dunia modern, dan terhadap ilmu pengetahuan pada khususnya. Seperti Rees-Mogg yang membela kepentingan kelas yang diwakilinya, dan tidak mencoba mengenakan kedok apapun, demikian juga kami akan secara terbuka menyatakan diri kami sebagai penentang apa yang disebut "ekonomi-pasar" dan segala sesuatu yang berkaitan dengannya. Kami adalah peserta aktif dalam perjuangan untuk mengubah masyarakat. Tapi sebelum kita dapat mengubah dunia, kita harus terlebih dahulu memahaminya. Sangatlah perlu untuk melancarkan perjuangan yang tak kenal ampun terhadap segala upaya untuk menyesatkan pikiran rakyat dengan kepercayaan-kepercayaan mistis yang berakar pada bagian paling kelim dalam sejarah pemikiran umat manusia. Ilmu pengetahuan tumbuh dan berkembang sampai tataran di mana ia sanggup membelakangi segala akumulasi prasangka yang diwarisi dari masa lalu. Kita harus berdiri kokoh melawan segala upaya untuk membalikkan waktu ke jaman empat ratus tahun yang lalu.

Semakin hari semakin banyak ilmuwan yang merasa gelisah dengan situasi dunia yang dihadapinya, bukan hanya dalam bidang ilmu pengetahuan dan pendidikan, tapi juga dalam masyarakat secara luas. Mereka melihat kontradiksi antara potensi raksasa dari teknologi dan satu dunia di mana jutaan orang hidup di ambang kelaparan. Mereka melihat satu penyalahgunaan sistematis atas ilmu pengetahuan demi kepentingan keuntungan kaum monopoli besar. Dan mereka semestinya sangat gelisah melihat berlanjutnya usaha untuk menggiring para ilmuwan ke bawah naungan obskurantisme religius. Banyak dari mereka sangat jijik melihat watak birokratik dan totaliterian dari Stalinisme. Namun kejatuhan Uni Sovyet telah memperlihatkan bahwa alternatif kapitalis justru jauh lebih buruk lagi. Melalui pengalaman pribadi mereka, banyak ilmuwan akan sampai

pada kesimpulan bahwa satu-satunya jalan untuk keluar dari kemandegan sosial, ekonomi dan budaya ini adalah melalui sejenis masyarakat yang terencana secara rasional, di mana ilmu dan teknologi ditempatkan sebagai pelayan umat manusia, bukan pelayan para pencari keuntungan pribadi. Masyarakat semacam itu haruslah demokratik, dalam maknanya yang paling sejati, dengan melibatkan pengendalian secara sadar dan partisipasi dari segenap populasi masyarakat. Sosialisme pada akar wataknya adalah demokratik. Seperti yang dikatakan oleh Trotsky "satu perekonomian nasional yang terencana membutuhkan demokrasi, seperti tubuh manusia membutuhkan oksigen."

Tidaklah cukup sekedar merenungkan masalah-masalah dunia. Sangatlah perlu untuk mengubahnya. Bagaimanapun, pertama-tama perlulah untuk memahami alasan mengapa keadaan dunia ini menjadi begini. Hanya tubuh ide yang ditemukan oleh Marx dan Engels, dan kemudian digarap lebih lanjut oleh Lenin dan Trotsky yang akan menyediakan bagi kita alat yang cukup kuat untuk mencapai pemahaman ini. Kami percaya bahwa orang-orang yang paling punya hati nurani di tengah komunitas ilmiah, melalui kerja dan pengalaman mereka, akan tiba pada kebutuhan akan satu cara pandang atas dunia yang materialis dan konsisten. Apa yang ditawarkan oleh materialisme dialektik. Perkembangan mutakhir dari teori *chaos* dan kompleksitas menunjukkan bahwa semakin banyak ilmuwan yang bergerak ke arah pemikiran dialektikal. Ini adalah perkembangan yang maha penting. Tidak diragukan lagi bahwa penemuan-penemuan baru akan memperdalam dan memperkuat kecenderungan ini. Kami sangat kukuh dalam keyakinan kami bahwa materialisme dialektik adalah filsafat bagi masa depan.

Catatan Bagian Pertama:

[i] Karl Marx dan Frederick Engels, *Selected Correspondence* [selanjutnya akan dirujuk sebagai MESC], *Letter to Bloch, 21st-22nd September 1890*..

[ii] *The Economist*, 9th January 1982.

[iii] W. Rees-Mogg dan J. Davidson, *The Great Reckoning, How the World Will Change in the Depression of the 1990s*, p. 445.

[iv] *Ibid.*, p. 27, penekanan dari kami.

[v] *The Guardian*, 9th March 1995.

Filsafat dan Agama

Apakah Kita Membutuhkan Filsafat?

Sebelum kita mulai, Anda mungkin tergoda untuk bertanya, "Well, memangnya kenapa?" Memangnya perlu kita repot-repot memikirkan masalah-masalah rumit ilmu pengetahuan dan filsafat? Terhadap pertanyaan semacam ini, ada dua kemungkinan jawaban. Jika yang dimaksudkan dengan pertanyaan itu adalah: apakah kita perlu tahu tentang hal-hal itu agar dapat meneruskan hidup kita sehari-hari, tentu jawabannya adalah tidak. Tapi, jika kita ingin mendapat satu pemahaman rasional mengenai dunia yang kita diami ini, dan proses-proses dasar yang bekerja di alam, masyarakat dan cara kita untuk memandangnya, maka persoalannya akan jadi lain.

Aneh sebetulnya, tapi *setiap orang* memiliki "filsafat"-nya masing-masing. Sebuah filsafat adalah cara untuk memandang dunia. Kita semua yakin bahwa kita tahu bagaimana membedakan yang salah dari yang benar, yang baik dari yang buruk. Hal-hal inilah yang sebenarnya merupakan hal-hal rumit yang telah menyita pemikiran dari para pemikir terbesar di dunia sepanjang sejarah. Ketika kita dihadapkan dengan fakta yang mengerikan akan hadirnya kejadian-kejadian seperti perang saudara di Yugoslavia, kemunculan kembali pengangguran massal, pembantaian di Rwanda, banyak orang akan mengakui bahwa mereka tidak memahami hal-hal ini, dan seringkali mereka jatuh ke dalam rujukan-rujukan kabur semacam "watak manusia". Tapi apakah watak manusia ini, hal misterius yang dilihat sebagai sumber dari segala kejahatan dan katanya tidak akan pernah berubah sampai akhir jaman? Ini adalah pertanyaan filsafati yang mendasar, pertanyaan yang hanya sedikit yang berani menjawabnya. Kecuali orang-orang yang pikirannya telah dicor dengan pemikiran religius, di mana mereka akan mengatakan bahwa Tuhan, dalam kebijaksanaan-Nya, telah menakdirkan kita menjadi seperti demikian. Mengapa orang perlu menyembah satu Keberadaan yang mempermainkan ciptaan-Nya sendiri, itu adalah pertanyaan yang bukan hak kami untuk menjawabnya.

Mereka yang bersikeras bahwa mereka tidak menganut falsafah apapun telah jatuh ke dalam kekeliruan. Alam semesta membenci kekosongan. Orang-orang yang tidak memiliki satu falsafah yang tersusun secara koheren - rapi, teratur dan bersesuaian antar unsurnya - niscaya akan otomatis menjadi cermin dari ide-ide dan prasangka yang berlaku dalam masyarakat dan jaman di mana mereka hidup. Hal ini berarti, dalam konteks tertentu, bahwa kepala mereka akan penuh dengan ide-ide yang dicekakkan melalui koran, televisi, mimbar

kotbah dan ruang-ruang kelas, semua yang secara setia merupakan cerminan dari kepentingan dan moralitas dari sistem kemasyarakatan yang sedang berlaku.

Kebanyakan orang biasanya berhasil berkayuh melalui lumpur kehidupan, sampai terjadi satu benturan besar yang memaksa mereka untuk meninjau kembali segala ide dan nilai yang telah menyertai mereka selama itu. Krisis masyarakat memaksa mereka untuk mempertanyakan banyak hal yang selama itu mereka anggap wajar. Pada masa-masa semacam itu, ide-ide yang kelihatannya jauh di cakrawala tiba-tiba menjadi sangat relevan. Semua orang yang ingin memahami kehidupan, bukan sekedar sebagai satu urutan kebetulan yang tak bermakna dan rutinitas tanpa berpikir, harus mengeluti filsafat, yaitu, dengan pemikiran yang diletakkan lebih tinggi dari segala masalah mendesak yang dihadapi sehari-hari. Hanya dengan cara inilah kita akan mengangkat diri kita ke tingkatan di mana kita mulai mencapai kepenuhan potensi kita sebagai umat manusia yang memiliki kesadaran, yang mau dan mampu mengendalikan nasib kita sendiri.

Secara umum dipahami bahwa apapun yang berharga dalam hidup ini harus diperjuangkan. Studi filsafat, dari sifat dasarnya, melibatkan beberapa kesulitan, karena studi itu menangani hal-hal yang jauh terpisah dari dunia pengalaman sehari-hari. Bahkan istilah yang digunakan mengandung kesulitan-kesulitan karena kata-kata digunakan dengan susunan yang tidak selalu berhubungan dengan makna di mana kata-kata itu dipergunakan sehari-hari. Tapi, hal yang sama terjadi pula dalam berbagai bidang studi khusus, dari psikoanalisa sampai permesinan.

Hambatan yang kedua lebih serius lagi. Di abad yang lalu, ketika Marx dan Engels pertama menerbitkan tulisan-tulisan mereka tentang materialisme dialektik, mereka dapat mengasumsikan bahwa banyak pembaca mereka setidaknya memiliki pengalaman bergaul dengan filsafat klasik, termasuk Hegel. Kini mustahil membuat asumsi semacam itu. Filsafat tidak lagi menempati tempat sepenting dulu, karena spekulasi atas alam raya telah digantikan oleh ilmu pengetahuan. Adanya teleskop-radio dan pesawat antariksa membuat kita tidak perlu lagi menerka-nerka sifat dan cakupan dari sistem tata-surya kita. Bahkan misteri kejiwaan manusia kini semakin tersingkap oleh neurobiologi dan psikologi.

Situasinya tidak sebaik itu di bidang ilmu-ilmu sosial, terutama karena gairah untuk mencapai pengetahuan yang akurat kini telah demikian berkurang sehingga ilmu pengetahuan justru menjadi hambatan bagi kepentingan material yang mengatur kehidupan manusia. Kemajuan-kemajuan besar yang dicapai oleh Marx dan Engels dalam bidang-bidang analisis sosial dan sejarah dan ekonomi tidak termasuk cakupan dari buku ini. Cukuplah jika kami menunjukkan bahwa, sekalipun terus-menerus diserang dengan ganas sejak kelahirannya, teori Marxisme tentang perkembangan sosial telah menjadi satu faktor penentu dalam perkembangan ilmu-ilmu sosial modern. Untuk bukti tentang kebugaran dan keperkasaan teori ini, cukuplah kita melihat fakta bahwa serangan kepadanya bukan hanya berlanjut, tapi malah semakin meningkat intensitasnya seiring dengan berjalannya waktu.

Di masa lalu, perkembangan ilmu pengetahuan, yang selalu terkait erat dengan perkembangan kekuatan produktif, belumlah mencapai tingkat yang cukup tinggi untuk membuat orang sanggup memahami dunia yang mereka huni. Karena ketiadaan satu pengetahuan yang ilmiah, atau alat material untuk menggapai pengetahuan itu, mereka terpaksa menyandarkan diri pada satu-satunya alat milik mereka yang dapat membantu mereka untuk memahami dunia, dan untuk dapat mengendalikannya - nalar manusia. Perjuangan untuk memahami dunia sangat dekat dengan perjuangan umat manusia untuk melepaskan diri dari tingkatan kesadaran hewani, untuk menguasai kekuatan alam yang membabi-buta itu dan untuk membebaskan diri dalam makna yang sejati, bukan legalistik. Perjuangan ini adalah benang merah yang merajut seluruh rangkaian kesejarahan manusia.

Peran Agama

"Mahluk yang bernama Manusia itu agaknya gila. Ia mustahil dapat menciptakan seekor ulat sekalipun, tapi ia menciptakan lusinan tuhan." (Montaigne)

"Semua mitologi mengatasi dan mendominasi dan membentuk kekuatan alam dalam imajinasi dan oleh karena imajinasi; maka mitologi itu akan lenyap bersamaan dengan penguasaan sejati atas kekuatan-kekuatan alam itu." (Marx)

-
Hewan tidak memiliki agama, dan di masa lalu dikatakan bahwa itulah perbedaan utama antara manusia dan "mahluk biadab". Tapi sebenarnya itu cuma cara lain untuk mengatakan bahwa hanya manusia yang memiliki

kesadaran dalam makna yang sepenuhnya. Di tahun-tahun terakhir, terdapatlah beberapa reaksi terhadap ide bahwa Manusia adalah sebuah Ciptaan yang khusus dan unik. Sanggahan ini tepat, tak usah diragukan lagi, dalam makna bahwa manusia ber-evolusi dari hewan, dan dalam banyak aspek, tetaplah hewani. Bukan hanya kita memiliki pula berbagai fungsi tubuh yang sama dengan hewan-hewan lain, tapi perbedaan genetik antara manusia dan simpanse hanya dua persen saja. Ini adalah jawaban yang keras terhadap hal-hal tidak masuk nalar yang dikemukakan para Kreasionis.

Riset-riset terbaru terhadap simpanse bonobo telah membuktikan tanpa keraguan lagi bahwa primata yang paling mirip manusia itu sanggup melakukan aktivitas mental yang mirip dalam beberapa aspek dengan aktivitas mental seorang anak kecil. Ini adalah bukti yang mengejutkan tentang hubungan kekerabatan antara manusia dan primata-primata termaju, tapi kemiripannya hanya sampai di sini saja. Sekalipun para peneliti melakukan berbagai usaha, kera-kera bonobo dalam kurungan itu tidak pernah dapat bicara atau menciptakan alat batu yang mirip dengan alat-alat primitif yang dulu diciptakan nenek moyang manusia. Perbedaan genetik yang dua persen antara manusia dan simpanse menandai lompatan kualitatif dari hewan menuju manusia. Hal ini dicapai, bukan oleh tangan suatu Pencipta, tapi dari perkembangan otak yang didorong oleh kerja-kerja fisik.

Ketrampilan untuk membuat alat batu yang paling sederhana pun menuntut satu tingkat kemampuan mental dan pemikiran abstrak yang amat tinggi. Kemampuan untuk memilih jenis batu yang tepat dan menolak jenis yang lain; pemilihan sudut pukulan yang tepat untuk mengukir ujung batu menjadi tajam, dan penggunaan kekuatan pukulan yang tepat agar batu itu tidak rusak - hal-hal ini adalah tindakan-tindakan yang menuntut intelektualitas yang sangat rumit. Rangkaian tindakan ini menuntut derajat perencanaan dan kemampuan memperkirakan masa depan yang tidak dapat di tengah primata yang paling maju sekalipun. Sekalipun demikian, penggunaan dan pembuatan alat-alat batu bukanlah hasil dari perencanaan yang sadar, tapi merupakan sesuatu yang dijejalkan ke dalam otak nenek moyang manusia oleh kebutuhan-kebutuhan yang dihadapinya. Bukan kesadaran yang menghasilkan umat manusia, melainkan desakan keadaan hidup manusia yang mendorong perbesaran ukuran otak, penciptaan kemampuan bicara dan kebudayaan, termasuk agama.

Kebutuhan untuk memahami dunia terkait erat dengan kebutuhan untuk bertahan hidup. Mahluk-mahluk hominid pertama, yang menemukan penggunaan keping-keping batu untuk memotong daging hewan yang berkulit tebal, mendapat keuntungan yang sangat besar untuk bertahan hidup ketimbang mahluk-mahluk lain yang tidak sanggup meraih sumber protein dan lemak yang luar biasa itu. Mereka yang sanggup menyempurnakan alat-alat batu mereka dan sanggup mencari tempat yang menyediakan batu-batu terbaik akan memiliki kesempatan lebih besar untuk bertahan hidup. Dengan perkembangan teknik itu, muncullah pula perkembangan nalar, dan kebutuhan untuk menjelaskan berbagai gejala alam yang mengatur hidup mereka. Dalam jangka jutaan tahun, melalui *trial and error*, nenek-moyang kita mulai menetapkan berbagai hubungan antar benda-benda. Mereka mulai membuat *abstraksi*, yaitu, menggeneralisasi pengalaman dan praktek yang mereka temui sehari-hari.

Selama berabad-abad, pertanyaan mendasar dari filsafat adalah hubungan dari pemikiran terhadap keberadaan. Kebanyakan orang hidup dengan cukup bahagia tanpa perlu memikirkan persoalan ini. Mereka berpikir dan bertindak, bicara dan bekerja, tanpa secuilpun kesulitan. Lebih jauh lagi, mustahil bagi mereka untuk menganggap dua aktivitas dasar manusia itu sebagai dua hal yang terpisah, karena dalam praktek keduanya saling tergantung satu sama lain. Bahkan tindakan-tindakan yang paling sederhana, jika kita mengabaikan tindakan-tindakan yang didorong semata oleh insting biologis, membutuhkan pemikiran. Sampai tingkat tertentu, hal ini benar bukan hanya untuk manusia tapi juga untuk hewan, seperti ketika seekor kucing bersembunyi untuk menyergap sang tikus. Di tengah manusia, walau demikian, jenis pemikiran dan perencanaan yang dimilikinya memiliki karakter yang secara kualitatif lebih tinggi daripada segala aktivitas mental hewan lain, bahkan dari kera-kera yang paling maju sekalipun.

Fakta ini terkait erat dengan kapasitas berpikir abstrak, yang memungkinkan manusia untuk melampaui kondisi-kondisi mendesak yang dialaminya melalui indera-inderanya. Kita dapat menimbang situasi, bukan hanya yang terjadi di masa lalu (hewan juga memiliki ingatan, seperti seekor anjing yang mengkerut seketika ia melihat sebatang tongkat) tapi juga apa yang mungkin terjadi di masa depan. Kita dapat mengantisipasi situasi yang kompleks, merencanakan, dan dengan demikian menentukan apa yang akan terjadi selanjutnya. Termasuk, sampai titik tertentu, menentukan nasib kita sendiri. Sekalipun kita tidak biasanya berpikir tentang hal ini, sebenarnya ini adalah satu penaklukan mahabesar yang membedakan umat manusia dari lain-lain mahluk. "Apa yang

khas dari cara berpikir manusia," ujar Professor Gordon Childe, "adalah bahwa cara itu menjelajah tempat yang luar biasa jauh dari situasi yang sedang dihadapi, dibandingkan apapun yang dapat dipikirkan hewan tentang hal itu." [i] Dari kemampuan ini, lahirlah segala jenis ciptaan peradaban, kebudayaan, kesenian, musik, literatur, ilmu pengetahuan, filsafat dan agama. Kita juga menganggap wajar bahwa semua itu tidak jatuh dari langit, melainkan satu hasil dari pengembangan selama jutaan tahun.

Filsuf Yunani, Anaxagoras (500-428 SM), dalam sebuah deduksi yang gemilang, menyatakan bahwa perkembangan mental manusia tergantung dari terbebaskannya tangan. Dalam artikelnya yang penting, *The Part Played by Labour in the Transition from Ape to Man*, Engels menunjukkan dengan rinci cara yang ditempuh oleh transisi ini. Ia membuktikan bahwa posisi berdiri tegak, yang membebaskan tangan untuk kerja-kerja, bentuk tangan, dengan posisi ibu jari yang berseberangan dengan jari lainnya, yang memungkinkan tangan manusia menggenggam dengan erat, adalah prakondisi fisik yang dituntut untuk pembuatan alat-alat. Pembuatan alat ini, pada gilirannya, adalah perangsang utama untuk perkembangan otak manusia. Kemampuan bicara itu sendiri, yang tidak terpisahkan dari pemikiran, muncul dari kebutuhan untuk produksi sosial, kebutuhan untuk menjalankan berbagai fungsi kerja sama yang rumit. Teori-teori Engels ini telah dibuktikan secara mencolok oleh penemuan-penemuan terbaru dalam bidang paleontologi, yang menunjukkan bahwa kera-kera hominid muncul di Afrika jauh lebih dahulu dari apa yang diperkirakan sebelumnya, dan mereka memiliki otak yang jauh lebih kecil dari simpanse modern. Maka dapat dikatakan bahwa perkembangan otak muncul setelah dihasilkannya alat-alat batu, dan merupakan hasil dari proses penciptaan alat-alat itu. Jadi, tidaklah benar bahwa "Pada awalnya adalah Sabda," tapi seperti yang dikemukakan oleh penyair Jerman, Goethe - "*Pada awalnya adalah Kerja.*"

Kemampuan untuk bergelut dengan pemikiran abstrak terkait erat dengan bahasa. Sejarawan ternama Gordon Childe menyatakan:

"Nalar, dan segala yang kita sebut berpikir, termasuk proses berpikir seekor simpanse, harus menyertakan satu operasi mental dengan apa yang disebut oleh para psikolog sebagai citra. Satu citra visual, satu gambaran mental dari, katakanlah, sebuah pisang, selalu bergantung dari akan sebuah pisang tertentu yang berada dalam sebuah lingkungan tertentu. sebuah kata, seperti yang telah dijelaskan, adalah lebih umum dan abstrak, setelah menyingkirkan kondisi-kondisi khusus yang membedakan satu pisang dengan pisang yang lain. Gambaran mental dari kata-kata (gambaran dari bunyi atau gerakan otot yang

dibutuhkan untuk mengutarakannya) membentuk satu tanggapan yang merangsang proses berpikir. Berpikir dengan bantuan kata-kata, dengan demikian, mengandung persis kualitas abstraksi dan generalisasi yang tidak dimiliki oleh proses berpikir hewan. Manusia dapat berpikir, dan juga bicara, tentang kelas benda-benda yang dikenal sebagai 'pisang'; simpanse tidak pernah dapat berpikir lebih jauh dari 'pisang di dalam kantung yang itu'. Dengan cara ini, alat sosial yang dinamakan bahasa berperan serta dalam apa yang secara bombastis digambarkan sebagai 'emansipasi umat manusia dari keterikatan menuju kekongkrian'." [ii]

Manusia-manusia pertama, setelah jangka waktu yang panjang, membentuk ide umum tentang, katakanlah, sebatang tanaman atau seekor hewan. Ide ini tumbuh dari pengamatan kongkrit terhadap berbagai tanaman atau hewan. Tapi ketika kita tiba pada konsep umum "tanaman", kita tidak lagi melihat di hadapan kita tanaman ini atau itu secara khusus, tapi apa yang jamak menjadi sifat umum di antara mereka. Kita menyerap makna hakikat tanaman, keberadaannya yang paling mendasar. Bila dibandingkan dengan hakikat ini, ciri-ciri khusus dari tanaman tertentu dipandang sekunder dan tidak stabil. Apa yang selalu ada dan universal terkandung dalam pandangan umum tentang tanaman. Kita tidak akan pernah melihat "tanaman" seperti gambaran tertentu, seperti ketika kita menyebut satu jenis tanaman atau semak tertentu. Konsep itu adalah abstraksi yang dilakukan oleh nalar manusia. Namun demikian, abstraksi itu justru merupakan pernyataan yang lebih dalam dan lebih sejati tentang apa yang hakiki di dalam sifat tanaman setelah sifat-sifat yang sekunder dilucuti daripadanya.

Walau demikian, abstraksi dari manusia-manusia pertama masih jauh dari watak-watak ilmiah. Abstraksi itu adalah penjelajahan yang tentatif sifatnya, seperti kesan yang didapat anak-anak kecil - terkaan dan hipotesis, yang kadang keliru, tapi selalu berani dan imajinatif. Bagi nenek-moyang kita tempo dulu, matahari adalah satu makhluk agung yang kadang menghangatkan mereka, kadang membakar mereka. Bumi adalah seorang raksasa yang sedang tidur. Api adalah hewan buas yang menggigit mereka ketika mereka menyentuhnya. Manusia-manusia pertama mengamati kilat dan guntur. Kedua hal itu pasti menakutkan bagi mereka, seperti ketakutan yang masih dialami baik oleh hewan atau manusia sampai sekarang. Tapi, tidak seperti hewan, manusia mencari satu penjelasan umum atas gejala-gejala itu. Karena mereka tidak memiliki pengetahuan ilmiah, penjelasan itu niscaya akan berupa penjelasan yang supernatural - dewa-dewa tertentu, yang menghantam landasan tempa dengan palu godamnya. Bagi kita, penjelasan itu kelihatannya lucu, seperti penjelasan

naif yang diberikan oleh anak-anak kecil. Walau demikian, pada masa itu, penjelasan-penjelasan itu adalah hipotesis yang sangat penting - satu upaya untuk menemukan satu sebab rasional dari gejala-gejala termaksud. Penting untuk manusia agar dapat membedakan antara berbagai pengalaman hidup yang dihadapinya, dan melihat sesuatu yang berdiri di luar pengalaman-pengalaman itu.

Bentuk yang paling berciri dari agama-agama pertama adalah *animisme* - pandangan bahwa segala hal, yang hidup maupun yang tidak hidup, memiliki roh. Kita melihat reaksi yang sama dari seorang anak kecil ketika ia, setelah terbentur pada sebuah meja, memukul meja itu. Dengan cara yang sama, manusia-manusia pertama, dan juga beberapa suku tertentu sampai sekarang, akan memohon maaf pada pohon-pohon sebelum mereka menebangnya. Animisme berjaya dalam satu masa ketika manusia masih belum terpisah jauh dari dunia hewan dan alam secara umum. Kedekatan manusia pada dunia hewan dibuktikan oleh kesegaran dan keindahan dari gambar-gambar gua, di mana kuda, kijang dan bison digambarkan dengan satu kealamian yang tidak akan pernah lagi dapat diguratkan oleh artis-artis modern. Masa itu adalah masa kecil dari peradaban manusia, yang telah pergi dan tak akan kembali. Kita hanya dapat membayangkan psikologi dari nenek-moyang jauh kita itu. Tapi, dengan menggabungkan penemuan-penemuan paleontologi dengan antropologi, dimungkinkan bagi kita untuk merekonstruksi, setidaknya secara garis besar, dunia yang telah memunculkan peradaban umat manusia itu.

Dalam studi antropologi klasiknya tentang asal-usul sihir dan agama, Sir James Frazer menulis:

"Seorang barbar hampir sama sekali tidak membuat pembedaan yang biasanya dibuat oleh orang-orang yang lebih maju antara apa yang natural dan yang supernatural. Baginya, dunia ini secara umum digerakkan oleh unsur-unsur supernatural, yaitu, oleh makhluk-mahluk yang digambarkan mirip manusia, yang bekerja dengan dorongan impuls dan motif seperti yang dimilikinya, seperti dirinya juga tergerak oleh belas kasihan dan permohonan-permohonan, harapan dan juga ketakutan. Dalam sebuah dunia yang digambarkan seperti itu, ia tidak melihat batasan bagi kekuatan ini untuk mempengaruhi jalannya alam bagi keuntungannya sendiri. Doa-doa, janji-janji, atau ancaman-ancaman dapat menjamin baginya cuaca yang baik dan panen yang melimpah sebagai berkat dewata; dan jika dewa-dewa sampai menitis ke dalam dirinya, seperti yang kadang dipercaya demikian, maka ia tidak lagi perlu memohon pada sesuatu

yang lebih tinggi dari dirinya; ia, orang barbar itu, memiliki di dalam dirinya seluruh kekuatan yang diperlukan untuk memajukan kesejahteraannya sendiri maupun bagi sesamanya." [iii]

Pandangan bahwa jiwa hadir terpisah dan tersendiri dari tubuh diwariskan dari masa paling lampau dari jaman kebiadaban. Basis untuk pandangan itu sangatlah jelas. Ketika kita tidur, jiwa nampak meninggalkan tubuh dan mengembara di dalam mimpi. Jika pandangan ini dikembangkan lebih jauh, kemiripan antara kematian dan tidur ("saudara kembar dari Kematian", seperti kata Shakespeare) menimbulkan ide bahwa jiwa akan terus hadir sesudah kematian. Maka manusia-manusia pertama menyimpulkan bahwa terdapat sesuatu di dalam tubuh yang terpisah dari tubuh itu sendiri. Inilah jiwa, yang menguasai tubuh, dan dapat melakukan segala macam hal yang luar biasa, bahkan ketika tubuh sedang tertidur. Mereka juga mengamati bagaimana sabda-sabda kebijaksanaan diucapkan oleh para tetua, dan menyimpulkan bahwa, sekalipun tubuh mati, jiwa akan terus hidup. Bagi orang-orang yang terbiasa dengan ide-ide tentang migrasi, kematian dilihat sebagai migrasi jiwa, yang membutuhkan makanan dan peralatan lain untuk perjalanannya.

Pada awalnya, roh tidak memiliki kediaman tertentu. Mereka hanya mengembara, biasanya membuat kekacauan, yang memaksa semua yang hidup untuk menempuh berbagai kesulitan untuk menenangkan roh-roh itu. Di sini kita mendapati asal-usul upacara-upacara keagamaan. Pada akhirnya, muncullah satu ide bahwa kita dapat memohon pula bantuan dari para roh melalui doa-doa. Pada tingkatan ini, agama (sihir), seni dan ilmu tidak dibedakan satu sama lain. Karena mereka tidak memiliki alat untuk benar-benar mengendalikan lingkungan mereka, manusia-manusia pertama mencoba menundukkan lingkungan itu melalui penyatuan sihir dengan alam. Sikap manusia-manusia pertama terhadap dewa-dewa dan pemujaan-pemujaan agaknya praktis. Doa-doa ditujukan untuk mendapatkan hasil. Seseorang akan membuat gambar dengan tangannya lalu berlutut menyembah gambar itu. Tapi jika tindakan itu tidak membawa hasil ia akan mengutuk gambar itu dan menginjak-injaknya. Jika permohonan tidak membawa hasil ia akan menggunakan kekerasan. Dalam dunia aneh yang penuh dengan hantu dan mimpi ini, *dunia agamawi ini*, pemikiran-pemikiran primitif melihat segala peristiwa sebagai karya dari roh yang tak kasat mata. Tiap semak dan aliran sungai dilihat sebagai makhluk yang hidup, yang bersahabat atau bermusuhan. Tiap kejadian, tiap mimpi, rasa sakit atau sensasi, disebabkan oleh roh. Penjelasan religius mengisi kekosongan yang disebabkan tiadanya penjelasan yang ilmiah tentang hukum-hukum alam.

Bahkan kematian tidak dilihat sebagai satu kejadian yang alami, melainkan sebagai satu akibat dari pelanggaran-pelanggaran tertentu terhadap perintah dewata.

Selama sebagian besar masa keberadaan umat manusia, pikiran manusia terisi penuh dengan hal-hal semacam ini. Dan bukan hanya dalam apa yang dianggap orang sebagai masyarakat primitif. Jenis tahyul yang sama terus hadir dalam kedok yang agak berbeda saat ini. Di bawah tabir tipis peradaban merunduklah satu kecenderungan dan ide-ide irasional primitif yang memiliki akar jauh di masa lalu, masa-masa yang telah lama terlupakan tapi belum sepenuhnya ditinggalkan. Dan juga tidak akan sepenuhnya dapat ditinggalkan selama umat manusia masih belum berhasil menegakkan kendali sepenuhnya atas kondisi kehidupannya sendiri.

Pembagian Kerja

Frazer menunjukkan bahwa pembagian antara kerja-kerja fisik dan mental dalam masyarakat primitif, mau tidak mau, terkait kepada pembentukan kasta pendeta, shaman (dukun) atau tukang sihir.

"Kemajuan sosial, seperti yang kita tahu, terutama terdiri dari berbagai pengkhususan fungsi yang terjadi berturutan, atau, dalam bahasa yang lebih sederhana, pembagian kerja. Kerja-kerja yang dalam masyarakat primitif dikerjakan oleh semua orang tanpa kecuali, termasuk oleh orang-orang yang tidak sanggup mengerjakan pekerjaan itu, semakin hari semakin dibagi ke dalam berbagai kelas pekerja dan dikerjakan dengan semakin sempurna; jadi, selama hasil kerja terspesialisasi itu, baik yang material atau imaterial, dimiliki bersama oleh semua orang, keseluruhan masyarakat masih akan terus mendapat keuntungan yang semakin tinggi sejalan dengan meningkatnya spesialisasi. Kini, para tukang sihir dan dukun kelihatannya menyusun kelas artifisial atau profesional pertama dalam evolusi masyarakat. Karena para tukang sihir itu ditemui di berbagai suku primitif yang masih kita kenal saat ini; dan di antara masyarakat yang paling primitif, seperti aborigin Australia, merekalah satu-satunya kelas profesional yang ada."**[iv]**

Dualisme yang memisahkan jiwa dari tubuh, nalar dari materi, pikiran dari perbuatan, mendapat impuls yang maha kuat dari perkembangan pembagian kerja dalam tahap tertentu dari evolusi sosial. Pemisahan antara kerja-kerja fisik dan mental adalah satu gejala yang terjadi berbarengan dengan pembagian masyarakat ke dalam kelas-kelas. Hal itu menandai kemajuan besar dalam perkembangan umat manusia. Untuk pertama kalinya sekelompok kecil orang

dalam masyarakat terbebaskan dari keharusan untuk bekerja agar dapat memperoleh apa-apa yang dibutuhkannya untuk bertahan hidup. Kepemilikan dari komoditas yang paling mahal harganya itu - waktu luang - berarti bahwa orang dapat mengabdikan hidupnya kepada studi mengenai bintang-bintang. Seperti yang diterangkan oleh Ludwig Feuerbach, filsuf materialis Jerman itu, ilmu pengetahuan teoritik dimulai dengan astrologi:

"Hewan hanya dapat memahami berkas-berkas sinar yang langsung mempengaruhi kehidupannya; sementara manusia memberi tanggapan terhadap berkas-berkas sinar, yang sebenarnya tidak berbeda satu sama lain secara fisik, yang datang dari bintang-bintang. Hanya Manusia yang memiliki kegembiraan dan gairah yang murni intelektual dan tanpa kepentingan; hanya mata manusia yang dapat menangkap festival-festival teoritik. Mata yang menjelajah langit berbintang, yang menantap sinar dari mereka, yang tidak mengandung kegunaan maupun bahaya, yang sama sekali tidak ada hubungannya dengan segala yang di bumi dan apa yang dibutuhkan di sini - mata ini melihat dalam berkas-berkas sinar itu karakternya sendiri, asal-usulnya sendiri. Mata itu dari sifat dasarnya terikat pada langit. Dengan demikian manusia mengangkat dirinya terbang di atas bumi hanya dengan menggunakan matanya; dengan demikian teori dimulai dengan perenungan atas langit. Para filsuf yang pertama adalah para ahli perbintangan."**[v]**

Sekalipun pada tahap awalnya ini teori masih tercampur-aduk dengan agama, dan kebutuhan dan kepentingan dari satu kasta pendeta, perkembangan ini juga menandai kelahiran peradaban manusia. Hal ini telah disadari oleh Aristoteles, yang menulis:

"Seni teoritik ini, lebih jauh lagi, diperkembangkan di tempat-tempat di mana manusia memiliki banyak waktu luang: matematika, contohnya, berasal dari Mesir, di mana satu kasta pendeta menikmati waktu luang yang dibutuhkan untuk memperkembangkannya."**[vi]**

Pengetahuan adalah sumber kekuatan. Di masyarakat manapun di mana seni, ilmu pengetahuan dan pemerintahan dimonopoli oleh segelintir orang, kaum minoritas itu akan terus menggunakan dan menyalahgunakan kekuasaan di tangannya itu demi kepentingannya sendiri. Meluapnya sungai Nil adalah persoalan hidup-mati bagi banyak orang, yang hasil panennya bergantung dari tingkat luapan sungai itu. Kemampuan para pendeta Mesir untuk meramalkan, berdasarkan pengamatan atas bintang-bintang, tentang kapan sungai Nil akan meluap pasti telah mengangkat tinggi prestise dan kekuasaan yang mereka nikmati di dalam masyarakat. Seni menulis, penemuan yang paling dahsyat itu,

adalah satu rahasia yang dijaga maha ketat oleh kasta pendeta. Seperti yang menjadi komentar Ilya Prigogine dan Isabelle Stenger:

"Orang-orang Sumeria menemukan tulisan; para pendeta Sumeria berspekulasi bahwa masa depan mungkin tertulis dengan cara-cara rahasia dalam urutan terjadinya peristiwa-peristiwa pada masa kini. Mereka bahkan mensistematisir kepercayaan itu, mencampurkan baik unsur-unsur sihir maupun rasional." **[vii]** Pengembangan lebih jauh atas pembagian kerja menimbulkan jurang yang tak terseberangi antara kaum elit intelektual dan mayoritas umat manusia, yang dikutuk untuk bekerja sepanjang hidup dengan kedua tangannya. Kaum intelektual, baik para pendeta Babilonia maupun para teoritis fisika di jaman modern ini, hanya mengenal satu jenis pekerjaan, kerja mental. Setelah melalui puluhan milenia, superioritas kerja mental atas kerja fisik yang "kasar" menjadi semakin terukir dan akhirnya membangun semacam kekuatan prasangka. Bahasa, kata-kata dan pemikiran akhirnya memperoleh berkah kekuatan mistis. Kebudayaan menjadi monopoli dari kaum elit yang teristimewakan, yang dengan maha ketat menjaga rahasia mereka, dan menggunakan dan menyalahgunakan posisi mereka demi kepentingan mereka sendiri.

Di masa lalu, aristokrasi intelektual tidak berupaya untuk menyembunyikan kejjikan mereka akan kerja-kerja fisik. Kutipan berikut berasal dari teks Mesir yang dikenal sebagai *The Satire on the Traders*, yang ditulis sekitar tahun 2000 SM dan diperkirakan berisi nasehat dari seorang ayah kepada anaknya, yang ia kirim ke Sekolah Menulis untuk berlatih menjadi seorang juru tulis:

"Saya telah melihat bagaimana seorang pekerja kasar disuruh untuk bekerja kasar - kamu harus mengeraskan hati kamu dalam mempelajari tulisan. Dan saya telah mengamati bagaimana seseorang dapat menghindari pekerjaannya [sic!] - lihatlah, tidak sesuatupun yang dapat melebihi tulisan....

"Saya telah melihat bagaimana seorang pandai besi bekerja di depan mulut tungku apinya. Jari-jarinya menjadi mirip jari-jari buaya; batu tubuhnya melebihi bau seekor ikan busuk....

"Seorang kuli pembangun rumah mengusung lumpur.... Ia lebih kotor dari seorang gelandangan atau babi karena ia mengarungi lumpur. Bajunya kaku karena dilumuri tanah liat....

"Para pembuat anak panah, kasihan sekali nasibnya ketika ia harus berjalan mengarungi padang pasir [untuk mencari batu-batu tajam]. Lebih agung apa yang ia berikan pada keledainya daripada apa yang setelah itu dikerjakannya ...

"Para pencuci pakaian mencuci di tepi sungai, bertetangga dengan buaya....

"Lihatlah, tidak ada pekerjaan yang tidak memiliki majikan - kecuali para juru tulis: ia adalah majikan....

"Lihatlah, tidak ada juru tulis yang kekurangan makan dari harta Istana Para Raja - kehidupan, kemakmuran, kesehatan! ... Ayah dan ibunya memuja para dewa, ia dibebaskan dari keharusan mencari penghidupan. Lihatlah hal-hal ini - saya [telah menguraikannya] di hadapanmu dan anak-cucumu."**[viii]**
Sikap yang sama berkembang pula di tengah orang-orang Yunani:

"Apa yang disebut seni mekanik," kata Xenophon, "menanggung satu stigma sosial yang dengan tepat dicela di tengah kota-kota kita, karena seni semacam ini merusak tubuh dari mereka yang bekerja di dalamnya atau yang bekerja sebagai mandornya, karena kerja-kerja ini mengutuk mereka ke dalam hidup yang terikat dan kepada kehidupan rumahan dan, pada beberapa kasus, untuk menghabiskan seluruh hari di depan tungku-tungku api. Pembusukan fisik itu menghasilkan pula pembusukan dalam jiwa. Lebih jauh lagi, para pekerja dalam bidang-bidang ini tidak akan pernah memiliki waktu untuk menjalankan kerja-kerja pemerintahan atau perkawanan. Sebagai akibatnya mereka dilihat sebagai kawan yang buruk atau warga negara yang buruk, dan di beberapa kota, terutama yang gemar berperang, adalah hal yang ilegal bagi seorang warga negara untuk terlibat dalam kerja-kerja mekanik."**[ix]**

Perceraian radikal antara kerja-kerja mental dan fisik memperdalam ilusi bahwa ide, pemikiran dan kata-kata memiliki keberadaan yang mandiri. Pandangan yang keliru ini terpancang dalam jantung semua agama dan filsafat idealisme.

Bukanlah dewa yang menciptakan manusia seturut citranya, tapi, sebaliknya, manusialah yang menciptakan dewa-dewa sesuai dengan citra dan keinginan mereka. Ludwig Feuerbach pernah berkata bahwa jika burung memiliki agama, Tuhan mereka akan bersayap. "Agama adalah sebuah mimpi, di mana pandangan dan emosi kita muncul di hadapan kita sebagai satu keberadaan yang mandiri, yang hadir di luar diri kita. Pemikiran religius tidaklah membedakan mana yang subjektif, mana yang objektif - pemikiran itu tidak memiliki keraguan; ia

memiliki berkah, bukan dalam kemampuan memahami hal-hal lain di luar dirinya, tapi dalam melihat dirinya sesuai pandangannya sendiri sebagai satu keberadaan yang khusus dan istimewa."**[x]** Hal ini juga dipahami oleh orang-orang semacam Xenophanes dari Colophon (565-c.470 SM), yang menulis "Homer dan Hesiod telah membebaskan pada para dewa setiap tindakan yang memalukan dan tidak terhormat di kalangan manusia: pencurian dan perjinahan dan penipuan satu di antara yang lain... Orang-orang Ethiopia membuat dewa-dewa mereka berkulit hitam dan berhidung pesek, dan orang-orang Thracia membuat dewa-dewa mereka bermata pucat dan berambut merah.... Jika hewan dapat melukis dan menciptakan benda-benda, kuda-kuda dan sapi-sapi juga akan membuat dewa-dewa mereka sesuai dengan citra mereka sendiri."**[xi]** Mitos tentang Penciptaan yang hidup di dalam hampir setiap agama selalu mengambil kisahnya dari kehidupan sehari-hari, contohnya, citra seorang tukang keramik yang "menghidupkan" seongkok tanah liat tak berbentuk. Menurut pendapat Gordon Childe, kisah Penciptaan dalam buku pertama Kejadian mencerminkan fakta bahwa, di Mesopotamia daratan memang terpisah dari lautan "pada Awal Jaman," tapi bukan oleh sebuah karya ilahi:

"Daratan di mana kota-kota Babilonia yang agung itu didirikan telah secara harafiah diciptakan; pendahulu pra-sejarah dari Erech yang tercantum di kitab-kitab suci mereka didirikan di atas semacam platform dari jerami, yang disusun silang-menyilang di atas gundukan lumpur aluvial. Buku Kejadian kaum Yahudi telah mengakrabkan kita dengan tradisi yang jauh lebih tua dari kondisi alami orang-orang Sumeria - satu keadaan 'chaos' di mana batas antara air dan tanah kering masih terus maju-mundur. Satu insiden yang esensial dalam "Penciptaan" adalah pemisahan dari unsur-unsur ini. Walau demikian, bukanlah para dewa, melainkan orang-orang Sumeria sendirilah yang menciptakan daratan; mereka menggali saluran-saluran untuk mengairi ladang dan mengeringkan rawa; mereka membuat parit-parit dan gundukan-gundukan untuk melindungi manusia dan ternak dari air dan menghindari banjir; mereka membuka rawa-rawa ganggang dan menjelajah daratan di antara rawa-rawa itu. Kemampuan bertahan yang membuat ingatan akan perjuangan ini terus hidup dalam tradisi Sumeria adalah satu ukuran akan beratnya perjuangan yang dihadapi oleh orang-orang Sumeria kuno. Imbalan bagi mereka adalah satu jaminan akan pasokan bahan makanan bergizi, panen yang melimpah dari ladang yang telah mereka rebut dari air, dan ladang penggembalaan yang subur bagi ternak dan piaraan mereka."**[xii]**

Upaya pertama Manusia untuk menjelaskan dunia ini dan posisinya di dalamnya bercampur aduk dengan mitologi. Orang-orang Babilonia percaya bahwa dewa Marduk menciptakan Keteraturan dari Kekacauan, memisahkan daratan dari air, langit dari bumi. Mitos Penciptaan biblikal ini diambil-alih oleh orang Yahudi dari tangan orang Babilonia, dan di kemudian hari jatuh ke tangan orang Kristen. Sejarah sejati dari pemikiran ilmiah dimulai ketika orang-orang mulai menyingkirkan mitologi, dan mencoba untuk memperoleh satu pemahaman yang rasional atas alam, tanpa campur-tangan dewa-dewa. Baru setelah itulah, perjuangan sejati untuk emansipasi umat manusia dari belenggu-belenggu material dan spiritual dapat dimulai.

Munculnya filsafat merupakan wakil satu revolusi sejati dalam pemikiran manusia. seperti kebanyakan peradaban modern, kita berhutang budi pada orang-orang Yunani kuno untuk hal itu. Walaupun kemajuan-kemajuan besar dicapai pula oleh orang-orang India dan Tiongkok, dan juga kemudian orang-orang Arab, orang-orang Yunanilah yang mengembangkan filsafat dan ilmu pengetahuan sampai tingkatan yang tertinggi sebelum terjadinya Renaisans (Jaman Pencerahan). Sejarah pemikiran Yunani dalam masa empat ratus tahun, sejak pertengahan abad ke-7 SM, mengandung satu dari bagian-bagian yang terpenting dalam kitab sejarah umat manusia.

Materialisme dan Idealisme

Seluruh sejarah filsafat dari jaman Yunani sampai hari ini tersusun atas pergulatan antara dua aliran pemikiran yang persis berseberangan - materialisme dan idealisme. Di sini kita mendapati satu contoh yang sempurna tentang bagaimana kedua istilah yang dipergunakan dalam filsafat ini berbeda makna secara hakiki dengan maknanya yang dipergunakan sehari-hari.

Ketika kita merujuk seseorang sebagai "idealis", kita biasanya berpikir tentang seseorang yang memiliki ideal-ideal yang tinggi dan moralitas yang tak bercacat. Seorang materialis, sebaliknya, dipandang sebagai seorang yang tidak punya prinsip, seorang pengeruk uang, seorang individualis yang hanya memikirkan diri sendiri, dengan nafsu serakah untuk makanan dan benda-benda duniawi lain - pendeknya, seorang yang sama sekali tidak menyenangkan.

Kedua pemaknaan ini sama sekali tidak ada hubungannya dengan materialisme dan idealisme di dunia filsafat. Dalam makna filosofis, idealisme memiliki akar dari pandangan bahwa dunia ini hanyalah cerminan dari ide, pikiran, roh atau,

lebih tepatnya Ide, yang hadir sebelum segala dunia ini hadir. Benda-benda material kasar yang kita kenal melalui indera kita, menurut aliran ini, hanyalah *salinan* yang kurang sempurna dari Ide yang sempurna itu. Para pendukung filsafat ini yang paling konsisten sepanjang sejarah kuno adalah Plato. Walau demikian, ia bukan merupakan pencipta idealisme, yang telah lahir sebelum jamannya.

Para pengikut Pythagoras percaya bahwa hakikat dari segala hal adalah Angka (satu pandangan yang agaknya dimiliki pula oleh beberapa ahli matematika modern). Para Pythagorean ini menunjukkan penghinaan terhadap dunia material secara umum dan tubuh manusia secara khusus, yang mereka pandang sebagai penjara di mana jiwa terperangkap. Pandangan ini memiliki kemiripan yang mengejutkan dengan pandangan-pandangan para biarawan abad pertengahan. Benar, mungkin saja bahwa Gereja mengambil banyak ide mereka dari kaum Pythagorean, Platonis dan Neo-Platonis. Hal ini tidaklah mengejutkan. Semua agama niscaya memiliki akar dalam pandangan idealis terhadap dunia. Perbedaannya adalah bahwa agama mempengaruhi emosi, dan mengaku menyediakan satu pemahaman yang mistis dan intuitif terhadap dunia ("Penglihatan"), sementara kebanyakan filsuf idealis berupaya menyajikan satu argumen yang logis untuk teori-teori mereka.

Pada dasarnya, bagaimanapun juga, akar dari segala bentuk idealisme adalah religius dan mistis. Kejjikan terhadap "dunia material kasar" dan pengangkatan "Ide" ke posisi yang tinggi mengalir langsung dari gejala yang telah kita lihat dalam hubungannya dengan agama. Bukanlah sebuah kebetulan jika idealisme Platonis berkembang di Athena ketika sistem perbudakan sedang berada dalam puncak kejayaannya. Kerja-kerja fisik, pada saat itu, dilihat secara harafiah sebagai *sebuah penanda perbudakan*. Satu-satunya kerja yang dapat dihargai adalah kerja-kerja intelektual. Secara hakiki, filsafat idealisme adalah satu produk dari pembedaan yang ekstrim antara kerja-kerja fisik dan mental yang telah hadir dari sejak menyingsingnya fajar sejarah sampai hari ini.

Sejarah filsafat Barat, walau demikian, tidak dimulai dengan idealisme melainkan dengan materialisme. Filsafat ini menunjukkan kepada kita persis kebalikan dari idealisme: bahwa dunia material, yang kita kenal dan jelajahi melalui ilmu pengetahuan, nyata adanya; bahwa satu-satunya dunia yang nyata adalah dunia material; bahwa pikiran, ide, dan perasaan adalah hasil dari materi yang terorganisir dalam cara tertentu (sistem syaraf dan otak); bahwa pikiran tidak dapat hadir dari dirinya sendiri, tapi hanya dapat timbul dari dunia objektif yang menyatakan dirinya kepada kita melalui alat-alat indera kita.

Para filsuf Yunani yang paling awal dikenal sebagai "hylozois" (dari bahasa Yunani, yang berarti "mereka yang percaya bahwa materi itu hidup"). Di sini kita mendapati sederetan panjang pahlawan yang memelopori perkembangan pemikiran. Orang-orang Yunani menemukan bahwa dunia itu bulat, jauh sebelum Columbus. Mereka menerangkan bahwa manusia berevolusi dari ikan jauh sebelum Darwin. Mereka membuat penemuan-penemuan luar biasa dalam bidang matematik, yang tak diubah banyak selama satu setengah milenia. Mereka menemukan mekanika dan bahkan membuat satu mesin uap. Hal baru yang mengejutkan dalam cara memandang dunia ini adalah bahwa cara itu *tidaklah religius*. Berseberangan mutlak dengan orang-orang Mesir dan Babilonia, dari mana mereka banyak belajar, orang-orang Yunani tidaklah menyerahkan penjelasan atas gejala alam kepada para dewa dan dewi. Untuk pertama kalinya, manusia mencoba bekerjanya alam murni dengan mempelajari alam itu sendiri. Ini adalah satu dari titik balik terbesar dalam seluruh sejarah perkembangan pemikiran manusia. Ilmu pengetahuan yang sejati bermula di sini.

Aristoteles, yang terbesar dari seluruh filsuf jaman kuno, dapat dianggap seorang materialis, sekalipun ia tidaklah sekonsisten para hylozois pertama. Ia membuat serangkaian penemuan ilmiah yang merupakan basis bagi pencapaian-pencapaian besar sepanjang masa-masa Alexander.

Abad pertengahan yang menyusul runtuhnya Jaman Kuno adalah satu padang tandus di mana pemikiran ilmiah berdiri terkucil selama berabad-abad. Bukan satu kebetulan bahwa masa ini didominasi oleh Gereja. Idealisme adalah satu-satunya filsafat yang diperbolehkan, apakah itu dalam bentuk Platonis karikatural atau bahkan, lebih buruk lagi, satu penyimpangan atas filsafat Aristoteles.

Ilmu pengetahuan muncul kembali dengan jaya dalam masa Jaman Pencerahan. Di sana ia dipaksa untuk melancarkan perang yang ganas terhadap pengaruh agama (bukan hanya Katolik, melainkan juga Protestan). Banyak martir yang harus membayar harga kebebasan ilmiah dengan nyawanya sendiri. Giordano Bruno dibakar hidup-hidup di tiang bakaran. Galileo dua kali diadili oleh Pengadilan Inkuisisi, dan dipaksa dengan siksaan untuk meyangkal pandangan-pandangannya.

Kecenderungan filosofis yang dominan dalam Jaman Pencerahan adalah materialisme. Di Inggris, kecenderungan ini mengambil bentuk *empirisisme*,

aliran pemikiran yang menyatakan bahwa semua pengetahuan merupakan turunan dari perasaan inderawi. Pelopor dari aliran ini adalah Francis Bacon (1561-1626), Thomas Hobbes (1588-1679) dan John Locke (1632-1704). Aliran materialis berkisar dari Inggris ke Perancis di mana ia memperoleh satu suntikan isi revolusioner. Di tangan Diderot, Rousseau, Holbach, dan Helvetius, filsafat menjadi satu alat untuk mengkritisi seluruh tatanan masyarakat yang ada. Para pemikir besar ini menyiapkan jalan untuk penggulingan revolusioner atas monarki feodal di tahun 1789-93.

Pandangan filosofis yang baru ini merangsang perkembangan ilmu pengetahuan, mendorong dilakukannya percobaan-percobaan dan pengamatan-pengamatan. Di abad ke-18 terjadilah satu kemajuan yang luar biasa dalam ilmu pengetahuan, terutama di bidang mekanika. Tapi fakta ini memiliki sisi negatif, seiring dengan sisi positifnya. Materialisme lama di abad ke-18 bersifat sempit dan kaku, suatu cerminan dari perkembangan ilmu pengetahuan yang masih terbatas. Newton menyatakan batasan empirisisme dalam kalimatnya yang terkenal, "Saya tidak membuat hipotesis apapun." Pandangan mekanis yang sepihak ini akhirnya terbukti fatal bagi materialisme lama. Secara paradoks, perkembangan terbesar dalam filsafat setelah 1700 justru dibuat oleh para filsuf idealis.

Di bawah pengaruh revolusi Perancis, filsuf idealis Jerman Immanuel Kant (1724-1804) meletakkan semua filsafat yang hadir sebelum jamannya ke bawah hujan badai kritisisme. Kant membuat penemuan-penemuan penting bukan hanya dalam filsafat dan logika tapi juga dalam bidang ilmu pengetahuan. Hipotesisnya tentang asal-usul alam semesta yang diperkirakannya berasal dari kabut gas nebula (yang kemudian diberi basis matematik oleh Laplace) sekarang secara umum diterima sebagai kebenaran. Di bidang filsafat, adiknya Kant *The Critique of Pure Reason* adalah karya pertama yang menganalisa bentuk-bentuk logika yang telah tinggal tak berubah setelah bentuk-bentuk itu dirumuskan pertama kali oleh Aristoteles. Kant menunjukkan kontradiksi yang secara implisit terdapat dalam kebanyakan proposisi mendasar filsafat. Walau demikian, ia gagal menyelesaikan kontradiksi-kontradiksi ini ("Antinomi"), dan akhirnya menarik kesimpulan bahwa mustahil kita mendapatkan kebenaran yang sejati tentang alam semesta. Walau kita dapat mengetahui apa yang nampak, kita tidak akan pernah tahu "apa yang ada di dalamnya".

Ide ini bukanlah sesuatu yang baru. Ide ini adalah tema yang telah berulang berkali-kali dalam sejarah filsafat, dan merupakan apa yang dikenal dengan istilah *idealisme subjektif*. Ini dikemukakan sebelum Kant oleh seorang uskup dan filsuf dari Irlandia, George Berkeley, dan digemakan juga oleh empiris

klasik Inggris, David Hume. Argumen dasarnya dapat diringkaskan sebagai berikut: "Saya menginterpretasi dunia melalui indera saya. Dengan demikian, semua yang saya tahu benar-benar ada adalah citra yang ditangkap oleh indera saya. Dapatkah saya, contohnya, bersumpah bahwa sebuah apel benar-benar ada? Tidak. Apa yang saya dapat katakan adalah saya melihatnya, saya merasakannya, saya menciumnya, saya mengecapnya. Dengan demikian, saya tidak dapat benar-benar menyatakan bahwa dunia material benar-benar ada." Logika dari idealisme subjektif adalah bahwa, jika saya menutup mata saya, dunia ini akan menghilang. Pada ujungnya, filsafat ini akan membawa kita pada solipisme (dari bahasa Latin "solo ipusus" - "saya sendiri"), ide bahwa hanya saya sendiri yang ada, yang lain tidak ada.

Ide ini mungkin tidak masuk nalar bagi kita, tapi mereka telah terbukti tetap bertahan. Melalui satu atau lain cara, prasangka idealisme subjektif telah merasuki bukan hanya filsafat tapi juga ilmu pengetahuan, bahkan pada sebagian besar abad ke-20. Kita akan melihat kecenderungan ini lebih lanjut di belakang.

Terobosan terbesar datang dalam dekade pertama abad ke-19 melalui George Wilhelm Hegel (1770-1831). Hegel adalah seorang filsuf idealis Jerman, seorang yang kejeniusannya menjulang setinggi langit, yang dengan efektif telah meringkas dalam tulisannya seluruh kesejarahan filsafat.

Hegel menunjukkan bahwa satu-satunya cara untuk mengatasi "Antinomi" Kant adalah dengan menerima bahwa kontradiksi itu benar-benar ada, bukan hanya dalam pemikiran, tapi juga dalam dunia nyata. Sebagai seorang idealis objektif, Hegel tidak mempedulikan argumen kaum idealis subjektif bahwa pikiran manusia tidak mungkin memahami dunia nyata. Bentuk-bentuk pikiran harus mencerminkan dunia objektif semirip mungkin. Proses pengetahuan mengandung satu penetrasi yang semakin lama semakin dalam menerobos realitas, maju dari yang abstrak ke yang kongkrit, dari yang diketahui ke yang tidak diketahui, dari yang khusus menuju yang umum.

Metode berpikir yang dialektik ini telah memainkan satu peran besar di Jaman Kuno, khususnya dalam ujar-ujar yang naif tapi brilian dari Heraclitus (c. 500 SM), tapi juga dalam pemikiran Aristoteles dan yang lain-lain. metode ini ditinggalkan di Abad Pertengahan, ketika Gereja mengubah logika formal Aristoteles menjadi dogma yang kaku dan mati. Metode ini tidak muncul-muncul lagi sampai Kant mengembalikannya ke tempat yang terhormat. Walau demikian, dalam filsafat Kant dialektika tidaklah menerima perlakuan yang

cukup untuk memperkembangkannya. Tugas untuk membawa ilmu berpikir dialektik ke tingkat perkembangannya yang tertinggi jatuh ke tangan Hegel. Kebesaran Hegel ditunjukkan oleh fakta bahwa hanya dia sendiri yang siap menantang filsafat mekanisme yang dominan pada masa itu. Filsafat dialektika Hegel mengurus proses, bukan hal-hal yang saling terisolasi satu sama lain. Filsafat itu mengurus segala hal dalam masa kehidupannya, bukan dalam kematiannya, dalam kesalingterhubungannya, bukan dalam kesalingterpisahannya. Ini adalah cara memandang dunia yang benar-benar modern dan ilmiah. Sesungguhnya, dalam banyak aspek, Hegel maju jauh lebih dahulu dari jamannya. Walau demikian, sekalipun ia memiliki pandangan yang sering gemilang, filsafat Hegel pada akhirnya tidaklah cukup memuaskan. Kekurangannya yang utama adalah sudut pandangannya yang idealis, yang menghalanginya dalam menerapkan metode dialektika pada dunia nyata dengan cara yang ilmiah dan konsisten. Bukannya mendapat dunia material, kita malah mendapat dunia Ide Absolut, di mana benda-benda nyata, proses dan manusia digantikan oleh bayangan-bayangan tak berbentuk. Mengutip Frederick Engels, dialektika Hegelian adalah filsafat yang paling abortif [gugur sebelum waktunya, pen.] sepanjang sejarah filsafat. Ide-ide yang tepat di sini terlihat berdiri di atas kepala mereka sendiri. Untuk menempatkan dialektika di atas pondasi yang kukuh, sangatlah penting untuk memutarbalikkan filsafat Hegel, untuk mengubah dialektika idealis menjadi materialisme dialektik. Yang ini adalah pencapaian besar dari Karl Marx dan Frederick Engels. Studi kita dimulai dengan satu ulasan ringkas tentang hukum-hukum dasar materialisme dialektik yang mereka kemukakan.

[i] Gordon Childe, *What Happened in History*, p. 19.

[ii] *Ibid.*, pp. 19-20.

[iii] Sir James Frazer, *The Golden Bough*, p. 10.

[iv] *Ibid.*, p. 105.

[v] Ludwig Feuerbach, *The Essence of Christianity*, p. 5.

[vi] Aristoteles, *Metaphysics*, p. 53.

[vii] I. Prigogine dan I. Stengers, *Order Out of Chaos, Man's New Dialogue with Nature*, p. 4.

[viii] Dikutip dalam Margaret Donaldson, *Children's Mind*, p. 84.

[ix] *Oeconomics*, iv, 203, dikutip dalam B. Farrington, *Greek Science*, pp. 28-9.

[x] Feuerbach, *op. cit.*, pp. 204-5

[xi] Dikutip dalam A. R. Burn, *Pelican History of Greece*, p. 132.

[xii] G. Childe, *Man Makes Himself*, pp. 107-8.

Materialisme Yang Dialektik **Apa itu Dialektika?**

"Παντα χωρει, ουδεις μινει."

Segala hal mengalir dan tak satupun yang tinggal diam."

(Heraclitus)

Dialektika adalah sebuah cara untuk memikirkan dan mengartikan dunia baik yang mawujud dalam alam maupun dalam masyarakat. Ia adalah sebuah cara untuk melihat alam semesta, yang berangkat dari aksioma bahwa segala hal berada dalam kondisi yang selalu berubah dan mengalir. Tapi bukan hanya itu. Dialektika menjelaskan bahwa perubahan dan pergerakan melibatkan kontradiksi dan hanya dapat terjadi melalui kontradiksi itu. Jadi, bukannya sebuah garis progres yang mulus dan tak terputus-putus, melalui dialektika kita mendapati satu garis yang di sana-sini disela dengan masa-masa yang mendadak dan penuh gejolak, di mana akumulasi dari perubahan-perubahan yang kecil-kecil (perubahan kuantitatif) menjalani satu percepatan yang tinggi, di mana kuantitas diubah menjadi kualitas. *Dialektika adalah logika dari kontradiksi.*

Hukum-hukum dialektika telah diungkapkan secara rinci oleh Hegel walaupun, dalam tulisannya, hukum-hukum itu muncul dalam bentuk yang idealis dan mistis. Marx dan Engels-lah yang pertama kali memberi basis yang ilmiah, yang materialis, terhadap dialektika. "Hegel menulis sebelum Darwin dan sebelum Marx," tulis Trotsky. "Berkat impuls maha dahsyat yang disuntikkan kepada pemikiran manusia oleh Revolusi Perancis, Hegel mengantisipasi pergerakan umum ilmu pengetahuan. Tapi karena itu hanya sekedar *antisipasi*, sekalipun Hegel adalah seorang jenius, dialektika tetap mendapat watak idealistik di tangannya. Hegel bekerja di bawah bayang-bayang ideologi sebagai realitas puncaknya. Marx menunjukkan bahwa pergerakan dari bayang-bayang ideologi ini tidak mencerminkan apapun selain pergerakan dari benda-benda material."^[1] Dalam tulisan Hegel terdapat banyak contoh hukum dialektika yang disimpulkan dari sejarah dan alam. Tapi idealisme Hegel pastilah telah memberi watak yang sangat abstrak dan acak. Untuk membuat dialektika mengabdikan pada "Ide Absolut", Hegel terpaksa memaksakan sebuah skema bagi alam dan masyarakat, dengan cara yang persis bertentangan dengan dialektika itu sendiri, padahal dialektika itu menuntut kita untuk menurunkan hukum yang mengatur gejala tertentu melalui telaah yang teliti dan objektif atas subjek-materi, seperti yang dilakukan Marx di dalam *Capital*.

"Metode dialektika saya," tulis Marx, "bukan hanya berbeda dengan Hegel, tapi persis kebalikannya. Bagi Hegel, proses kehidupan dari otak manusia, *yaitu* proses berpikir, yang di bawah panji "Ide" bahkan diubahnya menjadi satu subjek yang independen, adalah inti hakikat dari dunia nyata, dan dunia nyata hanyalah sekedar bentuk "Ide" yang eksternal dan fenomenal. Bagi saya, sebaliknya, ide bukanlah apa-apa melainkan dunia nyata yang tercermin dalam pikiran manusia, dan diterjemahkan dalam bentuk-bentuk pikiran." [ii]

Ketika kita pertama kali merenungkan dunia sekitar kita, kita melihat rangkaian gejala yang demikian banyak dan kompleks, satu jaring laba-laba yang rumit dari berbagai perubahan yang berlangsung tanpa henti, sebab dan akibat, aksi dan reaksi. Kekuatan penggerak [*motive force*] dari penyelidikan ilmiah adalah gairah untuk mendapatkan pemahaman yang rasional atas lorong penyesat yang membingungkan ini, agar kita dapat menaklukkannya pada satu waktu. Kita mencari hukum-hukum yang dapat membedakan yang umum dari yang khusus, yang merupakan kebetulan dan yang merupakan keharusan, dan memungkinkan kita memahami kekuatan yang mendorong timbulnya gejala yang kita hadapi. Mengutip kata-kata fisikawan dan filsuf Inggris, David Bohm:

"Di alam tidak satupun yang tinggal tetap. Segala hal berada dalam peralihan, pergerakan dan perubahan yang abadi. Walau demikian, kita menemukan bahwa tidak ada sesuatupun yang muncul dari ketiadaan tanpa memiliki pendahulu yang hadir sebelum dirinya. Sama halnya, tidak ada sesuatupun yang pernah menghilang tanpa bekas, dalam makna bahwa hal ini menimbulkan keadaan di mana tidak sesuatupun yang ada di masa setelah ia menghilang. Karakter umum dunia ini dapat dinyatakan dalam satu prinsip yang kiranya meringkaskan satu himpunan besar berbagai pengalaman, dan yang belum pernah dibuktikan keliru dalam pengamatan atau percobaan apapun, baik yang ilmiah maupun tidak; yaitu, bahwa semua hal datang dari hal lain dan menimbulkan hal yang lain lagi." [iii]

Proposisi dasar dialektika adalah bahwa segala hal berada dalam proses perubahan, pergerakan dan perkembangan yang terus-menerus. Bahkan ketika bagi kita tidak terlihat sesuatupun terjadi, dalam kenyataannya, materi selalu berubah. Molekul, atom dan partikel-partikel sub-atomik terus bertukar tempat, selalu dalam pergerakan. Dialektika, dengan demikian, adalah sebuah interpretasi yang pada hakikatnya dinamik atas segala gejala dan proses yang terjadi dalam segala tingkat materi, baik yang organik maupun yang anorganik.

"Bagi mata kita, mata kasat kita, tidak sesuatupun yang berubah," ujar fisikawan Amerika Richard P. Feynman, "tapi jika kita dapat melihat dengan perbesaran

semilyar kali, kita akan dapat melihat bahwa segalanya selalu berubah: molekul-molekul lepas dari permukaan, molekul-molekul yang kembali terikat di permukaan."[\[iv\]](#)

Demikian mendasarnya ide ini bagi dialektika sehingga Marx dan Engels berpendapat bahwa gerak adalah ciri paling hakiki dari materi. Sebagaimana demikian sering terjadi, pandangan tentang gerak ini ternyata telah juga diantisipasi oleh Aristoteles, yang menulis: "Dengan demikian ... makna yang utama dan terutama dari 'alam' adalah hakikat segala sesuatu yang memiliki di dalam dirinya ... prinsip pergerakan."[\[v\]](#) Ini bukanlah pandangan tentang gerak yang mekanik, sebagaimana satu benda akan bergerak jika dikenai gaya eksternal, tapi satu pandangan yang sama sekali berbeda, bahwa materi bergerak di dalam dirinya [*self-moving*]. Bagi mereka, materi dan gerak (energi) adalah hal yang satu dan sama, dua cara yang berbeda untuk mengekspresikan ide yang sama. Ide ini dengan gemilang dibenarkan oleh Einstein melalui teorinya tentang kesetaraan massa dan energi. Beginilah Engels menyatakannya:

"Gerak, dalam makna yang paling luas, dipandang sebagai cara untuk mengada [*mode of existence*], sifat inheren, dari materi, mencakup segala perubahan dan proses yang terjadi di alam raya, dari sekedar pertukaran tempat sampai proses berpikir. Penyelidikan atas sifat gerak secara alamiah harus mulai dari yang bentuk-bentuk gerak yang paling rendah dan sederhana, dan untuk belajar memahaminya sebelum penyelidikan itu dapat mencapai penjelasan apapun mengenai bentuk-bentuk pergerakan yang lebih tinggi dan kompleks."[\[vi\]](#)

"Segala Sesuatunya Mengalir"

Segala sesuatu terus-menerus berada dalam pergerakan, dari neutrino sampai galaksi berukuran *super-cluster*. Bumi ini sendiri terus bergerak, berotasi mengelilingi matahari sekali setahun dan berotasi pada sumbunya sendiri sekali sehari. Matahari, pada gilirannya, berotasi pada sumbunya sendiri sekali dalam 26 hari dan, bersama dengan bintang-bintang lain dalam galaksi kita, berputar mengelilingi pusat galaksi sekali dalam 230 juta tahun. Sangatlah mungkin bahwa struktur yang lebih besar (*cluster* [himpunan] galaksi) juga memiliki pergerakan rotasionalnya sendiri. Hal ini kelihatannya adalah ciri dari materi, bahkan di tingkat atomik sekalipun, di mana atom-atom yang menyusun molekul berputar dengan tingkat kecepatan yang berbeda-beda. Di dalam atom, elektron berotasi di seputar inti atom dengan kecepatan yang dahsyat.

Elektron memiliki satu kualitas yang dikenal dengan nama *intrinsic spin* [putaran intrinsik]. Yaitu seakan-akan ia berotasi mengelilingi sumbunya dengan satu

tingkat kecepatan yang tetap dan tidak dapat dihentikan atau diubah, kecuali dengan menghancurkan elektron itu sendiri. Jika spin sebuah elektron ditingkatkan, dengan drastis sifat elektron itu akan berubah, yang menghasilkan satu perubahan kualitatif, menghasilkan satu partikel yang sama sekali berbeda. Kuantitas yang dikenal sebagai *angular momentum* [momentum sudut] - pengukuran gabungan dari massa, ukuran dan kecepatan dari sistem yang berotasi - digunakan untuk mengukur spin dari partikel-partikel elementer. Prinsip kuantifikasi spin dari sebuah partikel adalah hal yang paling penting dalam tingkatan sub-atomik, tapi prinsip ini digunakan juga dalam dunia makroskopik. Walau demikian, efek yang terukur dalam dunia makroskopik ini terlalu kecil sehingga dapat diabaikan dalam kehidupan sehari-hari. Dunia partikel sub-atomik selalu berada dalam keadaan bergerak dan bergejolak, di mana tidak sesuatupun terus menjadi dirinya sendiri. Partikel terus-menerus beralih rupa menjadi anti-partikelnya, sehingga bahkan mustahil bagi kita untuk menyatakan identitas satu partikel tertentu dalam satu masa waktu tertentu. Neutron berubah menjadi proton, dan proton menjadi neutron dalam pertukaran identitas yang tanpa hentinya.

Engels mendefinisikan dialektika sebagai "ilmu tentang hukum-hukum umum tentang gerak dan perkembangan alam, masyarakat manusia dan pemikiran." Dalam *Anti-Dühring* dan *The Dialectics of Nature*, Engels memberikan satu ringkasan tentang hukum-hukum dialektika, yang dimulai dengan tiga yang paling dasar:

- 1) Hukum peralihan dari kuantitas menjadi kualitas dan sebaliknya;
- 2) Hukum tentang kutub berlawanan yang saling merasuki;
- 3) Hukum tentang negasi dari negasi.

Sekilas, pernyataan itu terlihat berlebihan dan ambisius. Apakah benar-benar mungkin kita menemukan hukum-hukum yang memiliki penerapan seluas dan seumum itu? Apakah mungkin terdapat satu pola yang mendasari, dan selalu berulang, bukan hanya dalam masyarakat dan pemikiran, tapi juga di dalam alam itu sendiri? Sekalipun terdapat banyak sekali keberatan tentangnya, semakin hari semakin jelas bagi kita bahwa pola semacam itu memang sungguh-sungguh hadir dan selalu memunculkan diri berulang-ulang dalam tiap tingkatan, dengan berbagai macam cara. Dan semakin banyak pula contoh-contoh, yang diambil dari bidang-bidang yang sangat jauh berbeda, dari partikel sub-atomik sampai studi kependudukan, yang semakin memberi bobot pada teori Materialisme yang Dialektik.

Poin yang hakiki dari pemikiran dialektik adalah bahwa pemikiran itu tidak didasarkan pada ide tentang perubahan dan gerak, tapi justru melihat gerak dan perubahan sebagai satu gejala yang didasarkan pada kontradiksi. Di mana logika formal tradisional berusaha menyingkirkan kontradiksi, pemikiran dialektika justru memeluknya erat-erat. Kontradiksi, pertentangan, adalah satu ciri yang hakiki dari seluruh keberadaan. Kontradiksi tergolek di jantung materi itu sendiri. Ia adalah sumber dari segala gerak, perubahan, kehidupan dan perkembangan. Hukum-hukum dialektika yang menyatakan ide ini adalah hukum tentang kesatuan dan saling merasuknya kutub-kutub yang bertentangan. Hukum dialektika yang ketiga, negasi dari negasi, menyatakan pandangan tentang perkembangan. Bukannya satu lingkaran tertutup, di mana satu proses secara abadi mengulangi dirinya sendiri, hukum ini menunjukkan bahwa pergerakan melalui kontradiksi yang berturutan akan menuntun kita menuju perkembangan, dari yang sederhana menjadi yang kompleks, dari yang rendah ke yang tinggi. Segala macam proses tidaklah mengulangi dirinya dengan cara yang persis sama, sekalipun nampaknya demikian. Hukum-hukum ini, dalam garis yang sangat skematik, adalah tiga hukum paling dasar dari dialektika. Dari ketiganya, muncullah seluruh rangkaian proposisi tambahan, yang melibatkan hubungan antara yang sebagian dengan yang keseluruhan, hubungan antara bentuk dan isi, hubungan antara yang terbatas dan yang tidak terbatas, hubungan antara tarikan dan tolakan dan seterusnya. Hal-hal ini akan coba kita telaah. Mari kita mulai dengan kuantitas dan kualitas.

Kuantitas dan Kualitas

Hukum peralihan dari kuantitas menjadi kualitas memiliki penerapan yang amat luas, dari partikel materi yang terkecil di tingkat sub-atomik sampai gejala paling besar yang pernah dikenal oleh manusia. Hukum ini dapat terlihat dalam segala bentuk perwujudan, dan dalam berbagai tingkatan. Walau demikian, hukum yang sangat penting ini masih harus berjuang untuk mendapatkan pengakuan yang selayaknya diperolehnya. Hukum dialektika ini menyeruak masuk ke bidang perhatian kita pada tiap kesempatan. Peralihan dari kuantitas menjadi kualitas telah diketahui kaum Yunani Megaran, yang menggunakannya untuk menunjukkan berbagai paradox, kadangkala dalam bentuk lelucon. Contohnya, "kepala botak" dan "setumpuk gabah" - apakah hilangnya selebar rambut dapat membuat orang dikatakan "botak", atau sebutir gabah dapat disebut "setumpuk gabah"? Jawabnya tidak. Jika ditambah satu lembar lagi, atau sebutir lagi? Jawabnya masih tetap tidak. Pertanyaan ini kemudian diulangi sampai jawabannya adalah setumpuk gabah dan sebuah kepala yang botak. Kita dipaksa

berhadapan dengan kontradiksi bahwa perubahan-perubahan kecil yang saling terisolasi satu sama lain, yang tidak sanggup membuat satu perubahan kualitatif, pada satu titik justru menghasilkan hal itu: kuantitas berubah menjadi kualitas.

Ide bahwa, di bawah kondisi tertentu, bahkan hal-hal kecil dapat menyebabkan perubahan besar telah dinyatakan dalam berbagai pepatah dan ujar-ujar. Contohnya: "Jerami yang mematahkan punggung unta", "lebih mudah bekerja dengan dua kepala daripada satu", "air menetes melubangi batu", dan seterusnya. Dengan berbagai cara, hukum peralihan dari kuantitas menjadi kualitas telah merasuki kesadaran populer, seperti yang ditunjukkan oleh tulisan Trotsky:

"Seseorang pastilah menganut dialektika sampai tahap tertentu, kebanyakan, tidak secara sadar. Seorang ibu rumah tangga tahu bahwa sejumlah tertentu garam membuat rasa sup menjadi sedap, tapi jika ditambah lagi, justru akan membuat rasa sup itu tidak karuan. Dengan demikian, seorang perempuan petani yang buta huruf mengajar dirinya untuk memasak sup melalui hukum Hegelian, peralihan dari kuantitas menjadi kualitas. Contoh-contoh serupa dari hidup sehari-hari dapat dikutip tanpa akhir. Bahkan hewan pun tiba pada kesimpulan-kesimpulan praktis mereka bukan hanya berdasarkan silogisme Aristotelian tapi juga berdasarkan dialektika Hegelian. Demikianlah seekor rubah sadar bahwa hewan berkaki empat dan burung rasanya sedap dan bergizi. Ketika ia menampak seekor kelinci atau ayam, sang rubah akan menyimpulkan, hewan ini termasuk dalam jenis yang lezat dan bergizi dan - memburunya. Kita lihat di sini sebuah silogisme yang lengkap sekalipun rubah itu, bolehlah kita simpulkan, tidak akan pernah membaca karya Aristoteles. Walau demikian, ketika rubah yang sama menampak hewan yang mirip tapi dengan ukuran yang jauh lebih besar, misalnya, seekor serigala, ia akan menyimpulkan dengan cepat bahwa kuantitas telah berubah menjadi kualitas, dan berbalik kabur. Jelaslah bahwa kaki-kaki sang rubah diperlengkapi dengan kecenderungan Hegelian, sekalipun tidak dalam makna yang sadar.

"Semua ini menunjukkan, secara sepintas, bahwa metode berpikir kita, baik yang logika formal maupun yang dialektik, bukanlah satu konstruksi yang acak atas nalar kita tapi merupakan pernyataan atas kesalingterhubungan antar unsur-unsur alam itu sendiri. dalam pengertian ini, seluruh alam raya dirasuki oleh dialektika "tanpa sadar". Tapi alam tidaklah berhenti sampai di situ. Tidak sedikit perkembangan yang dibutuhkan sebelum kesalingterhubungan internal

dari alam diubah menjadi bahasa kesadaran baik rubah maupun manusia, dan manusia kemudian dapat menarik kesimpulan umum dari bentuk-bentuk kesadaran ini dan mengubahnya menjadi kategori-kategori (dialektik) logis, dan selanjutnya menciptakan kesempatan untuk menjelajah lebih jauh ke dalam dunia di sekelilingnya." [vii]

Sekalipun contoh yang diberikan agak bersifat remeh, tetaplah terlihat kebenaran yang mendasar tentang cara bekerjanya dunia ini. Ambillah contoh tumpukan gabah itu. Beberapa penelitian terakhir yang berkaitan dengan teorichaos telah mengerucut pada titik di mana serangkaian variasi kecil selalu menghasilkan satu perubahan keadaan yang masif. (Dalam istilah modern, hal ini disebut "*the edge of chaos*".) Karya fisikawan kelahiran Jerman, Per Bak, bersama rekan-rekannya tentang "*self-organised criticality*" persis menggunakan tumpukan pasir untuk menggambarkan proses mendasar yang terjadi dalam berbagai tingkatan alami dan yang bertepatan persis dengan hukum peralihan kuantitas menjadi kualitas.

Satu contoh dari sini adalah tumpukan pasir - satu analogi yang persis sama dengan tumpukan gandum dari kaum Megaran. Kita menjatuhkan butiran pasir satu demi satu di atas sebuah permukaan datar. Percobaan ini telah dilakukan berulang-ulang, baik dengan benda nyata maupun melalui simulasi komputer. Untuk beberapa waktu, butir-butir pasir itu akan jatuh begitu saja satu di atas yang lain sampai mereka membentuk sebuah piramida kecil. Seketika titik ini tercapai, penambahan butiran pasir akan menempel pada piramid itu, atau justru akan menghancurkan keseimbangannya pada satu sisi, cukup besar untuk membuat tumpukan pasir itu runtuh. Tergantung bagaimana butiran pasir itu jatuh, keruntuhan tumpukan pasir itu dapat berskala kecil atau justru menghancurkan sama sekali keseluruhan tumpukan. Ketika tumpukan itu mencapai titik kritis, penambahan satu butir pun dapat menimbulkan dampak yang mempengaruhi seluruh butiran pasir yang lain. Contoh yang tampaknya remeh ini menyediakan satu "model *edge of chaos*" yang amat menawan, dengan penerapan yang sangat luas, dari gempa bumi sampai evolusi; dari krisis bursa saham sampai perang.

Tumpukan pasir bertambah besar, dengan butiran pasir yang berlebih mengalir jatuh sepanjang sisinya, ketika semua kelebihan butiran pasir telah jatuh, tumpukan pasir yang terjadi disebut berada dalam keadaan "*self-organised*". Dengan kata lain, tidak seorangpun dengan sadar menyusunnya sampai bentuk seperti itu. Mereka "mengorganisir diri sendiri" sesuai dengan hukum-hukum internalnya sendiri, sampai mereka mencapai satu keadaan *kritis*, di mana

butiran-butiran pasir yang ada di permukaan berada dalam keadaan nyaris tidak stabil. Dalam kondisi kritis ini, penambahan butiran pasir yang sesedikit apapun akan menghasilkan kejadian yang tak dapat diduga sebelumnya. Mungkin perubahan yang terjadi akan sangat kecil, atau justru akan memicu satu reaksi berantai yang menghasilkan satu kelongsoran yang menghancurkan keseluruhan tumpukan.

Menurut Per Bak, gejala ini dapat dinyatakan dalam persamaan matematika, di mana kekerapan rata-rata dari kelongsoran dengan ukuran tertentu akan berbanding terbalik dengan pangkat sekian dari ukurannya. Ia juga menunjukkan bahwa perilaku "hukum kepangkatan" itu sangatlah umum di alam, seperti massa-kritis dari plutonium, di mana reaksi berantai selalu berada di ambang ledakan nuklir. Pada tingkatan di bawah massa kritis, reaksi berantai di dalam massa plutonium tidak akan menimbulkan apa-apa; pada tingkatan di atas massa kritis, reaksi berantai akan menimbulkan ledakan nuklir. Satu gejala yang mirip dapat dilihat dalam gempa bumi, di mana batu-batu di sisi sebuah retakan kerak bumi selalu berada dalam keadaan di mana mereka siap berbenturan satu sama lainnya. Retakan kerak bumi mengalami serangkaian selip besar atau kecil, yang menjaga ketegangan pada titik kritis selama beberapa waktu sampai ia akhirnya runtuh menjadi sebuah gempa bumi.

Sekalipun para pendukung teori *chaos* kelihatannya tidak sadar tentang hal ini, contoh-contoh yang diberikan di atas adalah kasus-kasus yang melibatkan peralihan dari kuantitas menjadi kualitas. Hegel menemukan satu garis node hubungan-hubungan terukur, di mana perubahan-perubahan kuantitatif kecil pada titik tertentu akan menimbulkan satu lompatan kualitatif. Contoh yang sering diberikan adalah air, yang mendidih pada suhu 100°C di bawah tekanan atmosfer normal. Ketika suhunya semakin mendekati titik didih, peningkatan panas tidak otomatis membuat molekul air terbang berhamburan. Sampai ia mencapai titik didih, air mempertahankan volumenya. Ia tetap tinggal sebagai air, karena molekul-molekul air masih saling tarik-menarik. Walau demikian, perubahan yang terus berlangsung secara bertahap dalam suhu air menghasilkan efek peningkatan kecepatan gerak molekul. Volume antar atom meningkat sedikit demi sedikit, sampai titik di mana kekuatan saling tarik antar molekul tidak lagi cukup kuat untuk mengikat molekul-molekul itu dalam satu kesatuan. Tepat pada suhu 100°C, peningkatan energi panas sekecil apapun akan menyebabkan molekul-molekul air terbang berhamburan dalam bentuk uap.

Proses itu dapat dilihat dalam kebalikannya. Ketika air didinginkan dari suhu 100°C menjadi 0°C, ia tidak mengental sedikit demi sedikit, dari bentuk pasta,

menjadi jelly lalu menjadi benda padat. Gerakan atom melambat perlahan-lahan seiring dengan semakin turunnya tingkat energi panas sampai, pada suhu 0°C, satu titik kritis tercapai, di mana molekul-molekul akan saling terkunci ke dalam satu pola tertentu, yang kita kenal sebagai es. Secara teknis, perbedaannya adalah bahwa, di dalam benda padat, atom-atom tersusun dalam sebuah matriks kristalin. Mereka tidak memiliki posisi acak yang saling berjauhan, sehingga posisi atom-atom pada satu sisi kristal akan ditentukan oleh atom di sisi yang lain. Itulah mengapa kita dapat menggerakkan tangan kita dengan bebas di dalam air, sedangkan es sangat kaku dan sulit ditembus. Di sini kita melihat satu perubahan kualitatif, satu perubahan keadaan, yang muncul dari akumulasi terhadap perubahan kualitas. Sebutir molekul air adalah hal yang relatif sangat bersahaja, satu atom oksigen yang terikat pada dua atom hidrogen melalui persamaan fisika atomik yang jamak. Walau demikian, ketika sejumlah besar molekul-molekul ini digabungkan, mereka memperoleh satu sifat yang tidak mereka miliki ketika berdiri sendiri - likuiditas, bentuk cair. Sifat seperti ini tidak dapat dirumuskan dalam persamaan matematik. Dalam bahasa yang kompleks, likuiditas adalah sebuah gejala yang "muncul secara tiba-tiba".

"Dinginkan molekul-molekul air yang cair itu sedikit, contohnya, dan pada suhu 32°F mereka akan tiba-tiba berhenti saling bertumbukan secara acak. Mereka justru akan menjalani sebuah 'fase transisi', mengunci diri mereka ke dalam matriks kristalin yang teratur, yang dikenal sebagai es. Atau jika Anda menempuh jalur yang sebaliknya, molekul-molekul air itu akan tiba-tiba terbang berhamburan dan menjalani fase transisi menjadi uap air. Kedua fase transisi itu tidak memiliki makna apapun bagi satu molekul air yang berdiri sendiri."**[viii]**

Frasa "fase transisi" tidak lebih ataupun kurang dari lompatan kualitatif. Proses yang mirip dapat dilihat dalam gejala yang demikian beragam seperti cuaca, molekul DNA, dan pikiran itu sendiri. Kualitas dari likuiditas ini sangat jamak dan dapat diperkirakan dengan ketepatan tinggi - sampai tingkat tertentu. Hukum pergerakan fluida (gas dan cairan) jelas membedakan antara aliran *laminar* yang mulus, yang tertentu dan dapat diramalkan, dan aliran *turbulen*, yang, paling-paling, hanya dapat dinyatakan melalui pendekatan. Pergerakan air melalui sebuah dermaga di pinggir sungai dapat diperkirakan secara akurat dari persamaan likuida normal, asalkan sungai itu mengalir dengan kecepatan rendah. Bahkan jika kita meningkatkan kecepatan aliran sungai, sampai tercipta pusaran dan gelombang ombak, kita masih akan tetap dapat meramalkan perilakunya. Tapi jika kecepatan air ditingkatkan di atas satu ambang tertentu, menjadi mustahil bagi kita untuk meramalkan di mana

pusaran akan timbul, atau bahkan, untuk meramalkan perilaku aliran itu sendiri. Aliran itu telah menjadi *chaos*.

Tabel Periodik Mendeleev

Adanya perubahan kualitatif dalam materi telah dikenal jauh sebelum umat manusia mulai berpikir tentang ilmu pengetahuan, tapi tidak benar-benar dipahami sebelum munculnya teori atom. Dahulu, fisika menganggap perubahan keadaan dari padat ke cair ke gas sebagai sesuatu yang terjadi begitu saja, tanpa tahu persisnya mengapa. Baru sekarang gejala-gejala ini dapat dipahami dengan tepat.

Ilmu kimia membuat lompatan besar di abad ke-19. Sejumlah besar unsur ditemukan. Tapi, mirip seperti suasana yang kini dialami oleh fisika partikel, pemahaman akan tata urutan unsur-unsur itu masih sangat kacau dan tidak beraturan. Keteraturan ditegakkan oleh ilmuwan besar Rusia Dimitri Ivanovich Mendeleev yang, di tahun 1869, dalam kerjasama dengan ahli kimia Jerman Julius Meyer, menciptakan *tabel periodik unsur*, yang dinamai demikian karena tabel itu menunjukkan pengulangan terjadinya sifat-sifat kimia dari berbagai unsur.

Berat atom ditemukan tahun 1862 oleh Cannizarro. Tapi kejeniusan Mendeleev terletak pada fakta bahwa ia tidak melakukan pendekatan yang murni kuantitatif terhadap berbagai unsur kimia itu, yaitu, ia tidak melihat perbedaan antar atom semata dari sudut beratnya. Kalau ia melakukan itu, ia tidak akan pernah dapat membuat terobosan seperti yang dibuatnya kemudian. Dari sudut pandang yang murni kuantitatif, contohnya, unsur Telurium (berat atom = 127,61) harusnya ditempatkan setelah Yodium (berat atom = 126,91) dalam tabel periodik. Tapi, Mendeleev menempatkannya sebelum Yodium, di bawah Selenium, yang lebih mirip sifatnya, dan menempatkan Yodium di bawah unsur yang sesuai dengannya, Brom. Metode Mendeleev dibenarkan di abad ke-20, ketika penyelidikan dengan sinar-X membuktikan bahwa pengaturan yang dibuatnya tepat. Telurium kemudian ditetapkan bernomor atom 52 dan Yodium 53.

Seluruh tabel periodik Mendeleev didasarkan pada hukum kuantitas dan kualitas, dengan menyimpulkan perbedaan kualitatif dari perbedaan kuantitatif dalam berat atom. Hal ini diakui Engels pada waktu itu:

"Akhirnya, hukum Hegelian bukan hanya sah untuk zat-zat senyawa tapi juga untuk unsur-unsur kimia itu sendiri. Kita kini tahu bahwa 'unsur-unsur kimia adalah fungsi periodik dari berat atomnya', ... dan bahwa, dengan demikian,

kualitasnya ditentukan oleh kuantitas berat atomnya. Dan tulisan-tulisan tentang hal ini telah dibuat dengan gemilang. Mendeleyev telah membuktikan bahwa berbagai senjang yang terjadi dalam serangkaian unsur yang saling berkaitan, yang disusun menurut berat atom, menunjukkan bahwa di sana-sini terdapat unsur-unsur yang masih harus ditemukan. Ia menjelaskan di muka sifat-sifat kimiawi umum dari unsur-unsur yang belum ditemukan ini, yang disebutnya eka-aluminium, karena unsur itu mengikuti aluminium dalam barisan yang dimulai oleh unsur aluminium itu. Iapun dapat meramalkan, melalui pendekatan, berat spesifik dan atomik dan juga volume atomiknya. Beberapa tahun kemudian, Lecoq de Boisbaudran sungguh-sungguh menemukan unsur-unsur ini, dan ramalan Mendeleyev tepat nyaris sepenuhnya, dengan penyimpangan yang hanya sedikit sekali. Eka-aluminium kemudian diberi nama Galium.... Melalui penerapan - tidak secara sadar - atas hukum-hukum peralihan kuantitas ke kualitas dari Hegel, Mendeleyev membuat pencapaian yang tidak kalah bobotnya dengan pencapaian Leverrier ketika ia menghitung orbit dari planet Neptunus yang waktu itu belum ditemukan." [ix]

Ilmu kimia melibatkan baik ciri kuantitatif maupun kualitatif, baik perubahan dalam derajatnya maupun dalam keadaannya. Hal ini dapat dilihat dalam perubahan keadaan dari gas ke cair ke padat, yang biasanya berkaitan dengan variasi suhu dan tekanan. Dalam *Anti-Dühring*, Engels memberi serangkaian contoh bagaimana, dalam ilmu kimia, penambahan kuantitatif yang sederhana atas berbagai unsur ternyata menciptakan zat yang sama sekali berbeda. Sejak masa Engels, sistem penamaan yang digunakan dalam ilmu kimia telah mengalami perubahan. Walau demikian, perubahan kuantitas ke kualitas tetaplah dinyatakan dengan akurat dalam contoh berikut ini:

" CH_2O_2 - asam format titik didih 100°C titik lebur 1°C

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ - asam asetat titik didih 118°C titik lebur 17°C

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ - asam propionat titik didih 140°C -

$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ - asam butirrat titik didih 162°C -

$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ - asam valerianat titik didih 175°C -

Dan seterusnya $\text{C}_{30}\text{H}_{60}\text{O}_2$, asam melissiat, yang lebur dalam suhu hanya 80°C dan tidak memiliki titik didih sama sekali, karena ia tidak dapat menguap tanpa mengalami penguraian." [x]

Studi tentang gas dan uap merupakan satu cabang khusus dari ilmu kimia. Pelopor kimia dari Inggris, Faraday, berpendapat bahwa mustahil untuk mencairkan enam macam gas, yang ia sebut gas permanen - hidrogen, oksigen, nitrogen, karbon monoksida, nitrit oksida dan metana. Tapi, di tahun 1877, ahli

kimia Swiss, R. Pictet, berhasil mencairkan oksigen pada suhu -140°C di bawah tekanan 500 atmosfer. Kemudian, nitrogen, oksigen dan karbon monoksida semua dapat dicairkan dan, dalam temperatur yang lebih rendah lagi, dapat pula dipadatkan. Di tahun 1900, hidrogen dapat dicairkan pada -240°C . akhirnya, pencairan helium, yang merupakan tantangan terbesar, dapat dilakukan pada suhu -255°C . Penemuan-penemuan ini memiliki penerapan praktis yang penting. Hidrogen dan oksigen cair kini digunakan dalam jumlah besar dalam roket-roket. Pengubahan kuantitas ke kualitas ditunjukkan oleh fakta bahwa perubahan suhu menghasilkan perubahan sifat. Hal ini adalah kunci bagi gejala superkonduktivitas. Melalui *super-cooling* [pendinginan ekstrim], ditemukan bahwa beberapa zat tertentu, mulai dari merkuri, tidak memiliki hambatan terhadap arus listrik.

Studi tentang suhu yang ekstra rendah ini dikembangkan di pertengahan abad ke-19 oleh William (kemudian dinobatkan sebagai Lord) Kelvin dari Inggris, yang menetapkan konsep nol absolut (suhu terendah yang mungkin tercapai), yang menurut perhitungannya adalah -273°C . Pada suhu ini, menurutnya, energi molekul turun ke tingkat nol. Suhu ini kadangkala dirujuk sebagai nol derajat Kelvin, dan digunakan sebagai basis skala untuk mengukur suhu-suhu yang amat rendah. Walau demikian, bahkan pada titik nol mutlak, gerak tidak hilang sama sekali. Masih terdapat sisa energi yang tidak akan pernah dapat disingkirkan. Untuk keperluan praktis, dikatakan bahwa energi sama dengan nol, tapi bukan seperti itu keadaan sebenarnya. Materi dan gerak, seperti yang ditunjukkan Engels, tidak akan pernah terpisah - bahkan pada titik "nol mutlak".

Saat ini, suhu-suhu yang amat rendah diciptakan secara rutin, dan memainkan peran penting dalam pembuatan superkonduktor. Merkuri menjadi superkonduktif tepat pada suhu $4,12^{\circ}\text{K}$; timbal pada suhu $7,22^{\circ}\text{K}$; timah pada $3,73^{\circ}\text{K}$; aluminium pada $1,20^{\circ}\text{K}$; uranium pada $0,8^{\circ}\text{K}$; titanium pada $0,53^{\circ}$. Sekitar 1400 unsur dan senyawa menunjukkan kualitas ini. Hidrogen cair mendidih pada suhu $20,4^{\circ}\text{K}$. Helium adalah satu-satunya zat yang tidak dapat dibekukan, bahkan pada titik nol mutlak. Zat itu adalah satu-satunya zat yang mengandung gejala yang dikenal sebagai superfluiditas. Di sini, juga, perubahan suhu menghasilkan lompatan kualitatif, yang dikenal sebagai helium-2, untuk membedakannya dari helium cair yang berada pada suhu di atas nol mutlak (helium-1). Dengan menggunakan teknik-teknik baru, suhu serendah $0,000001^{\circ}\text{K}$ telah dapat dicapai, sekalipun kelihatannya suhu nol mutlak tidak akan pernah dapat dicapai.

Sejauh ini, kita telah berkonsentrasi pada perubahan-perubahan kimia yang terjadi di laboratorium dan di dalam industri. Tapi tidak boleh pula dilupakan bahwa perubahan-perubahan ini terjadi dalam skala yang jauh lebih besar di alam ini. Komposisi kimia dari batubara dan intan, dengan mengabaikan pengotoran oleh unsur-unsur lain, adalah sama - karbon. Perbedaan yang terjadi adalah hasil dari tekanan raksasa yang, pada satu titik, mengubah segumpal batubara menjadi bahan kalung para putri bangsawan. Untuk mengubah grafit yang jamak terdapat menjadi intan yang jarang dan mahal itu dibutuhkan tekanan sekurangnya 10.000 atmosfer dalam waktu yang luar biasa lama. Proses ini terjadi secara alami di bawah permukaan bumi. Di tahun 1955, perusahaan monopoli besar GEC berhasil mengubah grafit menjadi intan dengan suhu 2.500°C, dan tekanan sebesar 100.000 atmosfer. Hasil yang sama dicapai tahun 1962, dengan suhu 5.000°C dan tekanan 200.000 atmosfer, yang langsung mengubah grafit menjadi intan, tanpa memerlukan bantuan katalis. Ini adalah intan sintesis, yang tidak digunakan untuk menghiasi leher para putri bangsawan, tapi untuk keperluan yang jauh lebih produktif - sebagai alat pemotong untuk keperluan industri.

Fase Transisi

Salah satu bidang penelitian yang paling penting berurusan dengan apa yang dikenal sebagai *fase transisi* - titik kritis di mana materi berubah dari padat ke cair atau dari cair ke uap; atau berubah dari non-magnetis ke magnetis; atau dari konduktor ke superkonduktor. Semua proses ini berbeda, tapi kini telah ditetapkan tanpa keraguan lagi bahwa mereka semua mirip, demikian miripnya sehingga matematika yang diterapkan untuk salah satu percobaan itu dapat pula diterapkan pada percobaan yang lain. Ini adalah contoh yang sangat jelas dari lompatan kualitatif, seperti yang ditunjukkan oleh kutipan dari James Gleick berikut ini:

"Sama seperti halnya chaos itu sendiri, fase transisi melibatkan sejenis perilaku makroskopik yang nampaknya sulit diramalkan hanya dengan melihat rincian mikroskopiknya. Ketika satu benda padat dipanaskan, molekul-molekulnya bergetar dengan energi yang bertambah. Mereka mendesak ke luar melawan ikatan di antara mereka dan memaksa zat itu untuk memuai. Semakin tinggi panas, semakin besar pemuaian. Walau demikian, pada suhu dan tekanan tertentu, perubahan menjadi mendadak dan terputah-putah. Seuntai tali yang sedang meregang menjadi putus. Bentuk-bentuk kristalin melebur, dan molekul-molekul melepaskan diri satu sama lain. Mereka mematuhi hukum fluida yang

sama sekali tidak ada kesamaannya dengan hukum-hukum benda padat. Energi atomik rata-rata hampir tidak berubah, tapi zat itu - yang kini menjadi cair, atau menjadi magnetis, atau menjadi superkonduktor - telah memasuki dunia yang sama sekali baru."**[xi]**

Dinamika Newton sangat cukup untuk menjelaskan gejala yang terjadi pada skala besar, tapi gagal ketika kita memasuki dimensi atomik. Sesungguhnya, mekanika klasik masih tetap sah untuk kebanyakan operasi yang tidak melibatkan kecepatan yang luar biasa tinggi atau proses yang terjadi di tingkatan sub-atomik. Mekanika kuantum akan kita bahas pada bagian yang lain. Tapi, mekanika baru ini menunjukkan satu lompatan kualitatif dalam ilmu pengetahuan. Hubungannya dengan mekanika klasik sangat mirip dengan hubungan antara matematik tinggi dan rendah dan antara dialektika dan logika formal. Mekanika baru ini dapat menjelaskan fakta yang tidak dapat dijelaskan oleh mekanika klasik, seperti transformasi radioaktif, pengubahan materi menjadi energi. Ia membangkitkan satu cabang baru ilmu pengetahuan - kimia teoritik, yang sanggup menyelesaikan problem-problem yang semula tak terbayang penyelesaiannya. Teori magnetisme logam mengalami perubahan mendasar, memungkinkan berbagai penemuan tentang aliran listrik melalui logam. Serangkaian besar kesulitan teoritis telah disingkirkan, seketika setelah sudut pandang yang baru ini diterima. Tapi, untuk waktu yang lama, mekanika baru ini membentur penolakan yang keras kepada karena apa yang dihasilkannya berlawanan sama sekali dengan apa yang dihasilkan oleh cara berpikir tradisional dan hukum-hukum logika formal.

Fisika modern menyediakan segudang contoh tentang hukum-hukum dialektika, mulai dari persoalan kuantitas dan kualitas. Ambillah, misalnya, hubungan antara berbagai jenis gelombang elektromagnetik dan frekuensi mereka, yaitu, kecepatan bergetarnya. Karya Marxwell, yang sangat menarik perhatian Engels, menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik dan cahaya adalah dua hal yang sama. Mekanika kuantum kemudian menunjukkan bahwa situasinya jauh lebih kompleks dan kontradiktif, tapi, untuk frekuensi yang rendah, teori gelombang itu masih dapat diterapkan.

Sifat-sifat berbagai jenis gelombang ditentukan oleh jumlah getaran per detiknya. Perbedaannya terletak pada frekuensi gelombang, kecepatan getarannya, jumlah getaran per detiknya. Artinya, perubahan kuantitatif membangkitkan berbagai jenis sinyal gelombang yang berbeda. Jika kita terjemahkan ini dalam bahasa warna, merah menunjukkan gelombang cahaya dengan frekuensi rendah. Satu

peningkatan dalam kecepatan getaran mengubah warna itu menjadi oranye-kuning, lalu menjadi ungu, lalu menjadi ultra-violet yang tak kasat mata dan sinar-X dan terakhir menjadi sinar-gamma. Jika kita membalikkan proses itu, di kutub yang paling rendah kita mendapati infra-merah dan sinar cahaya lalu gelombang radio. Dengan demikian, gejala yang sama mengambil wujud yang berbeda-beda, tergantung dari tinggi-rendahnya frekuensi. Kuantitas berubah menjadi kualitas.

Spektrum Elektromagnetik

Frekuensi (dalam getaran per detik)	Nama	Perilaku rata-rata
10^2	Gangguan listrik	Medan
$5 \times 10^5 - 10^6$	Gelombang radio	
10^8	FM - TV	
10^{10}	Radar	Gelombang
$5 \times 10^{14} - 10^{15}$	Cahaya	
10^{18}	Sinar-X	
10^{21}	Sinar-gamma, nuklir	
10^{24}	Sinar-gamma, "artifisial"	Partikel
10^{27}	Sinar-gamma, dalam sinar kosmis	

Sumber: R. P. Feynman. *Lectures on Physics*, bab 2, p. 7, Tabel 2-1

Organik dan Anorganik

Hukum kuantitas dan kualitas juga berguna untuk memberi penerangan akan salah satu aspek yang paling kontroversial dalam fisika modern, apa yang dikenal sebagai "prinsip ketidakpastian", yang akan kita telaah dengan lebih rinci di bagian berikutnya. Walaupun mustahil bagi kita untuk mengetahui persis posisi

dan kecepatan sebuah partikel sub-atomik, tetaplah mungkin bagi kita untuk meramalkan dengan ketepatan tinggi perilaku dari sejumlah besar partikel-partikel itu. Satu contoh: atom radioaktif meluruh pada satu tingkat yang dapat ditetapkan secara statistik sehingga ia digunakan oleh para ilmuwan sebagai "jam" alami untuk menghitung usia bumi, matahari dan bintang-bintang. Fakta bahwa hukum-hukum yang mengatur perilaku partikel sub-atomik berbeda dengan hukum-hukum yang mengatur fungsinya pada tingkatan "normal" persis menunjukkan satu contoh peralihan dari kuantitas menjadi kualitas. Titik persis di mana hukum gejala skala-kecil berhenti berfungsi ditetapkan oleh *kuantum aksi* yang diterangkan oleh Max Planck di tahun 1900.

Pada titik tertentu, rantai peristiwa-ambang menyebabkan satu lompatan kualitatif di mana materi yang anorganik membangkitkan satu materi yang organik. Perbedaan antara materi organik dan anorganik sangatlah relatif. Ilmu pengetahuan modern sudah maju jauh sekali untuk menemukan persisnya bagaimana yang organik itu dapat lahir dari yang anorganik. Hidup itu sendiri terdiri dari atom-atom yang terorganisir dalam cara yang khusus. Kita semua adalah kumpulan atom, tapi bukan "sekedar" kumpulan atom. Dalam satu penataan yang luar biasa kompleks atas gen-gen kita, kita memiliki kemungkinan yang tak terbatas. Tugas untuk memungkinkan setiap individu untuk mengembangkan tiap kemungkinan ini ke tingkat yang tertinggi adalah tugas yang terbeban di pundak sosialisme.

Para ahli biologi molekuler kini tahu urutan lengkap dari DNA sebuah organisme, tapi tidak dapat menduga dari susunan itu bagaimana organisme menyusun dirinya sepanjang evolusinya. Seperti pengetahuan tentang struktur H₂O tidaklah memberikan satu pengetahuan tentang timbulnya likuiditas. Satu analisis tentang susunan kimiawi dan sel dari tubuh tidaklah otomatis menyusun satu rumus tentang hidup. Hal yang sama berlaku pula untuk nalar itu sendiri. Para ahli syaraf telah memiliki setumpuk data tentang apa yang dilakukan oleh otak. Otak manusia terdiri dari sepuluh milyar neuron, yang setiap di antaranya memiliki rata-rata seribu hubungan dengan neuron tetangganya. Komputer tercepat dapat melakukan sekitar satu milyar operasi dalam satu detik. Otak seekor lalat yang *menclok* di tembok melakukan sekitar 100 milyar operasi dalam kurun waktu yang sama. Perbandingan ini memberi gambaran perbedaan yang sangat besar antara otak manusia dengan komputer yang paling maju sekalipun. Kompleksitas yang luar biasa dari otak manusia adalah salah satu alasan mengapa kaum idealis telah mencoba mengepung fenomena nalar dengan aura mistis. Pengetahuan tentang rincian setiap neuron, akson dan sinapsis tidaklah

cukup untuk menjelaskan fenomena nalar dan emosi. Walau demikian, tidak ada sesuatupun yang mistis tentang hal ini. Dalam bahasa kompleksitas teori, baik nalar maupun hidup adalah "fenomena yang mendadak muncul". Dalam bahasa dialektik, lompatan dari kuantitas menjadi kualitas berarti bahwa yang keseluruhan memiliki kualitas yang tidak dapat diperkirakan dari yang sebagian, atau yang keseluruhan tidak dapat direduksi atas bagian-bagiannya semata. Satu neuron yang sendirian tidak memiliki kesadaran. Tapi, *sum total*, keseluruhan neuron dan hubungan-hubungan antar mereka memiliki hal itu. Jaringan syaraf adalah satu sistem yang dinamis dan non-linear. Aktivitas kompleks dan interaksi antar neuron-lah yang menghasilkan fenomena yang kita sebut kesadaran.

Hal yang serupa dapat dilihat dalam sejumlah besar sistem multi-komponen dalam bidang yang beraneka ragam. Studi tentang koloni semut di Universitas Bath telah menunjukkan bagaiman perilaku yang tidak terlihat pada semut yang sendirian muncul dalam sebuah koloni. Seekor semut, yang dibiarkan sendirian, akan mengembara secara acak, mencari makan dan beristirahat dengan jangka yang tidak teratur. Walau demikian, ketika pengamatan dipindahkan pada keseluruhan koloni semut, jelaslah bahwa mereka menjadi aktif dalam jangka yang sangat teratur. Diperkirakan bahwa hal ini memaksimalkan keefektifan kerja mereka: jika mereka semua bekerja bersama-sama, kecil kemungkinannya seekor semut mengulangi tugas yang telah dikerjakan oleh semut yang lain. Tingkat koordinasi di tingkatan koloni semut demikian tinggi sehingga beberapa orang berpendapat bahwa koloni semut adalah seekor hewan, bukan sebuah koloni. Pendapat ini juga merupakan penyajian mistis dari sebuah gejala yang hadir dalam berbagai tingkatan di alam dan pada hewan dan masyarakat manusia, dan yang hanya dapat dipahami dalam istilah hubungan dialektik antara yang sebagian dan yang keseluruhan.

Kita dapat melihat hukum peralihan dari kuantitas menjadi kualitas bekerja ketika kita berpikir tentang evolusi dari sebuah spesies. Dalam istilah biologis satu "ras" atau "keturunan" hewan tertentu didefinisikan melalui kemampuan mereka untuk melakukan pembuahan di antara mereka sendiri. Tapi sejalan dengan semakin jauhnya modifikasi evolusi, kemampuan inipun menghilang. Pada titik ini sebuah spesies baru telah terbentuk. Paleontologis Stephen Jay Gould dan Niles Eldredge telah menunjukkan bahwa proses ini kadangkala lambat dan bertele-tele dan kadangkala berlangsung dengan kecepatan tinggi. Yang manapun yang terjadi, mereka menunjukkan bahwa akumulasi bertahap dari perubahan-perubahan kecil memprovokasi perubahan kualitatif pada titik

tertentu. "Keseimbangan yang terputus-putus" adalah istilah yang digunakan oleh para ahli biologi untuk menggambarkan periode panjang stabilitas, yang disela oleh perubahan yang berlangsung mendadak. Ketika ide ini diajukan oleh Gould dan Eldredge dari American Museum to Natural History di tahun 1972, ide itu memprovokasi satu perdebatan yang keras di antara para ahli biologi, yang sampai saat itu masih menganggap bahwa Darwinisme adalah sinonim dari gradualisme.

Untuk waktu yang lama, orang berpikir bahwa evolusi tidak melibatkan perubahan drastis semacam itu. Evolusi digambarkan sebagai perubahan yang perlahan dan gradual. Walau demikian, bukti-bukti dari fosil, sekalipun belum lengkap, memberi gambaran yang sangat berbeda, dengan periode panjang evolusi gradual yang dihentikan oleh pergolakan yang ganas, diiringi dengan kepunahan massa dari beberapa spesies dan kemunculan spesies yang lain. Walau mungkin dinosaurus benar punah sebagai konsekuensi dari benturan meteorit dengan bumi, sangatlah mungkin bahwa kebanyakan kepunahan besar lain disebabkan oleh proses pergolakan semacam ini. Sekalipun gejala eksternal, termasuk benturan dengan meteorit atau komet, dapat memainkan peran sebagai "kecelakaan" dalam proses evolusi, kita tetap harus mencari satu penjelasan tentang evolusi sebagai hasil dari hukum-hukum internalnya. Teori "keseimbangan terputus", yang kini didukung oleh kebanyakan paleontologis, merupakan satu pemutusan hubungan yang menentukan dengan interpretasi lama Darwinisme yang gradualis, dan menyajikan gambaran evolusi yang benar-benar dialektik, di mana periode panjang kebuntuan diselingi oleh lompatan-lompatan mendadak dan perubahan katastrofik (penuh gejolak) dalam segala bentuknya.

Contoh yang dapat diberikan tak terhingga jumlahnya, mencakup bidang yang luar biasa luas. Mungkinkah kita terus meragukan kebenaran hukum yang sangat penting ini? Apakah dibenarkan jika kita terus mengabaikannya dan menepisnya sebagai sekedar satu penemuan subjektif yang diterapkan secara acak pada gejala-gejala yang tak berhubungan satu dengan lainnya? Kita melihat bahwa di dalam fisika, studi tentang fase transisi telah membawa kita pada kesimpulan bahwa perubahan-perubahan yang nampaknya tidak saling berhubungan - mendidihnya cairan dan berubahnya logam menjadi magnet - semua mematuhi hukum-hukum yang sama. Hanya persoalan waktu sebelum hubungan-hubungan serupa ditetapkan, yang akan menyingkirkan semua keraguan bahwa

hukum peralihan kuantitas menjadi kualitas adalah sungguh salah satu hukum alam yang paling mendasar.

Yang Keseluruhan dan Yang Sebagian

Menurut logika formal, yang keseluruhan pastilah sama dengan hasil penjumlahan bagian-bagiannya. Tapi jika kita meneliti lebih dekat, hal ini tidaklah selalu benar. Dalam kasus organisme hidup, jelas bukan begitu halnya. Seekor kelinci yang dibedah di laboratorium bukan lagi seekor kelinci. Fakta ini telah dipahami oleh para penganjur teori *chaos* dan kompleksitas. Walaupun fisika klasik, dengan sistemnya yang linear, menerima bahwa yang keseluruhan adalah persis sama dengan jumlah bagian-bagiannya, logika kompleksitas yang non-linear memegang teguh pandangan yang berlawanan, yang bersesuaian sepenuhnya dengan dialektika:

"Yang keseluruhan hampir selalu berjumlah jauh lebih besar dari jumlah bagian-bagiannya," ujar Waldrop. "dan pernyataan matematis dari sifat ini - jika sistem itu dapat dinyatakan secara matematis - adalah persamaan yang non-linear: persamaan yang grafiknya melengkung." [xii]

Kita telah mengutip contoh-contoh perubahan kualitatif dalam ilmu kimia yang digunakan oleh Engels dalam *Anti-Dühring*. Walau contoh-contoh ini tetaplah sah, kita tidak boleh menganggap contoh-contoh itu hanya sampai di situ saja. Engels, tentu saja, terbatas oleh pengetahuan ilmiah di jamannya. Kini kita boleh melangkah lebih jauh lagi. Teori kimia atomik klasik dijabarkan dari ide bahwa penggabungan atom-atom menjadi kesatuan yang lebih besar hanya akan menghasilkan agregat dari atom-atom itu, yakni, dalam hubungan yang murni kuantitatif. Penggabungan dari atom-atom menjadi molekul dilihat sebagai penggabungan yang sederhana. Rumus kimia seperti H_2O , H_2SO_4 , dan lain-lain mengandaikan bahwa tiap atom pada dasarnya tidak berubah ketika mereka memasuki penggabungan baru dengan atom lain.

Hal ini persis mencerminkan cara berpikir logika formal, yang menyatakan bahwa yang keseluruhan hanyalah hasil penjumlahan bagian-bagiannya. Dengan demikian, karena berat molekular sama dengan jumlah dari atom-atom penyusunnya, dianggaplah bahwa atom-atom itu sendiri tidak mengalami perubahan, setelah mereka memasuki satu hubungan baru yang murni kuantitatif. Walau demikian, banyak sifat dari senyawa ini tidaklah dapat ditentukan dengan cara itu. Sesungguhnya, kebanyakan sifat senyawa sangat berbeda dari sifat unsur-unsur penyusunnya. Apa yang disebut "prinsip penggabungan" tidaklah dapat menerangkan perubahan ini. Cara berpikir ini hanya melihat satu sisi saja, tidak cukup, dengan kata lain, keliru.

Teori atom modern telah menunjukkan kekeliruan ide ini. Walaupun masih menerima bahwa struktur yang kompleks harus dijelaskan sebagai agregat dari faktor-faktor yang lebih elementer, teori atom modern telah menunjukkan bahwa hubungan antar unsur bukanlah sesuatu yang indifferen dan kuantitatif, melainkan dinamis dan dialektikal. Partikel-partikel elementer yang menyusun atom terus berinteraksi, saling bertukar dari satu atom ke atom yang lain. Mereka bukanlah konstanta yang tetap tapi setiap saat sekaligus merupakan diri mereka sendiri dan sesuatu yang lain sama sekali. Persis hubungan dinamik inilah yang menimbulkan sifat-sifat, ciri, dan identitas tertentu pada molekul senyawa yang dihasilkan, yang berbeda sama sekali dengan sifat, ciri dan identitas atom penyusunnya.

Dalam kombinasi baru ini, atom-atom adalah sekaligus diri mereka sendiri dan bukan diri mereka sendiri. Mereka berkombinasi dalam cara yang dinamik untuk menghasilkan satu entitas yang sama sekali berbeda, satu hubungan yang berbeda, yang, pada gilirannya, menentukan perilaku dari bagian-bagian penyusunnya. Dengan demikian, kita tidak hanya berurusan dengan "penggandengan" yang mati, satu agregat mekanik, tapi dengan satu proses. Untuk memahami sifat dari entitas sangatlah tidak cukup jika kita mereduksinya menjadi atom-atom penyusunnya. Sangatlah perlu untuk memahami kesalinghubungan dinamikanya, yaitu, sampai pada analisis yang dialektik, bukan formal.

David Bohm adalah salah satu dari sedikit orang yang menyediakan satu alternatif teoritik jadi terhadap apa yang dikenal sebagai "interpretasi Copenhagen", sebuah interpretasi subjektif terhadap mekanika kuantum. Analisis Bohm, yang jelas dipengaruhi oleh metode dialektika, menganjurkan pemikiran ulang terhadap mekanika kuantum dan satu cara baru untuk melihat hubungan antara yang sebagian dan yang keseluruhan. Ia menunjukkan bahwa interpretasi yang biasa terhadap teori kuantum tidaklah memberi cukup ide betapa luasnya revolusi yang telah dipicu oleh fisika modern.

"Sesungguhnya," ujar Bohm, "ketika interpretasi ini diperluas pada teori medan, bukan hanya kesalingterhubungan antar bagian, tapi justru keberadaan mereka sendiri akan dilihat mengalir keluar dari hukum itu sendiri. Dengan demikian tidak sesuatupun tersisa bagi teori klasik, di mana yang keseluruhan diturunkan dari bagian-bagian yang telah lebih dulu ada, yang tersusun dengan cara yang telah ditetapkan di muka. Sebaliknya, apa yang kita lihat di sini mengingatkan

kita akan hubungan antara yang keseluruhan dengan yang sebagian di antara organisme, di mana tiap organ tubuh bertumbuh dan menghidupi dirinya sendiri dengan cara yang sangat tergantung pada susunan secara keseluruhan."**[xiii]** Satu molekul gula dapat dipecah menjadi unsur-unsur atom penyusunnya tapi kemudian ia tidak lagi menjadi gula. Satu molekul tidak dapat direduksi menjadi unsur penyusunnya tanpa kehilangan identitasnya. Persis inilah masalah ketika kita mencoba menangani gejala yang kompleks dari sudut pandang yang murni kuantitatif. Penyederhanaan berlebihan yang diakibatkannya akan membimbing kita pada gambaran yang cacat dan sepihak karena aspek *kualitatif*-nya ditinggalkan. Persis melalui *kualitas* kita dimungkinkan membedakan satu hal dari hal lainnya. Kualitas menjadi dasar dari segala pengetahuan kita tentang dunia karena ia menyatakan realitas dasar dari segala hal, memperlihatkan batasan kritis yang hadir dalam segala tingkatan realitas material. Titik persis di mana perubahan kecil yang berlangsung bertahap menimbulkan perubahan keadaan adalah salah satu masalah paling mendasar dari ilmu pengetahuan. Inilah satu pertanyaan yang menempati posisi sentral dalam Materialisme yang Dialektik.

Organisme Kompleks

Hidup itu sendiri lahir dari satu lompatan kualitatif dari materi anorganik menjadi materi organik. Penjelasan tentang proses yang ditempuhnya adalah salah satu masalah yang paling penting dan menggairahkan bagi ilmu pengetahuan saat ini. Kemajuan ilmu kimia, yang menelaah secara rinci struktur molekul kompleks, meramalkan perilaku mereka dengan ketepatan tinggi dan mengidentifikasi peran dari tiap molekul dalam satu sistem hidup, telah merintis jalan bagi munculnya ilmu-ilmu baru, *biokimia* dan *biofisika*. Keduanya, berturut-turut, mengurus reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam organisme hidup dan gejala-gejala fisika yang terdapat dalam proses kehidupan. Keduanya, pada gilirannya, telah digabungkan menjadi *biologi molekular*, yang telah mencatatkan berbagai kemajuan yang paling menakjubkan dalam tahun-tahun terakhir.

Dengan cara ini, perbedaan yang dulu ditetapkan antara materi anorganik dengan organik telah dihapuskan sama sekali. Para ahli kimia pertama menarik satu pembedaan yang kaku antara keduanya. Secara bertahap, dipahami bahwa hukum-hukum kimiawi yang sama berlaku pada molekul-molekul anorganik dan organik sekaligus. Semua senyawa yang mengandung karbon (dengan beberapa pengecualian pada senyawa-senyawa sederhana seperti karbon dioksida)

dikelompokkan sebagai senyawa organik. Sisanya adalah anorganik. Hanya atom karbon yang sanggup membentuk rantai-rantai panjang, yang memungkinkan lahirnya kemungkinan variasi molekul kompleks yang tak terbatas.

Di abad ke-19, para ahli kimia menelaah sifat-sifat dari zat-zat "albuminus" (dari bahasa Latin yang berarti putih telur). Dari sini, ditemukan bahwa kehidupan bergantung pada *protein*, molekul besar yang tersusun dari asam amino. Pada awal abad ke-20, ketika Planck sedang membuat terobosannya dalam bidang fisika, Emil Fischer mencoba menggabungkan berbagai asam amino dalam rantai yang sedemikian rupa sehingga grup karboksilat dari satu asam amino akan selalu terikat dengan kelompok asam amino yang ada di sampingnya. Fischer menyebut rantai ini sebagai *peptida*, dari bahasa Yunani "mencerna", karena ia berpikir bahwa protein-protein akan terurai menjadi rantai-rantai semacam itu dalam proses pencernaan makanan. Teori ini akhirnya dibuktikan kebenarannya oleh Max Bergmann di tahun 1932.

Rantai-rantai ini masih terlampaui sederhana untuk menghasilkan rantai polipeptida kompleks yang diperlukan untuk menciptakan protein. Di samping itu, tugas untuk mengurai struktur molekul protein itu sendiri adalah tugas yang amat sulit. *Sifat dari tiap protein tergantung dari hubungan khususnya terhadap tiap asam amino dalam rantai molekular. Di sini, lagi-lagi, kuantitas menentukan kualitas.* Hal ini menyajikan satu masalah yang dulu nampaknya tidak akan pernah dapat dipecahkan oleh para ahli biokimia, karena jumlah susunan yang mungkin dari kesembilan belas asam amino yang dapat muncul dalam satu rantai berjumlah sekitar 120 juta milyar. Satu protein berukuran serum albumen, yang tersusun dari lebih 500 asam amino, dengan demikian, memiliki jumlah kemungkinan susunan sekitar 10^{600} , yaitu, bilangan 1 diikuti 600 bilangan nol di belakangnya. Susunan lengkap dari salah satu molekul protein kunci - insulin - ditetapkan pertama kali oleh seorang ahli biokimia Inggris Fredrich Sanger di tahun 1953. Dengan menggunakan metode yang sama, ilmuwan lain berhasil menguraikan struktur dari serangkaian besar molekul protein. Kemudian, mereka berhasil mensintesa protein di laboratorium. Kini dimungkinkan untuk mensintesa banyak jenis protein, termasuk yang sangat kompleks seperti hormon pertumbuhan manusia, yang melibatkan satu rantai yang terdiri dari 188 asam amino.

Hidup adalah satu sistem interaksi yang kompleks, yang melibatkan sejumlah besar sekali reaksi kimia yang berlangsung terus-menerus dalam kecepatan tinggi. Tiap reaksi dalam jantung, darah, sistem syaraf, tulang dan otak berinteraksi dengan bagian-bagian lain dari tubuh. Kerja-kerja yang dilakukan

oleh tubuh makhluk hidup yang paling sederhana jauh lebih rumit dari apa yang dilakukan oleh komputer yang paling canggih sekalipun. Semua ini memungkinkan makhluk itu melakukan gerakan yang cepat, reaksi kilat terhadap perubahan sekecil apapun dalam lingkungan hidupnya, penyesuaian terus-menerus terhadap perubahan kondisi, baik internal maupun eksternal. Di sini, secara empatik, yang keseluruhan jauh melebihi jumlah dari bagian-bagiannya. Tiap bagian tubuh, tiap reaksi otot dan syaraf, saling tergantung satu sama lain. Di sini kita melihat satu-satunya kesalingterhubungan yang dinamis dan kompleks, dengan kata lain: dialektik, yang memungkinkan penciptaan dan pemeliharaan satu gejala yang kita kenal sebagai kehidupan.

Proses metabolisme berarti bahwa, pada saat apapun, organisme hidup selalu berubah, mengambil oksigen, air dan makanan (karbohidrat, protein, lemak, mineral dan lain-lain bahan baku), menegasi bahan-bahan ini dengan mengubah mereka menjadi material yang diperlukan untuk memelihara yang mengembangkan kehidupan dan membuang sisa yang tak berguna dari proses tersebut. Hubungan dialektik antara yang keseluruhan dan yang sebagian mewujudkan dirinya pada berbagai tingkat kompleksitas di alam, tercermin dalam berbagai cabang ilmu pengetahuan:

a) Interaksi atomik dan hukum-hukum kimia menentukan hukum biokimia, tapi kehidupan itu sendiri berbeda dengan hukum-hukum itu secara kualitatif.

b) Hukum-hukum biokimia "menjelaskan" segala proses interaksi manusia dengan lingkungannya. Meski demikian, aktivitas dan pikiran manusia berbeda secara kualitatif dari proses biologis yang menyusunnya.

c) Tiap pribadi manusia, pada gilirannya, adalah satu hasil dari perkembangan lingkungan fisiknya. Meski demikian, interaksi kompleks dari keseluruhan pribadi yang menyusun satu masyarakat juga berbeda secara kualitatif dengan masing-masing pribadi. Pada setiap kasus, yang keseluruhan jauh melebihi jumlah dari bagian-bagian penyusunnya, dan mematuhi hukum-hukum yang sama sekali berbeda.

Pada analisis terakhir, ujung-ujungnya, seluruh keberadaan dan aktivitas manusia didasarkan pada hukum-hukum pergerakan atom. Kita semua adalah bagian dari alam raya yang material, yang merupakan satu kesatuan yang kontinyu, yang berfungsi seturut hukum-hukum internalnya. Sekalipun

demikian, ketika kita berjalan melewati a) menuju c), kita membuat satu rangkaian lompatan kualitatif, dan harus bekerja seturut hukum-hukum yang berbeda untuk tiap "tingkatan"-nya; c) didasarkan pada b) dan b) didasarkan pada a), tapi tidak seorangpun yang waras akan mencoba menjelaskan pergerakan yang kompleks dalam masyarakat manusia melalui hukum-hukum atomik. Untuk alasan yang sama, sia-sialah kita mencoba mereduksi persoalan kriminalitas menjadi sekedar persoalan genetika atau asal-usul keturunan.

Satu angkatan bersenjata bukan sekedar jumlah total dari serdadu di dalamnya. Tiap aksi yang menggabungkan persenjataan secara masif, yang terorganisir secara militer, mengubah tiap serdadu baik secara fisik maupun moral. Selama kesatuan angkatan bersenjata terpelihara, ia akan tetap menjadi kekuatan yang mengerikan. Ini bukan semata persoalan jumlah. Napoleon sangat menyadari pentingnya moral, semangat juang dalam perang. Sebagai bagian dari kekuatan bersenjata yang besar dan berdisiplin, seorang serdadu sanggup menjalankan tindakan-tindakan heroik di medan laga, dan mengorbankan dirinya dalam situasi yang sangat ekstrim, yang tidak akan pernah dapat dilakukannya dalam kondisi normal sebagai seorang pribadi manusia. Tapi ia akan tetap menjadi seorang pribadi yang sama seperti sebelumnya. Ketika kesatuan dalam angkatan perang itu runtuh, seluruh angkatan perang itu akan luruh menjadi "atom-atom" individual, dan angkatan perang itu berubah menjadi gerombolan yang terdemoralisasi.

Engels sangat tertarik pada taktik-taktik militer, karena itu putri-putri Marx menjulukinya "sang Jenderal". Ia mengikuti terus jalannya Perang Sipil Amerika dan Perang Krimea, ia menulis banyak artikel tentang perang-perang itu. Dalam *Anti-Dühring*, ia menunjukkan bagaimana hukum kuantitas dan kualitas terkait dengan taktik militer, contohnya, dalam kemampuan tempur relatif dari serdadu-serdadu Napoleon yang berdisiplin tinggi dan kavaleri Mesir yang disebut Mameluke:

"Sebagai kesimpulan, kita akan memanggil satu lagi saksi untuk peralihan kuantitas menjadi kualitas, yaitu Napoleon. Ia menggambarkan pertempuran antara kavaleri Perancis, yang terdiri dari penunggang-penunggang yang tidak mahir tapi berdisiplin, dan pasukan Mameluke, yang merupakan pasukan berkuda terbaik dalam pertempuran pada masanya tapi sangat tidak berdisiplin, sebagai berikut:

"Dua Mameluke pastilah bukan merupakan tandingan bagi tiga serdadu kavaleri Perancis; 100 Mameluk setara dengan 100 kavaleri Perancis; 300 kavaleri

Perancis biasanya dapat memukul mundur 300 Mameluke, dan 1.000 kavaleri Perancis pasti dapat menghancurkan 1.500 Mameluke.' Seperti apa yang dikatakan oleh Marx, satu jumlah minimum tertentu, sekalipun bervariasi, dari nilai-tukar diperlukan untuk memungkinkan pengubahannya menjadi kapital. Demikian pula dengan Napoleon. Satu detasemen kavaleri harus memiliki jumlah minimum tertentu agar dapat menerapkan kedisiplinan, yang terwujud dalam perintah-perintah yang ketat dan penggunaan yang terencana, untuk menjadikan dirinya dan bahkan mengangkat dirinya menjadi superior di hadapan pasukan kavaleri yang tidak teratur, sekalipun musuhnya memiliki kuda-kuda yang lebih bermutu, jauh lebih trampil berkuda dan bertempur, dan setidaknya sama beraninya dengan pasukan itu sendiri." [xiv]

Proses Molekular dari Revolusi

Proses reaksi kimia melibatkan satu perlintasan atas hambatan besar yang dikenal sebagai *keadaan transisi*. Pada titik ini, sebelum reaktan-reaktan (unsur-unsur yang terlibat dalam reaksi) menjadi hasil reaksi, mereka semua berada dalam keadaan "bukan ini dan bukan itu". Beberapa dari ikatan-ikatan atom telah tercerai dan beberapa ikatan yang lain sedang terbentuk. Energi yang dibutuhkan untuk melewati titik kritis ini dikenal sebagai *energi Gibbs*. Sebelum satu molekul dapat bereaksi, ia membutuhkan satu kuantitas energi yang, pada titik tertentu, akan membawanya masuk dalam keadaan transisi. Pada suhu normal, hanya sejumlah kecil molekul reaktan yang memiliki energi yang cukup untuk bereaksi. Pada suhu yang lebih tinggi, satu proporsi yang lebih besar akan memiliki energi ini. Inilah mengapa pemanasan digunakan untuk mempercepat reaksi kimia. Proses itu juga dapat dipercepat dengan menggunakan katalis, yang kini luas digunakan dalam industri. Tanpa katalis, banyak proses, sekalipun masih akan terjadi, tapi akan terjadi dalam jangka waktu yang demikian panjang sehingga akan menjadi tidak ekonomis. Katalis tidak dapat mengubah komposisi dari zat-zat yang terlibat atau mengubah energi Gibbs dari reaktan, tapi akan menyediakan jalur reaksi yang lebih mudah di antara reaktan-reaktan itu.

Terdapatlah analogi tertentu antara gejala ini dengan peran individu dalam sejarah. Satu kesalahpahaman yang utama tentang Marxisme adalah bahwa ia dikatakan tidak memberi tempat bagi peran individu dalam menentukan nasibnya sendiri. Menurut karikatur ini, pandangan materialis tentang sejarah mereduksi segala sesuatu pada "kekuatan-kekuatan produktif". Umat manusia dilihat sebagai agen-agen buta dari kekuatan ekonomik atau boneka-boneka mati yang dipertunjukkan dalam panggung keniscayaan sejarah. Pandangan yang

mekanistik dari proses sejarah ini (determinisme ekonomi) tidak memiliki kesamaan apapun dengan filsafat dialektika Marxisme.

Materialisme historis berangkat dari proposisi mendasar bahwa manusia menulis sejarahnya sendiri. Berlawanan dengan pandangan idealis bahwa umat manusia adalah agen yang *mutlak* bebas, Marxisme menjelaskan bahwa mereka dibatasi oleh kondisi material nyata dari masyarakat di mana mereka dilahirkan. Kondisi ini dibentuk secara mendasar oleh tingkat perkembangan kekuatan produktif, yang merupakan landasan bagi seluruh budaya manusia, politik dan agama. Meski demikian, hal-hal ini tidaklah dibentuk secara langsung oleh perkembangan ekonomi, tapi dapat dan memang memiliki kehidupannya sendiri. Hubungan yang sangat kompleks antara faktor-faktor ini memiliki sifat yang dialektik, bukan mekanik. Individu tidak dapat memilih kondisi di mana mereka dilahirkan. Kondisi-kondisi itu "ditentukan bagi mereka". Mustahil juga bagi individu, seperti yang dikhayalkan oleh kaum idealis, untuk memaksakan kehendak mereka pada masyarakat, semata karena kebesaran intelektual atau kekuatan karakter mereka. Teori bahwa sejarah ditulis oleh "orang-orang besar" adalah dongeng nina-bobo yang hanya dapat diterima oleh balita. Ia memiliki nilai ilmiah setara dengan "teori konspirasi", yang menyatakan bahwa revolusi disebabkan oleh pengaruh jahat "para agitator".

Tiap buruh paham bahwa pemogokan tidaklah disebabkan oleh para agitator melainkan oleh buruknya tingkat upah dan kondisi kerja. Berlawanan dengan kesan yang ditulis oleh beberapa koran kuning, pemogokan bukanlah satu kejadian yang sering berulang. Selama bertahun-tahun, satu pabrik atau perusahaan dapat terlihat tenang. Para tenaga kerja tidak melakukan reaksi apa-apa, bahkan ketika upah dan kondisi kerja mereka diserang. Hal ini khususnya benar dalam kondisi pengangguran massal atau ketika tidak ada kepemimpinan dari serikat-serikat buruh. Ketidakpedulian mayoritas ini sering membuat para aktivis demoralisasi. Mereka menarik kesimpulan yang keliru bahwa kaum buruh "terbelakang", dan tidak akan melakukan apa-apa. Tapi, kenyataannya, di bawah permukaan yang nampak tenang itu, perubahan tetaplah terjadi. Ribuan insiden kecil, komentar-komentar yang menyakitkan, ketidakadilan, kecelakaan, secara bertahap akan meninggalkan bekas pada kesadaran kaum buruh. Proses ini dengan tepat digambarkan Trotsky sebagai "proses molekular dari revolusi". Ia adalah kesetaraan dari energi Gibbs dalam sebuah reaksi kimia.

Dalam kehidupan nyata, seperti halnya dalam kimia, proses molekular membutuhkan waktu. Tidak akan ada seorangpun ahli kimia yang akan

mengeluh karena reaksi yang diharapkannya membutuhkan waktu yang panjang, khususnya jika kondisi-kondisi yang dapat mempercepat jalannya reaksi (suhu tinggi, dan lain-lain) tidak hadir. Tapi, pada akhirnya, keadaan transisi pastilah tercapai. Pada titik ini, kehadiran suatu katalis adalah bantuan yang amat berarti untuk membawa proses kepada hasil yang diharapkan, dengan cara yang paling cepat dan ekonomis. Mirip dengan itu, pada titik tertentu, ketidakpuasan yang bertumpuk di pabrik akan mendidih. Seluruh situasi dapat berubah dalam jangka 24 jam. Jika para aktivis tidak siap, jika mereka membiarkan diri mereka tertipu oleh penampakan yang tenang itu, mereka akan mengalami kejutan yang sangat tidak menyenangkan.

Dalam dialektika, cepat atau lambat, semua hal berubah menjadi lawannya. Mengutip Injil, "yang pertama akan menjadi yang terakhir, dan yang terakhir akan menjadi yang pertama". Kita telah melihat hal ini berulang kali, terutama dalam sejarah revolusi-revolusi besar. Kesadaran tumbuh dalam lompatan-lompatan mendadak. Hal ini dapat terlihat dalam pemogokan-pemogokan. Dan dalam tiap pemogokan kita dapat melihat unsur-unsur revolusi dalam bentuk yang belum berkembang, dalam bentuk janinnya. Dalam situasi semacam itu, kehadiran minoritas yang sadar dan berani akan memainkan satu peran yang mirip dengan peran katalis dalam reaksi kimia. Dalam keadaan-keadaan tertentu, bahkan seorang pribadipun dapat memainkan peran yang mutlak menentukan.

Di bulan November 1917, nasib Revolusi Rusia berada di tangan dua orang - Lenin dan Trotsky. Tanpa mereka, tak diragukan lagi bahwa revolusi akan dapat ditundukkan. Para pemimpin yang lain, Kamenev, Zinoviev dan Stalin, menyerah pada tekanan kelas-kelas lain. Masalahnya di sini bukanlah "kekuatan historis" yang abstrak, melainkan yang kongkrit, tentang tingkat kesiapan, kemampuan memandang ke depan, keberanian personal dan kemampuan memimpin. Bagaimanapun, kita sedang bicara tentang perjuangan yang dilakukan oleh makhluk hidup bukan sekedar persamaan matematik.

Apakah hal ini berarti bahwa interpretasi kaum idealis terhadap sejarah benar adanya? Apakah benar segalanya diputuskan oleh beberapa orang besar? Mari kita lihat sendiri apa yang dinyatakan oleh fakta. Selama seperempat abad sebelum 1917, Lenin dan Trotsky telah menghabiskan sebagian besar waktu mereka kurang-lebih terisolasi dari massa, seringkali bekerja dalam lingkaran kecil orang. Mengapa mereka tidak sanggup menghasilkan dampak yang

demikian menentukan, misalnya, di tahun 1916? Atau di tahun 1890? Karena kondisi objektif tidak ada. Mirip dengan itu, seorang aktivis serikat buruh yang terus-menerus menyerukan pemogokan ketika tidak ada gairah untuk mengadakan aksi, akan segera menjadi bahan tertawaan. Mirip dengan itu, ketika revolusi terisolasi dalam kondisi keterbelakangan dan keseimbangan kelas berubah, tidak seorangpun, tidak juga Lenin dan Trotsky, mampu mencegah munculnya satu kontrarevolusi birokratik yang dipimpin oleh orang yang dalam segalanya berada di bawah keduanya, Stalin. Di sini, dalam kasus ini, kita melihat hubungan dialektik antara faktor-faktor objektif dan subjektif dalam sejarah manusia.

Kesatuan dan Saling Rasuk antara Hal-hal yang Berlawanan

Ke manapun kita menengok di alam ini, kita akan melihat ko-eksistensi (keberadaan yang saling berdampingan) yang dinamik antara kecenderungan-kecenderungan yang saling berlawanan. Ketegangan yang kreatif ini adalah apa yang melahirkan kehidupan dan pergerakan. Hal ini telah dipahami oleh Heraclitus dua setengah milenia lalu. Hal itu juga selalu hadir sebagai embrio dalam agama-agama Oriental, seperti dalam ide *yin* dan *yang* di Tiongkok, dan di dalam Buddhisme. Dialektika muncul di sini dalam bentuk mistik, yang bagaimanapun menunjukkan satu *intuisi* tentang bagaimana alam bekerja. Agama Hindu mengandung benih ide dialektik, ketika ia mengedepankan ketiga tahap penciptaan (Brahma), pemeliharaan atau pengaturan (Wisnu) dan penghancuran atau kekacauan (Shiwa). Dalam bukunya yang menarik tentang matematika *chaos*, Ian Stewart menunjukkan bahwa perbedaan antara dewa Shiwa, "Yang Tak Terjinakkan", dan Wisnu bukanlah pertentangan antara yang jahat dan yang baik, *melainkan bahwa prinsip keserasian dan kekacauan bersama-sama menyusun dasar dari seluruh keberadaan.*

"Mirip dengan itu," tulisnya, "para ahli matematika sedang mulai memandang keteraturan dan chaos sebagai dua perwujudan yang berbeda dari satu determinisme yang mendasar. Dan tidak satupun dari keduanya yang dapat hadir tanpa yang lain. Satu sistem dapat hidup dalam berbagai keadaan, beberapa lebih teratur, beberapa lebih kacau. Kita tidak mendapati dua kutub yang saling bertentangan, tapi satu spektrum yang kontinyu. Sebagaimana nada-nada yang harmonis dan disharmonis bergabung dalam satu keindahan musikal, demikian pula keteraturan dan chaos bergabung dalam satu keindahan matematis."**[xv]**

Dalam filsafat Heraclitus, semua ini muncul dalam bentuk terkaan yang didasari oleh ilham yang didapatnya. Kini hipotesis itu telah dibenarkan oleh sejumlah

besar contoh. Kesatuan dari hal-hal yang bertentangan terletak pula di inti atom, dan seluruh alam semesta ini tersusun atas molekul, atom, dan partikel-partikel sub-atomik. Hal ini dijelaskan dengan baik sekali oleh R. P. Feynman: "Segala hal, bahkan diri kita sendiri, tersusun dari butiran-butiran halus, bagian-bagian plus dan minus yang berinteraksi dengan sangat kuat, semua saling menyeimbangkan dengan rapi."^[xvi]

Masalahnya adalah: bagaimana mungkin yang plus dan yang minus "saling menyeimbangkan dengan rapi"? Ini adalah ide yang sangat kontradiktif! Dalam matematika dasar, yang plus dan yang minus tidaklah "saling menyeimbangkan". Keduanya saling menghancurkan. Fisika modern telah menyingkap satu kekuatan besar yang bekerja di jantung atom-atom. Mengapa kekuatan elektron dan proton yang saling bertentangan tidak saling menghancurkan? Mengapa atom tidak pecah berhamburan begitu saja? Penjelasan yang kini dipegang orang merujuk pada "*strong force*" yang menjalin atom menjadi satu kesatuan. Tapi fakta bahwa kesatuan dari hal-hal yang bertentangan merupakan dasar segala realitas tetap tak terbantahkan.

Di dalam inti atom, terdapat dua kekuatan yang saling bertentangan, daya tarik dan daya tolak. Di satu pihak, terdapat tolakan listrik yang, jika tidak dihalangi, akan dapat dengan ganas merobek-robek struktur atom. Di pihak lain, terdapat daya tarik yang dahsyat yang mengikat partikel-partikel inti atom dalam satu kesatuan. Walau demikian, daya tarik ini memiliki keterbatasan, di luar batas itu daya tarik ini tidak lagi bekerja. Daya tarik, tidak seperti daya tolak, memiliki jangkauan yang sangat pendek. Dalam inti atom yang sangat kecil, daya tarik ini dapat menjaga keliaran daya tolak. Tapi dalam inti atom yang besar, kekuatan daya tolak tidak dapat dengan mudah dikendalikan.

Di luar batas titik kritis tertentu, ikatan itu pecah dan lompatan kualitatif terjadilah. Seperti tetes air yang besar, yang akan selalu berada di ambang perpecahan dengan badan air secara keseluruhan. Ketika satu neutron tambahan ditambahkan pada inti atom, kecenderungan untuk pecah bertambah dengan cepat. Inti atom pecah, membentuk dua inti atom yang lebih kecil, yang terbang berhamburan dengan liar sambil membebaskan sejumlah raksasa energi. Inilah yang terjadi dalam pembelahan nuklir. Walau demikian, proses yang analog dengan proses ini dapat dilihat dalam berbagai tingkatan alami. Air yang jatuh pada permukaan yang licin akan pecah menjadi pola tetes air yang kompleks. Ini karena dua kekuatan yang bertentangan bekerja bersamaan: gravitasi, yang mencoba menyebarkan air menjadi lembaran tipis di atas permukaan meja, dan tegangan permukaan, daya tarik antara satu molekul air dengan molekul air

lainnya, yang mencoba mempertahankan bentuk asalnya, membentuk gumpalan-gumpalan yang kompak.

Alam nampaknya bekerja dalam pasangan-pasangan. Kita memiliki "*strong force*" dan "*weak force*" di tingkat sub-atomik; daya tarik dan daya tolak; kutub utara dan selatan dalam magnetisme; positif dan negatif dalam listrik; materi dan anti-materi; laki-laki dan perempuan dalam biologi; ganjil dan genap dalam matematika; bahkan konsep "*right-handedness*" dan "*left-handedness*" dalam hubungannya dengan spin dari partikel-partikel sub-atomik. Terdapatlah satu simetri tertentu, di mana kecenderungan-kecenderungan yang saling bertentangan, seperti kata Feynman "saling menyeimbangkan", atau, seperti ungkapan Heraclitus yang lebih puitis, "saling bersepakat dengan saling berbeda seperti regangan yang saling bertentangan dari busur dan talinya dalam sebuah alat musik". Terdapatlah dua macam materi, yang dapat disebut positif dan negatif. Yang sama saling tolak dan yang bertentangan saling tarik.

Positif dan Negatif

Positif tidak memiliki makna tanpa negatif. Keduanya tak dapat dipisahkan satu dari yang lain. Dahulu Hegel menjelaskan bahwa "keberadaan yang murni" (yang bebas dari segala kontradiksi) sama maknanya dengan "ketiadaan yang murni", yakni satu abstraksi kekosongan. Mirip dengan itu, jika segala hal adalah putih, tidak akan ada bedanya bagi kita jika segala hal adalah hitam. Segala hal di dunia nyata mengandung positif dan negatif, ada dan tiada, karena segala hal selalu berada dalam keadaan bergerak dan berubah yang kontinyu. Kebetulan, matematika menunjukkan bahwa nol itu sendiri tidaklah sama dengan ketiadaan.

"Nol," tulis Engels, "karena ia adalah negasi dari segala kuantitas definit, maka ia tidaklah kosong dari segala hakikat. Sebaliknya, nol memiliki hakikat yang definit. Sebagai batas antara segala yang positif dan segala yang negatif, ia bukan hanya satu bilangan yang sangat definit, tapi juga karenanya menjadi lebih penting dari segala bilangan lain yang terikat padanya. Nyatanya, nol lebih kaya dalam hakikat ketimbang segala bilangan yang lain. Tempatkan ia di sebelah kanan dari bilangan manapun, ia akan memberi nilai yang sepuluh kali lipat, pada sistem bilangan kita, kepada bilangan tersebut. Kita memang dapat menempatkan simbol lain sebagai ganti bilangan nol itu, tapi hanya dalam kondisi bahwa simbol-simbol itu melambangkan $nol = 0$. Jadi, merupakan sifat dari nol itu sendiri yang menempatkannya dalam penerapan ini dan bahwa hanya dirinya sendiri yang dapat diterapkan dengan cara seperti ini. Nol

menghancurkan segala bilangan lain yang dikalikan kepadanya; ia dapat bergabung dengan bilangan lain sebagai pembagi atau terbagi, dalam kasus yang pertama ia akan memberi nilai besar tak berhingga, dalam kasus yang kedua ia akan memberi nilai kecil tak berhingga; ia adalah satu-satunya bilangan yang berhubungan dengan ketakberhinggaan terhadap segala bilangan yang lain. $0/0$ dapat menyatakan segala bilangan lain antara $-\infty$ sampai $+\infty$, dan dalam tiap kasus akan mewakili satu besaran yang nyata." [xvii]

Besaran negatif dari aljabar hanya memiliki makna dalam hubungannya pada besaran positif, tanpa yang terakhir, yang pertama tak akan memiliki realitas apapun. Dalam kalkulus diferensial, hubungan dialektik antara ada dan tiada sangatlah jelas. Hal ini dengan panjang-lebar diuraikan oleh Hegel dalam *Science of Logic*. Ia tersenyum geli dengan kebingungan para ahli matematika tradisional oleh penggunaan satu metode yang menggunakan bilangan yang kecil tak berhingga, dan "tidak dapat menerima usulan bahwa jumlah tertentu tidak sama dengan nol tapi demikian kecilnya sehingga dapat diabaikan", dan, walau demikian, selalu memberi hasil yang sangat eksak. [xviii]

Terlebih lagi, segala sesuatu selalu berada dalam keadaan terhubung dengan hal lainnya. Bahkan lewat jarak yang sangat jauh, kita terpengaruh oleh cahaya, radiasi dan gravitasi. Walau mereka tidak terdeteksi oleh indera kita, ada proses interaksi, yang menghasilkan serangkaian perubahan. Cahaya ultra-violet sanggup "menguapkan" elektron dari permukaan logam dengan cara yang serupa seperti cahaya matahari menguapkan air dari permukaan laut. Banesh Hoffmann menyatakan: "Masih tetap merupakan pemikiran yang aneh dan menggetarkan, bahwa Anda dan saya secara teratur saling bertukar partikel satu sama lain, dan dengan bumi dan dengan segala makhluk di dalamnya, dan dengan matahari dan bulan dan bintang-bintang, bahkan sampai galaksi yang terjauh sekalipun." [xix]

Persamaan Dirac untuk energi yang terkandung dalam satu elektron mengandung dua jawaban - satu positif dan satu negatif. Mirip dengan akar kuadrat dari satu bilangan, yang selalu dapat berupa bilangan positif atau negatif. Walau demikian, di sini jawaban yang bernilai negatif akan mengindikasikan satu hal yang kontradiktif - energi negatif. Ini adalah konsep yang sangat absurd jika dilihat dari sudut pandang logika formal. Karena energi adalah kesetaraan dari massa, energi negatif berarti massa negatif. Dirac sendiri terganggu dengan apa yang diindikasikan oleh teorinya sendiri. Ia terpaksa meramalkan keberadaan partikel yang akan serupa dengan elektron, tapi dengan muatan positif, satu materi yang belum pernah terdengar sebelumnya.

Pada tanggal 2 Agustus 1932, Robert Millikan dan Carl D. Anderson dari California Institute of Technology menemukan satu partikel yang massanya jelas sama dengan elektron, tapi dengan arah gerak yang berlawanan. Ini bukan elektron, atau proton atau neutron. Ini adalah jenis materi baru - anti-materi - yang telah diramalkan oleh persamaan Dirac. Kemudian ditemukan bahwa elektron dan positron, kala mereka bertumbukan, akan saling menghancurkan, menghasilkan dua foton (partikel cahaya). Dengan cara yang sama, sebuah foton yang menembus materi dapat terpecah menjadi elektron-virtual dan positron-virtual.

Gejala *kesalingberlawananan* hadir dalam fisika, di mana, misalnya, tiap partikel memiliki anti-partikelnya (elektron dan positron, proton dan anti-proton, dsb.). Mereka bukan hanya saling berbeda, tapi saling berlawanan dalam maknanya yang paling harafiah. Mereka sama persis dalam segala aspeknya, kecuali satu: mereka memiliki kutub listrik yang berlawanan - positif dan negatif. Kebetulan, bukan merupakan masalah mana yang dikatakan positif dan mana yang negatif. Hal yang terpenting adalah hubungan di antara keduanya.

Tiap partikel mengandung kualitas yang dikenal sebagai *spin* (berputar pada sumbunya), yang dinyatakan dalam plus atau minus, tergantung dari arahnya. Kelihatannya aneh, tapi gejala *left-handedness* dan *right-handedness* (berputar searah atau berlawanan arah jarum jam) yang diketahui memainkan peranan penting dalam biologi, juga memiliki kesetaraan dalam tingkat sub-atomik. Partikel dan gelombang berdiri dalam posisi saling berlawanan satu sama lain. Fisikawan Denmark Niels Bohr merujuknya, dengan agak membingungkan, sebagai "konsep yang saling berkomplementer", yang dimaksudkannya adalah bahwa keduanya saling tidak berhubungan satu sama lain.

Penelitian terbaru di bidang fisika partikel telah memberi kejelasan tentang tingkatan materi terdalam yang telah ditemukan sejauh ini - *quark*. Partikel-partikel ini juga memiliki "kualitas" yang saling bertentangan yang tidak dapat diperbandingkan dengan bentuk-bentuk yang jamak dikenal, sehingga para fisikawan terpaksa menciptakan pengistilahan baru untuk menggambarannya. Maka kita mendapati up-quark, down-quark, charm-quark, strange-quark, dst. Sekalipun kualitas dari quark masih terus dicoba ditelusuri, satu hal sudah jelas: bahwa sifat saling berlawanan hadir pula dalam tingkatan materi paling dasar yang kini diketahui oleh ilmu pengetahuan.

Gejala universal akan kesatuan hal-hal yang berlawanan ini, pada kenyataannya, merupakan daya-penggerak [*motor-force*] dari semua pergerakan dan perkembangan di alam. Ia adalah alasan mengapa tidak perlu kita membuat satu

konsep impuls eksternal untuk menjelaskan pergerakan dan perubahan - yang merupakan kelemahan utama dari semua teori mekanistik. Pergerakan, yang di dalam dirinya melibatkan pula kontradiksi, hanya dimungkinkan bila merupakan akibat dari kecenderungan-kecenderungan yang saling bertentangan dan ketegangan internal yang terletak di jantung semua bentuk materi.

Kecenderungan-kecenderungan yang saling bertentangan dapat hadir dalam sebuah keadaan kesetimbangan yang tidak stabil untuk jangka waktu yang sangat panjang, sampai sebetulnya perubahan, bahkan perubahan kuantitatif yang sangat kecil sekalipun, menghancurkan kesetimbangan itu dan melahirkan satu keadaan kritis yang dapat menghasilkan satu perubahan kualitatif. Di tahun 1936, Bohr memperbandingkan struktur inti atom dengan setetes cairan, contohnya, setetes air hujan yang tergantung pada pucuk daun. Di sini gaya gravitasi bertempur dengan tegangan permukaan yang berusaha mempertahankan bentuk tetes air itu. Penambahan beberapa molekul saja pada cairan itu akan membuatnya tidak stabil. Tetes air yang diperbesar itu mulai bergetar, tegangan permukaan tidak lagi sanggup menahan massa air pada daun dan seluruh tetes itu akan jatuh ke bumi.

Pembelahan Nuklir

Contoh yang nampaknya sederhana itu, di mana banyak kesetaraannya dapat diamati ratusan kali dalam pengalaman hidup sehari-hari, adalah satu analogi yang cukup dekat dengan proses yang bekerja dalam satu pembelahan nuklir. Inti atom itu sendiri tidaklah diam, namun terus berada dalam keadaan berubah. Dalam seper seribu milyar detik, telah terjadi milyaran tumburan acak antar partikel. Partikel-partikel secara terus-menerus memasuki dan keluar dari inti atom. Walau demikian, inti atom itu sendiri diikat erat oleh apa yang sering digambarkan sebagai *strong force*. Ia akan terus berada dalam kesetimbangan yang tidak stabil, "di ambang *chaos*", adalah penggambaran yang diterakan oleh teori *chaos* tentang keadaan ini.

Seperti setetes cairan akan bergetar ketika molekul-molekul bergerak di dalamnya, partikel-partikel terus pula bergerak, mengubah diri mereka sendiri, saling bertukar energi. Seperti tetes hujan yang diperbesar, ikatan antar partikel dalam inti atom yang besar juga semakin tidak stabil dan lebih mungkin pecah. Peluncuran partikel alpha dari permukaan inti atom berguna untuk membuatnya semakin kecil dan tenang. Sebagai hasilnya, ia menjadi stabil. Tapi, telah ditemukan bahwa, dengan membombardir inti atom besar dengan neutron, inti atom dapat dibelah, menghasilkan sejumlah raksasa energi yang tadinya terkunci rapat di dalam atom. Inilah proses pembelahan nuklir. Proses ini dapat terjadi

bahkan tanpa campur-tangan partikel dari luar. Proses *pembelahan spontan* (peluruhan radio aktif) terjadi sepanjang waktu di alam. Dalam waktu satu detik, satu pon uranium mengalami empat kali pembelahan spontan, dan partikel alpha dipancarkan dari sekitar delapan juta inti atom. Semakin berat inti atom, semakin mungkin proses pembelahan nuklir terjadi.

Kesatuan dari hal-hal yang bertentangan merupakan akar dari kehidupan itu sendiri. Ketika spermatozoa pertama kali ditemukan, orang berpikir bahwa mereka adalah "*homunculae*", miniatur sempurna dari manusia, yang - seperti Flopsi dalam *Uncle Tom's Cabin* - "baru tumbuh". Kenyataannya, prosesnya jauh lebih kompleks dan dialektik. Reproduksi seksual tergantung dari kombinasi sperma dan sel telur, dalam satu proses di mana keduanya dihancurkan dan dipelihara sekaligus, membawa semua informasi genetik yang dibutuhkan untuk menciptakan sebuah janin. Setelah melalui serangkaian perubahan, yang sangat mirip dengan jalur evolusi yang ditempuh mahluk hidup dari pembelahan sel tunggal, akhirnya menghasilkan seorang pribadi yang sama sekali baru. Terlebih lagi, hasil dari penyatuan ini mengandung gen dari kedua induknya, tapi dengan susunan yang berbeda dari keduanya sekaligus. Maka, apa yang kita lihat di sini bukanlah sekedar reproduksi tapi sebuah perkembangan yang sejati. Keragaman yang semakin meningkat yang dimungkinkan dari sini adalah salah satu keuntungan evolusioner besar yang dimiliki oleh proses reproduksi seksual.

Kontradiksi dapat ditemukan dalam tiap tingkatan alam, dan kita dapat meremehkan semua logika yang menyangkal keberadaannya. Bukan hanya sebuah elektron tunggal dapat berada di dua atau lebih tempat sekaligus, tapi ia dapat bergerak ke berbagai arah dalam waktu bersamaan. Kita tak dapat berbuat lain selain menyetujui Hegel: mereka ada dan sekaligus tidak ada. Semua hal berubah menjadi lawannya. Elektron yang bertegangan listrik negatif berubah menjadi positron yang bertegangan positif. Sebuah elektron yang bergabung dengan proton tidaklah hancur, seperti yang semestinya diharapkan, tapi menghasilkan satu partikel baru, neutron, yang bertegangan netral.

Hukum-hukum logika formal telah mendapat kekalahan yang memalukan dalam bidang fisika modern, di mana mereka telah menunjukkan diri kurang sanggup menangani berbagai proses kontradiktif yang terjadi di tingkat sub-atomik. Partikel-partikel, yang luruh demikian cepat sehingga sangat sulit dikatakan apakah mereka memang benar ada atau tidak, menimbulkan satu masalah yang tak terselesaikan bagi sistem berpikir yang mencoba menghalangi pandangan tentang kontradiksi baik dalam alam maupun dalam pikiran. Hal ini seketika membawa kita pada pada kontradiksi karakter yang tak terselesaikan. Pikiran

akan mendapati dirinya bertentangan dengan fakta yang ditemukan dan telah berulang kali dibenarkan oleh percobaan dan pengamatan. Kesatuan dari proton dan elektron adalah neutron. Tapi jika sebuah positron bergabung dengan sebuah netron, hasilnya adalah pemancaran sebuah elektron dan neutron itu akan berubah menjadi proton. Melalui proses tanpa akhir ini, alam semesta menciptakan, dan mencipta ulang, dirinya berulang kali. Ia tidak memerlukan satu tenaga dari luar, satu "impuls pertama", seperti yang dikemukakan oleh fisika klasik. Tidak perlu apapun, kecuali pergerakan yang tak terbatas, tak terhenti, dari materi menurut hukum-hukum objektif yang terkandung di dalam dirinya sendiri.

Pertentangan Antar-Kutub?

Pengkutuban adalah satu ciri alam yang selalu hadir di manapun dan kapanpun. Bukan hanya ia hadir dalam pengkutuban Utara dan Selatan di bumi. Pengkutuban juga ditemukan di matahari dan bulan dan planet-planet lain. Ia juga hadir di tingkat sub-atomik, di mana inti-inti atom berperilaku persis seakan mereka memiliki, bukan hanya satu, melainkan dua pasang kutub magnetis.

"Dialektika," tulis Engels, "telah membuktikan dari hasil pengalaman kita akan alam sejauh ini bahwa semua kutub yang bertentangan secara umum ditentukan oleh aksi yang dilakukan oleh kedua kutub yang saling berseberangan satu terhadap yang lain, bahwa pemisahan dan pertentangan kedua kutub ini hanya hadir dalam kesalingterhubungan dan kesatuan mereka, dan, sebaliknya, bahwa kesatuan mereka hanya hadir dalam pemisahan dan kesalingterhubungan mereka hanya hadir dalam kesalingberlawanan mereka. Jika hal ini telah dipahami, tidak akan lagi ada persoalan tentang penghapusan final atas tarikan dan tolakan, atau pemisahan final antara bentuk-bentuk pergerakan pada materi di satu kutub dan bentuk-bentuk pergerakan pada materi di kutub yang lain, dan karena itu, tidak akan ada lagi persoalan tentang kesalingrasukan atau tentang pemisahan mutlak antara kedua kutub tersebut. Akan setara halnya jika kita menuntut bahwa kutub-kutub utara dan selatan magnet saling meniadakan diri mereka sendiri, atau bahwa dengan membelah sebatang magnet kita akan memperoleh satu batang dengan hanya kutub utara tanpa kutub selatan, dan satu batang dengan kutub selatan tanpa kutub utara." [xx]

Ada beberapa hal yang dianggap orang sebagai hal yang mutlak berposisi dan tak akan pernah bergeser dari situ. Contohnya, ketika kita ingin menggambarkan sesuatu yang sangat tidak cocok satu sama lain, kita akan menggunakan istilah

"kutub yang berlawanan" - kutub utara dan selatan dianggap sebagai gejala yang mutlak dan akan selamanya saling berlawanan. Selama lebih dari seribu tahun, para pelaut mempercayakan nasib mereka pada kompas, yang membimbing mereka melewati lautan tak dikenal, selalu menunjuk pada satu hal misterius yang disebut kutub utara. Walau demikian, penelitian yang lebih dekat memperlihatkan bahwa kutub utara bukanlah satu hal yang tetap atau stabil. Bumi ini dilingkungi oleh medan magnet yang kuat (satu sumbu dua kutub geosentrik), seakan satu magnet raksasa diletakkan di pusat bumi, sejajar dengan sumbu bumi. Hal ini berhubungan dengan komposisi inti bumi yang mengandung logam, yang kebanyakan tersusun dari unsur besi. Dalam 4,6 milyar sejak tata-surya tercipta, batuan di bumi telah dibentuk dan disusun ulang berulang kali. Dan bukan hanya batuan, tapi juga segala hal yang lain. Pengukuran yang rinci dan penyelidikan kini telah membuang segala keraguan bahwa lokasi kutub magnetik bumi selalu bergeser. Pada masa sekarang, kutub-kutub ini bergeser dengan kecepatan yang sangat rendah - 0,3 derajat tiap sejuta tahun. Gejala ini adalah cerminan dari perubahan kompleks yang terjadi di bumi, atmosfer dan medan magnetik matahari.

Pergeserannya terlalu kecil sehingga selama berabad-abad hal ini tidaklah terdeteksi. Bagaimanapun, bahkan proses yang sangat tidak terasa ini telah dan akan terus melahirkan lompatan yang mendadak dan spektakular, di mana kutub utara dan kutub selatan bertukar tempat. Perubahan dalam lokasi kutub diiringi oleh fluktuasi dalam kekuatan medan magnetik itu sendiri. Proses yang bertahap ini, yang dicirikan oleh melemahnya medan magnet, berpuncak pada lompatan yang mendadak. Kutub-kutub bertukar tempat, benar-benar saling bertukar menjadi lawannya. Setelah ini, medan magnet kembali ke keadaannya semula dan kembali menguat.

Perubahan revolusioner ini telah terjadi berulang kali selama sejarah bumi. Diperkirakan bahwa telah terjadi lebih dari 200 kali pertukaran kutub selama 65 juta tahun; setidaknya empat kali pertukaran telah terjadi selama empat milyar tahun terakhir. Sekitar 700.000 tahun lalu, kutub utara magnetik terletak di satu tempat di sekitar Antartika, lokasi kutub selatan geografis yang sekarang. Pada saat ini, kita berada dalam proses melemahnya medan magnet bumi, yang niscaya akan berpuncak pada pembalikan kutub kelak di kemudian hari. Telaah tentang sejarah kemagnetan bumi adalah bidang khusus dari cabang ilmu baru - *paleomagnetisme* - yang mencoba merekonstruksi peta dari semua pembalikan kutub sepanjang sejarah planet kita.

Penemuan paleomagnetisme, pada gilirannya, telah menghasilkan bukti-bukti kuat tentang ketepatan teori pergeseran lempeng benua. Ketika batuan (terutama batuan vulkanik) menghasilkan mineral yang kaya akan besi, ia akan bereaksi pada medan magnet yang ada pada saat itu, dengan cara yang sama seperti sebatang besi bereaksi dengan magnet, atom-atomnya menyusun diri searah dengan sumbu medan. Perilakunya akan sama dengan perilaku kompas. Dengan memperbandingkan arah susunan mineral dalam batuan yang usianya sama dari berbagai benua, dimungkinkan untuk melacak pergerakan benua-benua, termasuk benua yang tidak ada lagi saat ini, atau hanya tinggal sisa-sisanya saja.

Dalam pembalikan kutub kita melihat satu contoh yang paling jelas tentang hukum dialektika tentang kesatuan dan kesalingrasukan dari hal-hal yang bertentangan. Utara dan selatan - kutub-kutub saling bertentangan dalam makna yang paling harafiah - bukan saja terikat tanpa dapat dipisahkan tapi juga saling menentukan keberadaan satu sama lain melalui proses yang kompleks dan dinamis, yang berpuncak pada lompatan mendadak di mana gejala yang dianggap tetap dan tidak akan berubah justru saling bertukar menjadi lawannya. Dan proses dialektik ini bukan cuma angan-angan Hegel dan Engels, tapi secara kuat ditunjukkan oleh penemuan-penemuan terbaru dalam bidang paleomagnetisme. Benar seperti yang telah dikatakan, "jika mereka ini diam, batu-batu akan berbicara!"

Gaya tarik dan gaya tolak adalah satu perluasan dari hukum kesatuan dan salingrasuk antar hal-hal yang bertentangan. Hukum itu melandasi segala proses di alam, dari gejala yang paling kecil sampai yang paling besar. Pada inti atom terdapat gaya tarik dan gaya tolak. Atom hidrogen, contohnya, tersusun dari sebuah proton dan sebuah elektron yang terikat oleh daya tarik listrik. Muatan yang dibawa oleh sebuah partikel boleh jadi positif atau negatif. Muatan yang serupa saling menolak, sementara yang berlawanan saling menarik. Dengan demikian, di dalam inti atom, proton saling menolak dengan sesamanya, tapi inti atom itu diikat dengan gaya-gaya nuklir yang luar biasa kuat. Dalam inti-inti atom yang sangat berat, gaya tolak listrik akan mencapai titik di mana gaya nuklir dapat diatasi dan inti atom itu pecah berhamburan.

Engels menunjukkan peran universal dari gaya tarik dan gaya tolak:

"Semua gerak tersusun dari interaksi dari gaya tarik dan gaya tolak. Gerak, dengan demikian, hanya dimungkinkan ketika setiap gaya tarik diimbangi oleh gaya tolak tertentu di tempat yang lain. Kalau tidak demikian, salah satu pihak

akan unggul dari yang lain dan gerak itu sendiri akan terhenti. Maka semua gaya tarik dan gaya tolak di alam semesta haruslah saling menyeimbangkan satu sama lain. Dengan demikian hukum yang mengatur bahwa gerak tidak mungkin dihancurkan ataupun diciptakan dinyatakan dalam bentuk bahwa tiap gerak tarikan dalam alam semesta harus memiliki penyeimbang gerak tolakan yang setara dan sebaliknya; atau, seperti yang dinyatakan oleh filsafat kuno - jauh sebelum perumusan ilmu-alam menyatakan hukum kekekalan gaya atau energi: jumlah dari semua gaya tarik di alam semesta adalah sama dengan jumlah semua gaya tolak di dalamnya."

Pada masa Engels, ide tentang gerak yang dominan diturunkan dari mekanika klasik, di mana gerak dihubungkan dengan satu sebab dari luar yang mengatasi kekuatan inersia. Engels agak sinis dengan istilah "gaya", yang dianggapnya sepihak dan tidak cukup untuk menggambarkan proses nyata yang terjadi di alam. "Semua proses alami," tulisnya, "selalu dari kedua belah pihak, semua berdasarkan pada setidaknya dua bagian yang bekerja, aksi dan reaksi. Pandangan tentang gaya, yang memiliki akar dari aksi organisme manusia pada dunia eksternalnya dan, lebih jauh lagi, dari mekanika terestrial, menyatakan bahwa hanya satu bagian yang aktif, yang bekerja, bagian lainnya pasif dan hanya menerima saja." [xxi]

Engels telah maju jauh melampaui jamannya ketika ia mengeluarkan kritik yang tajam atas pandangan tersebut, yang telah pula diserang oleh Hegel. Dalam *History of Philosophy*, Hegel menyatakan bahwa "Lebih baik (untuk menyatakan) bahwa sebuah magnet memiliki jiwa (seperti yang dinyatakan Thales) daripada menyatakan bahwa dia memiliki gaya tarik; gaya adalah sejenis sifat yang *terpisah dari materi*, dikemukakan sebagai sejenis predikat - sementara jiwa, di pihak lain, *adalah pergerakan itu sendiri, identik dengan sifat materi itu sendiri*." Pernyataan Hegel ini, yang dikutip dengan penuh persetujuan oleh Engels, mengandung satu ide yang mendasar - bahwa gerak dan energi adalah hal yang terkandung dalam materi itu sendiri. Materi bergerak karena kekuatan sendiri dan mengorganisir dirinya sendiri.

Bahkan kata "energi" tidak, dalam pendapat Engels, terlalu mencukupi, sekalipun jauh lebih disukai daripada "gaya". Penolakannya adalah bahwa "Istilah itu masih mengesankan bahwa 'energi' adalah sesuatu yang berada di luar materi, sesuatu yang ditanamkan ke dalamnya. Tapi, dalam segala keadaan, istilah itu masih lebih baik dari istilah 'gaya'." [xxii] Hubungan yang sejati telah ditunjukkan oleh teori Einstein tentang kesetaraan massa dan energi, yang menunjukkan bahwa materi dan energi adalah dua hal yang sama dan satu. Hal

ini persis merupakan sudut pandang materialisme dialektik, seperti yang dinyatakan oleh Engels, bahkan telah diantisipasi oleh Hegel, seperti yang ditunjukkan oleh kutipan di atas.

Negasi dari Negasi

Tiap bidang ilmu pengetahuan memiliki kosa katanya sendiri, istilah-istilah yang seringkali tidak sama maknanya dengan penggunaannya sehari-hari. Hal ini tentu akan menimbulkan berbagai kesulitan dan kesalahpahaman. Kata "negasi" umumnya dimaknai sebagai sekedar penghancuran, pemusnahan. Penting untuk dipahami bahwa dalam dialektika, negasi memiliki hakikat yang sama sekali berbeda. Ia bermakna *menghancurkan dan memelihara pada saat yang bersamaan*. Kita dapat menegasi sebutir benih dengan menginjaknya hancur. Benih itu "dinegasi" tapi bukan dalam makna yang dialektik! Jika benih itu dibiarkan, diberi kondisi yang menguntungkan, benih itu akan bertumbuh. Dengan demikian, ia telah menegasi dirinya sendiri sebagai sebutir benih dan tumbuh menjadi sebatang tanaman yang, pada tahap lanjutnya, akan mati pula, menghasilkan benih-benih baru.

Nampaknya, hal ini menghasilkan satu jalan berputar yang kembali ke titik asalnya. Walau demikian, tiap tukang kebun profesional tahu bahwa tiap butir benih yang nampaknya identik sebetulnya bervariasi, dari generasi ke generasi, yang akhirnya dapat menghasilkan bahkan spesies yang sama sekali baru. Para tukang kebun juga tahu bahwa beberapa jenis tertentu dapat direkayasa dengan menggunakan pembiakan selektif. Persis *rekayasa seleksi* inilah yang memberi Darwin satu petunjuk penting tentang proses *seleksi alam* yang terjadi secara spontan di alam, dan merupakan kunci untuk memahami perkembangan semua tumbuhan dan hewan. Apa yang kita lihat di sini bukanlah sekedar perubahan, tapi *perkembangan yang sejati*, yang biasanya berjalan dari bentuk-bentuk yang sederhana ke bentuk-bentuk yang lebih kompleks, termasuk molekul-molekul kehidupan yang kompleks itu sendiri, yang, pada titik tertentu, berkembang dari molekul materi anorganik.

Perhatikanlah contoh berikut, yang datang dari mekanika kuantum. Apa yang terjadi ketika sebuah elektron bersatu dengan sebuah foton? Elektron itu akan mengalami satu "lompatan kuantum" dan foton itu lenyap. Hasilnya bukanlah sejenis senyawa atau kesatuan mekanik. Hasilnya justru elektron itu sendiri, tapi dengan tingkat energi yang lebih tinggi. Hal yang sama terjadi ketika sebuah elektron bersatu dengan sebuah proton. Elektron itu lenyap dan protonnya tetap seperti semula, hanya tingkat energi dan muatannya yang berbeda. Ia kini

bermuatan netral dan menjadi neutron. Secara dialektik, elektron itu telah dihancurkan dan dipelihara pada saat yang bersamaan. Ia lenyap tapi tidak dimusnahkan. Ia masuk ke dalam partikel yang baru dan menyatakan dirinya sebagai perubahan energi dan muatan.

Orang-orang Yunani kuno sangat akrab dengan diskusi yang dialektik. Dalam sebuah debat yang dijalankan dengan benar, satu ide dikemukakan (*tesis*) dan kemudian disambut dengan ide yang berlawanan (*antitesis*) yang menegaskannya. Akhirnya, melalui proses diskusi yang menyeluruh, yang menjelajahi isu yang dibahas dari segala sudut pandang dan menjabarkan seluruh kontradiksi yang tersembunyi, kita akan sampai pada kesimpulan (*sintesis*). Kita boleh sampai atau tidak sampai pada kesimpulan tapi, dengan diskusi, kita telah memperdalam pengetahuan dan pemahaman kita dan menempatkan keseluruhan diskusi dalam bidang pandang yang sama sekali berbeda.

Sangatlah jelas bahwa tidak satupun kritikus yang menyerang Marxisme pernah berepot-repot membaca sendiri karya-karya Marx dan Engels. Seringkali dianggap, contohnya, bahwa dialektika terdiri dari "tesis-antitesis-sintesis", yang dianggap telah disalin Marx dari Hegel (yang dianggap menyalinnya dari Tritunggal Mahakudus) dan menerapkannya ke dalam masyarakat. Karikatur yang kekanak-kanakan ini masih terus diulangi oleh orang-orang yang semestinya dianggap intelektual sampai hari ini. Pada kenyataannya, bukan hanya dialektika Marx bertentangan dengan dialektika Hegel yang idealis, tapi dialektika Hegel itu sendiri sangat berbeda dengan filsafat Yunani klasik.

Plekhanov dengan tepat menyindir upaya untuk mereduksi struktur dialektika Hegelian pada "Tritunggal kayu" tesis-antitesis-sintesis. Dialektika Hegel yang maju itu mengandung hubungan yang kurang-lebih sama terhadap dialektika Yunani, seperti hubungan ilmu kimia modern terhadap penyelidikan primitif yang dilakukan oleh para ahli alkimia tempo dulu. Benar bahwa para ahli alkimia itu menyiapkan landasan bagi berkembangnya ilmu kimia secara umum, tapi pernyataan bahwa "keduanya pada dasarnya sama" adalah pernyataannya yang konyol, titik. Hegel kembali pada Heraclitus, tapi pada tingkatan kualitatif yang lebih tinggi, yang telah diperkaya oleh 2.500 tahun perkembangan filsafat dan ilmu pengetahuan. Perkembangan dialektika itu sendiri adalah proses yang dialektik.

Pada masa kini, kata "alkimia" digunakan sebagai sinonim dari sihir tipu-tipu. Ia mengumpulkan segala hal yang berhubungan dengan mantera dan *black magic*.

Unsur-unsur ini memang hadir dalam sejarah alkimia, tapi aktivitas mereka tidaklah terbatas pada hal-hal ini saja. Dalam sejarah ilmu pengetahuan, alkimia memainkan peran yang sangat penting. Alkimia adalah kata bahasa Arab, yang digunakan untuk segala jenis ilmu tentang material. Banyak di antara mereka memang penipu, tapi tidak sedikit pula yang merupakan ilmuwan-ilmuwan yang baik! Dan kata kimia adalah kosa kata Barat untuk hal yang sama. Banyak kosa kata dalam ilmu kimia berasal dari bahasa Arab - *acid* (asam), *alkali* (basa), *alcohol*, dst.

Para ahli alkimia berangkat dari proposisi bahwa mungkin bagi kita untuk mengubah satu unsur menjadi unsur yang lain. Mereka mencoba selama berabad-abad untuk menemukan "Batu filsuf", yang mereka percaya akan memungkinkan mereka untuk mengubah logam dasar (timah) menjadi emas. Walaupun mereka berhasil, tentunya mereka tetap tidak akan mendapat manfaat apa-apa dari situ, karena nilai emas akan langsung merosot senilai dengan timah! Tapi itu cerita lain. Kalau melihat tingkatan perkembangan teknik pada masa itu, para ahli alkimia nampaknya mencoba melakukan sesuatu yang mustahil. Pada akhirnya mereka dipaksa sampai pada kesimpulan bahwa perubahan [transmutasi] unsur adalah hal yang mustahil. Walau demikian, upaya yang dilakukan para ahli alkimia bukanlah hal yang sia-sia. Dalam pengejaran mereka terhadap hipotesis yang tidak ilmiah itu, batu filsuf, mereka sebenarnya telah melakukan kerja-kerja kepeloporan, mengembangkan seni eksperimen, menciptakan berbagai peralatan yang masih terus digunakan dalam laboratorium-laboratorium masa kini dan merinci dan menganalisa berjenis-jenis reaksi kimia. Dengan cara ini, alkimia telah menyiapkan jalan bagi perkembangan ilmu kimia yang sejati.

Ilmu kimia modern mampu melangkah maju hanya setelah menyangkal hipotesis dasar para ahli alkimia - perubahan unsur-unsur. Sejak akhir abad ke-18, ilmu kimia berkembang di atas landasan yang ilmiah. Dengan menyingkirkan tujuan-tujuan masa lalu yang penuh khayal itu, ia dapat melompat jauh ke depan. Kemudian, di tahun 1919, ilmuwan Inggris Rutherford melakukan satu percobaan dengan membombardemen inti atom nitrogen dengan partikel alpha. Hal ini mengakibatkan pecahnya inti atom, pertama kalinya hal seperti ini dibuat oleh manusia. Dengan cara itu, ia berhasil mengubah satu unsur (nitrogen) menjadi unsur lainnya (oksigen). Pencarian yang telah berlangsung ribuan tahun di tangan para ahli alkimia itu telah mencapai tujuannya, tapi dengan cara yang sama sekali tidak akan pernah mereka sanggup bayangkan!

Mari kita lihat proses ini lebih dekat lagi. Kita mulai dengan tesis: a) transmudasi unsur; ini kemudian dinegasi oleh antitesisnya b) kemustahilan untuk mengubah satu unsur menjadi unsur lain; yang kemudian digulingkan pula oleh negasi yang kedua c) transmudasi unsur-unsur. Di sini kita harus memperhatikan tiga hal. Pertama, tiap negasi menandai satu kemajuan yang pasti. Kedua, tiap kemajuan akan menegasi tahapan yang sebelumnya, bereaksi melawannya, sambil merawat segala hal yang berguna dan perlu dari tahapan yang dinegasinya. Terakhir, tahapan puncaknya - negasi dari negasi - sama sekali tidak menandai kembalinya kita pada ide awal (dalam hal ini, alkimia), tapi pemunculan kembali bentuk-bentuk awal itu dalam tingkat yang lebih tinggi secara kualitas. Kebetulan, kini mungkin bagi kita untuk mengubah timah menjadi emas, tapi prosesnya terlalu mahal sehingga orang tidak mau repot-repot lagi melakukan itu!

Dialektika menggambarkan proses-proses mendasar yang bekerja di alam raya, di tengah masyarakat dan dalam sejarah perkembangan pemikiran, bukan dalam lingkaran yang bulat, di mana proses-proses sekedar mengulangi diri mereka dalam siklus mekanik yang tanpa henti, tapi sebagai sejenis spiral perkembangan yang terbuka di mana tidak sesuatupun yang berulang persis dengan cara yang sama. Proses ini dapat terlihat dalam sejarah filsafat dan ilmu pengetahuan. Seluruh sejarah pemikiran mengandung proses perkembangan melalui kontradiksi yang tanpa putusanya.

Sebuah teori dikemukakan untuk menjelaskan gejala tertentu. Teori ini secara bertahap diterima orang, baik karena semakin banyaknya bukti yang membenarkannya, atau karena ketiadaan teori lain yang lebih memuaskan. Pada titik tertentu, penyimpangan dari data akan ditemukan, yang mulanya pasti diabaikan sebagai sekedar kesalahan pengukuran. Lalu satu teori baru akan muncul untuk mengkontradiksi teori lama dan untuk menjelaskan fakta-fakta dengan lebih baik. Pada akhirnya, setelah pergulatan yang panjang, teori baru itu akan menggulingkan teori lama yang telah menjadi ortodoks itu. Tapi, pertanyaan-pertanyaan baru akan terus muncul, yang pada gilirannya harus pula diselesaikan. Seringkali, nampaknya kita kembali pada ide-ide yang sebelumnya telah dibuktikan keliru. Tapi, hal ini tidaklah berarti kembali pada titik nol. Yang kita lihat di sini adalah proses yang dialektik, yang melibatkan pemahaman yang semakin dalam atas bekerjanya alam, masyarakat dan diri kita sendiri. Inilah dialektika sejarah filsafat dan ilmu pengetahuan.

Joseph Dietzgen, seorang kawan Marx dan Engels, pernah berkata bahwa seorang tua yang merenungkan kembali seluruh hidupnya boleh jadi akan melihatnya sebagai serangkaian kesalahan yang, jika ia dapat memutar balik waktu, pastilah akan coba diperbaikinya. Tapi, kemudian ia akan terbentur pada kontradiksi dialektikal bahwa hanya melalui kesalahan-kesalahan itulah ia dapat sampai pada kebijaksanaan yang dimilikinya sekarang, yang membuat ia sanggup melihat dan mengakui perbuatan-perbuatan itu sebagai suatu kesalahan. Seperti yang telah diamati secara teliti oleh Hegel, telaah-diri yang dilakukan seorang muda tidak akan pernah memiliki bobot yang sama dengan yang dikemukakan oleh seorang yang pengalaman hidupnya telah menghasilkan isi dan makna yang tinggi. Keduanya dapat mengemukakan hal yang sama, tapi isi di dalamnya tidak sama. Apa yang di masa muda merupakan pemikiran yang abstrak, yang tidak ada atau sedikit isinya, kini adalah hasil dari sebuah refleksi yang matang.

Kejeniusan Hegel telah membawanya memahami sejarah berbagai aliran filsafat sebagai proses yang dialektik yang telah dialami oleh masing-masing pemikiran itu sendiri. Ia membandingkannya dengan kehidupan sebatang tanaman, yang melalui berbagai tahap, yaitu saling mengisi satu sama lain, tapi yang, dalam keseluruhannya, menyusun kehidupan tanaman itu sendiri:

"Semakin pikiran menganggap bahwa pertentangan antara benar dan salah adalah hal yang tetap, semakin ia terbiasa untuk mengharapkan atau persepakatan atau ketidaksepakatan dengan sistem filsafat tertentu, dan melihat bahwa salah pernyataan pembenar dalam salah satu sistem itu adalah benar. Ia tidak akan melihat berbagai sistem filsafat sebagai sekedar evolusi progresif atas kebenaran, ia hanya akan melihatnya sebagai kontradiksi antara varian-varian kebenaran. Kuncup akan runtuh ketika kelopak mekar, dan kita akan mengatakan bahwa kuncup itu ditolak oleh kelopak; dengan cara yang sama ketika buah muncul, kuncup dapat dilihat sebagai bentuk semu dari keberadaan tanaman tersebut, karena buah akan terlihat dalam watak sejatinya yang menggantikan kuncup. Tahapan-tahapan ini bukan saja berbeda satu-sama lain, mereka saling menggantikan karena yang satu tidaklah dapat hidup bersama yang lain. Tapi, aktivitas tanpa henti dari ciri inheren mereka, pada saat bersamaan, mengikat mereka semua menjadi satu kesatuan organik, di mana mereka bukan hanya saling mengkontradiksi satu sama lain, tapi di mana yang satu adalah sama pentingnya dengan yang lain; dan hanya keharusan yang setara

sepanjang waktu inilah yang menjadikan dirinya sebagai satu kehidupan yang utuh."**[xxiii]**

Dialektika dalam Capital

Dalam ketiga jilid *Capital*, Marx menyediakan satu contoh gemilang bagaimana metode dialektik dapat digunakan untuk menganalisa proses yang paling mendasar dalam masyarakat. Dengan melakukan itu, ia merevolusionerkan ilmu ekonomi-politik, satu fakta yang bahkan tidak berani dibantah oleh para ekonom yang paling bertentangan pandangannya sekalipun dengan Marx. Betapa mendasarnya metode dialektika bagi karya Marx sehingga Lenin memerlukan untuk mengatakan bahwa mustahillah memahami *Capital*, terutama bab-bab awalnya, tanpa terlebih dahulu membaca *Logic*-nya Hegel! Ini tentu sesuatu yang berlebihan. Tapi, apa yang dimaksud Lenin adalah fakta bahwa *Capital*-nya Marx itu sendiri adalah satu telaah-obyek yang monumental tentang bagaimana dialektika harusnya diterapkan.

"Jika Marx tidak meninggalkan satu "Logika" (dengan huruf besar), setidaknya ia mewariskan satu logika dari *Capital*, dan ini haruslah didayagunakan sepenuhnya dalam permasalahan ini. Dalam *Capital*, Marx menerapkan satu logika ilmiah tunggal, dialektika dan teori keilmuan materialisme [sebetulnya tidak membutuhkan tiga kata: ketiganya adalah hal yang satu dan sama] yang telah mengambil segala hal yang bermanfaat dari Hegel dan mengembangkannya lebih jauh."**[xxiv]**

Metode apa yang digunakan Marx dalam *Capital*? Ia tidak memaksakan satu hukum dialektika terhadap ekonomi tapi menurunkannya dari telaah yang panjang dan berat atas segala aspek dari proses ekonomi. Ia tidak memajukan satu skema acak, baru kemudian berusaha mencocok-cocokkan fakta agar cocok dengan skema itu, melainkan berangkat dari upaya untuk mengungkapkan hukum-hukum gerak produksi kapitalis melalui penelitian yang teliti atas gejala-gejala itu sendiri. Dalam *Preface to the Critique of Political Economy*, Marx menjelaskan metode yang digunakannya:

"Saya telah meniadakan pengantar umum yang sebenarnya telah saya tulis karena dari refleksi lebih jauh, semua antisipasi terhadap hasil yang mungkin dicapai bukanlah hal yang seharusnya terjadi, dan para pembaca yang secara umum ingin mengikuti jejak saya harus bertekad untuk mengikuti saya dalam menelusuri jalan dari yang khusus ke yang umum."**[xxv]**

Capital merupakan satu terobosan, bukan hanya dalam bidang ekonomi, tapi bagi ilmu sosial secara umum. Ia memiliki hubungan langsung dengan berbagai

jenis diskusi yang sedang terjadi di kalangan para ilmuwan pada masa kini. Ketika Marx masih hidup, diskusi-diskusi ini telah dimulai. Pada masa itu, para ilmuwan masih terobsesi dengan ide tentang membedah segala hal dan memeriksanya rincian-rinciannya. Metode ini sekarang dikenal sebagai "reduksionisme", sekalipun Marx dan Engels, yang sangat mengkritik metode ini, menyebutnya sebagai "metode metafisik". Para penganut mekanisme mendominasi dunia fisika selama 150 tahun. Baru sekarang reaksi melawan reduksionisme mendapatkan tenaganya. Satu generasi baru ilmuwan telah menyiapkan diri mereka untuk menghadapi tugas mengatasi warisan ini, dan untuk merumuskan prinsip-prinsip baru, sebagai pengganti pendekatan-pendekatan yang sudah kuno.

Kita harus berterima kasih pada Marx yang telah memukul mundur kecenderungan reduksionis dalam bidang ekonomi di pertengahan abad silam. Setelah *Capital*, pendekatan semacam itu tidak lagi terpikirkan. Metode a la "Robinson Crusoe" untuk menjelaskan ekonomi-politik ("bayangkan dua orang yang terdampar di pulau terpencil...") kadang kala masih muncul dalam buku teks sekolah yang bermutu rendah dan upaya-upaya vulgar dalam mempopulerkan ekonomi-politik, tapi semua itu tidak lagi dapat dianggap serius. Krisis ekonomi dan revolusi tidak akan pernah terjadi di sebuah pulau yang hanya dihuni dua orang! Marx menganalisa perekonomian kapitalis, bukan sebagai jumlah-total dari tindakan pertukaran orang per orang, tapi sebagai sebuah sistem yang kompleks, yang didominasi oleh hukum-hukum internalnya, yang sama kuatnya dengan hukum-hukum alam. Dengan cara yang sama, para fisikawan kini mendiskusikan ide tentang kompleksitas, dalam makna sebuah sistem di mana yang keseluruhan bukan sekedar kumpulan dari bagian-bagiannya. Tentu saja, sangatlah berguna untuk mengetahui, jika mungkin, hukum-hukum yang mengatur tiap bagian, tapi sistem yang kompleks akan diatur oleh hukum-hukum lain, yang bukan sekedar pengulangan dari hukum-hukum yang mengatur bagian per bagiannya. Persis inilah metode *Capital*-nya Marx - metode materialisme dialektik.

Marx memulai karyanya dengan satu telaah tentang *unit dasar* dari perekonomian kapitalis - komoditi. Dari sini ia melanjutkan dengan menjelaskan bagaimana semua kontradiksi dalam masyarakat kapitalis muncul. Reduksionisme memperlakukan segala hal sebagai keseluruhan dan sebagian, khusus dan umum, yang tidak saling cocok satu sama lain dan saling tidak berhubungan, padahal mereka tidak dapat saling dipisahkan, saling merasuki dan saling menentukan satu sama lain. Dalam jilid pertama *Capital*, Marx

menjelaskan watak ganda dari komoditi, sebagai *nilai-guna dan nilai-tukar*. Kebanyakan orang melihat komoditi hanya sebagai nilai-guna, objek yang kongkrit dan berguna untuk memuaskan kebutuhan manusia. Nilai-guna selalu dihasilkan di sepanjang jaman, dalam tiap tipe masyarakat manusia.

Walau demikian, masyarakat kapitalis melakukan hal yang aneh pada nilai-guna. Ia mengubah nilai itu menjadi nilai-tukar - barang-barang yang diproduksi bukan untuk langsung dikonsumsi, melainkan untuk dijual. Tiap komoditi, dengan demikian, memiliki dua wajah - wajah nilai-guna yang akrab dan familiar, dan wajah nilai tukar yang misterius dan tersembunyi di balik kedok. Wajah yang pertama terhubung langsung dengan ciri-ciri fisik dari komoditi tertentu (kita mengenakan pakaian, meminum kopi, mengemudi kendaraan, dan lain-lain). Tapi nilai-tukar tidaklah terlihat, tidak dapat dipakai atau tidak dapat dimakan. Nilai ini tidak memiliki keberadaan material apapun. Walau demikian, ia adalah hakikat esensial dari komoditi di bawah kapitalisme. Pernyataan puncak dari nilai-tukar adalah uang, alat tukar universal. Semua komoditi menyatakan nilainya melalui ini. Potongan-potongan kertas hijau itu tidak memiliki hubungan apapun dengan pakaian, kopi atau mobil. Kita juga tak dapat memakannya, mengenakannya atau mengemudikannya. Tapi ada satu kekuatan yang mereka kandung, yang sungguh diakui secara universal, sehingga orang rela membunuh untuk mendapatkannya.

Watak ganda dari komoditi menyatakan kontradiksi sentral dari masyarakat kapitalis - konflik antara buruh-upahan dan kapital. Kaum buruh berpikir bahwa mereka menjual tenaganya pada para majikan, tapi, pada kenyataannya, mereka hanya menjual *kemampuan kerja*-nya, yang akan digunakan oleh para majikan seperti apa yang mereka mau. Nilai-lebih yang kemudian dihasilkan adalah hasil kerja kelas pekerja yang tidak dibayarkan kepada mereka, inilah sumber akumulasi kapital. Kerja yang tidak dibayar inilah yang membiayai anggota-anggota masyarakat yang tidak bekerja, melalui rente, bunga, keuntungan dan pajak. Perjuangan kelas sesungguhnya adalah perjuangan untuk menguasai pembagian nilai-lebih ini.

Marx tidak menciptakan istilah nilai-lebih, yang telah dikenal oleh para ekonom sebelumnya seperti Adam Smith dan David Ricardo. Tapi, dengan mengungkap kontradiksi sentral yang terkandung di dalamnya, ia telah merevolusionerkan ekonomi-politik. Penemuan ini dapat diperbandingkan dengan proses yang mirip dalam sejarah ilmu kimia. Sebelum akhir abad ke-18, orang menganggap bahwa hakikat dari semua pembakaran terkandung dalam pemisahan satu zat hipotesis yang disebut *phlogiston* dari zat yang terbakar. Teori ini digunakan untuk

menjelaskan kebanyakan gejala kimiawi yang dikenal masa itu. Lalu, di tahun 1774, ilmuwan Inggris Joseph Priestly menemukan sesuatu yang disebutnya "udara yang telah dikeluarkan *phlogiston*-nya", karena kemudian ditemukan bahwa *phlogiston* akan hilang dari udara jika satu zat dibakar di dalamnya.

Priestly telah, pada kenyataannya, menemukan oksigen. Tapi ia dan ilmuwan lain tidak sanggup menyadari implikasi revolusioner yang terkandung dalam penemuan ini. Kemudian, seorang ahli kimia Perancis Lavoisier menemukan bahwa jenis udara baru itu sesungguhnya adalah sebuah unsur kimia, yang tidak lenyap dalam sebuah proses pembakaran, tapi bergabung dengan zat yang dibakar. Sekalipun orang lain yang menemukan oksigen, mereka tidak tahu *apayang* mereka temukan. Inilah penemuan besar Lavoisier. Marx memainkan peranan yang serupa dalam bidang ekonomi-politik.

Para pendahulu Marx telah menemukan keberadaan nilai-lebih, tapi watak sejatinya terus terbungkus dalam kabut. Dengan menghadapkan segala teori yang ada, dimulai dari teorinya Ricardo, dengan telaah yang teliti dan kritis, Marx dapat menemukan watak sejati yang kontradiktif dari nilai-lebih. Ia menyelidiki seluruh hubungan dalam masyarakat kapitalis, dimulai dari bentuk produksi dan pertukaran komoditi yang paling sederhana, dan mengikuti proses itu melalui berbagai jenis perubahannya, dengan menggunakan metode dialektika yang ketat.

Marx menunjukkan hubungan antara komoditi dan uang, dan menjadi orang pertama yang melakukan analisis yang luas tentang uang. Ia menunjukkan bagaimana uang diubah menjadi kapital, menunjukkan bagaimana perubahan ini dihasilkan melalui pembelian dan penjualan kemampuan kerja. Perbedaan yang mendasar antara kerja dan kemampuan kerja adalah kunci yang telah menyingkap misteri nilai-lebih, satu masalah yang tidak berhasil diselesaikan oleh Ricardo. Dengan menegaskan perbedaan antara kapital konstan dan variabel, Marx sanggup menelusuri seluruh proses pembentukan kapital secara rinci, dan menjelaskannya, satu hal yang tidak sanggup dilakukan satupun pendahulunya.

Metode Marx seluruhnya dialektik, dan mengikuti jalinan yang digariskan oleh *Logic*-nya Hegel dengan cukup ketat. Hal ini dinyatakan secara eksplisit dalam Catatan Susulan terhadap Edisi Kedua dalam Bahasa Jerman, di mana Marx memberi penghargaan yang tinggi kepada Hegel:

"Walaupun sang penulis menggambarkan apa yang dianggapnya adalah murni pemikiran saya, dalam cara yang tegas dan (sejauh menyangkut penerapan saya

akan hal ini) murah hati ini, apa lagi yang sedang ia gambarkan melainkan metode dialektika?

"Tentu saja metode penyajiannya harus berbeda dalam bentuknya dari sekedar inkuisisi. Kalau bentuk itu yang dipakai, maka penyajiannya harus menyajikan material secara detil dengan menganalisa berbagai bentuk perkembangan, dengan menelusuri hubungan-hubungan internalnya. Hanya jika tugas-tugas ini telah dilakukan, pergerakan nyata yang terjadi dapat digambarkan dengan baik. Jika tugas ini dilakukan dengan berhasil, jika kehidupan materi-subjek tercerminkan dengan ideal seperti halnya bayangan cermin, maka mungkin akan terlihat bahwa apa yang kami lakukan hanyalah sekedar konstruksi a priori....

"Sisi yang mistik dari dialektika Hegelian telah saya kritisi hampir tiga puluh tahun lalu, pada waktu ia masih menjadi mode. Tapi ketika saya baru mulai mengerjakan jilid pertama Das Kapital, kaum ????????, yang sombong, rewel dan pas-pasan itu, sedang bersenang-senang memperlakukan Hegel dengan cara yang mirip dengan apa yang dilakukan Moses Mendelssohn memperlakukan Spinoza pada masa Lessing, yaitu sebagai "barang kuno yang tak lagi berguna". Maka itu, dengan ini saya menyatakan diri secara terbuka sebagai murid dari pemikir besar itu, dan bahkan di sana-sini, dalam bab tentang nilai, masih terus menggunakan metode pernyataan yang diciptakannya. Mistifikasi yang diderita dialektika di tangan Hegel, sama sekali tidak membuatnya gagal menjadi orang yang pertama berhasil menyajikannya dalam bentuk fungsi umum yang komprehensif dan sadar. Pada Hegel, dialektika berdiri terjungkir di atas kepalanya. Ia harus dibalikkan ke kakinya lagi, jika Anda ingin menemukan mutiara yang ada di balik cangkang mistik itu.

"Dalam bentuknya yang mistis, dialektika menjadi mode di Jerman, karena ia nampak memberi bentuk baru dan memuliakan kondisi-kondisi yang ada dari segala hal. Dalam bentuknya yang rasional ia adalah satu skandal dan kutukan bagi keborjuisan dan para pendukungnya yang doktriner, karena di dalamnya terkandung satu pemahaman dan pengakuan afirmatif terhadap berbagai hal yang ada, dan sekaligus pada saat bersamaan, keniscayaan akan penghancurannya; karena ia memandang segala bentuk sosial yang berkembang dalam sejarah sebagai pergerakan yang fluid, dan dengan demikian memperhitungkan pula wataknya yang sementara, tidak kurang dari keberadaannya yang fana; karena ia tidak membiarkan sesuatupun mengatasinya, dan dalam hakikatnya berwatak kritis dan revolusioner."**[xxvi]**

-
- [i] Trotsky, *In Defense of Marxism*, p. 66.
- [ii] Marx, *Capital*, Vol. 1, p. 19.
- [iii] David Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, p. 1.
- [iv] R. P. Feynman, *Lectures on Physics*, bab 1, p. 8.
- [v] Aristoteles, op. cit., p. 9.
- [vi] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 92.
- [vii] Trotsky, op. cit., pp. 106-7.
- [viii] M. Waldrop, *Complexity*, p. 82.
- [ix] Engels, *Dialectics of Nature*, pp. 90-1.
- [x] Engels, *Anti-Dühring*, p. 162.
- [xi] J. Gleick, *Chaos, Making a New Science*, p. 127.
- [xii] M. Waldrop, op. cit., p. 65.
- [xiii] D. Bohm, op. cit., p. x.
- [xiv] Engels, *Anti-Dühring*, p. 163.
- [xv] I. Stewart, *Does God Play Dice?*, p. 22.
- [xvi] Feynman, op. cit., bab 2, p. 5.
- [xvii] Engels, *Dialectics of Nature*, pp. 345-6.
- [xviii] Hegel, *Science of Logic*, Vol. 1, p. 258
- [xix] B. Hoffmann, *The Strange Story of Kuantum*, p. 159.
- [xx] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 96.
- [xxi] Ibid., pp. 95-6 dan p. 110.
- [xxii] Ibid., p. 108 dan p. 107.
- [xxiii] Hegel, *Phenomenology of the Mind*, p. 68.
- [xxiv] Lenin, *Collected Works*, Vol. 38, p. 502; selanjutnya dirujuk sebagai LCW.
- [xxv] Marx dan Engels, *Selected Works*, Vol. 1, p. 502; selanjutnya dirujuk sebagai MESW.
- [xxvi] Marx, *Capital*, Vol. 1, pp. 19-20.

Logika Formal dan Logika Dialektik

Kemampuan manusia untuk berpikir secara logis adalah hasil dari proses evolusi sosial yang panjang. Kemampuan ini mendahului penemuan logika formal, bukan hanya dalam jangka ribuan, tapi jutaan tahun. Locke telah menyatakan pemikiran ini di abad ke-17, ketika ia menulis: "Tuhan tidaklah demikian acuh terhadap manusia sehingga Ia membuatnya menjadi sekedar makhluk berkaki dua, dan kemudian menyerahkan tugas membuat mereka rasional kepada Aristoteles." Di balik Logika, menurut Locke, berdirilah "satu kemampuan naif untuk menangkap koherensi atau ketidakkohherenan dari salah satu idenya sendiri."^[1]

Kategorisasi logika tidaklah jatuh dari langit. Bentuk-bentuk ini telah terbangun dalam jalannya perkembangan sosio-historis umat manusia. Mereka semua adalah generalisasi paling mendasar atas realitas, yang tercermin dalam pikiran manusia. Semua ditarik dari fakta bahwa setiap objek memiliki kualitas tertentu yang membedakannya dengan objek-objek yang lain; bahwa segala hal hadir dalam hubungan tertentu dengan hal lain; bahwa objek-objek tersusun dalam kelas-kelas yang semakin tinggi, di mana mereka memiliki kesamaan dalam sifat-sifat tertentu; bahwa gejala-gejala tertentu mengakibatkan terjadinya gejala-gejala lain, dsb.

Sampai batas tertentu, seperti yang dinyatakan oleh Trotsky, hewan pun memiliki kemampuan untuk berpikir dan menarik kesimpulan tertentu dari situasi yang dihadapinya. Pada mamalia yang lebih tinggi, dan khususnya pada kera, kemampuan ini telah maju cukup jauh, seperti yang ditunjukkan dengan cukup menyolok oleh penelitian baru-baru ini mengenai simpanse bonobo. Walau demikian, sekalipun kemampuan berpikir mungkin bukanlah monopoli spesies manusia, kemampuan untuk berpikir secara rasional telah mencapai titik tertinggi yang telah dicapainya sejauh ini hanya pada perkembangan intelektualitas manusia.

Abstraksi adalah keharusan mutlak. Tanpanya, pemikiran secara umum tidaklah dimungkinkan. Pertanyaannya: abstraksi macam apa? Ketika saya mengabstraksi realitas, saya berkonsentrasi pada beberapa aspek dalam gejala tertentu, dan mengabaikan aspek-aspek lainnya. Seorang pembuat peta yang baik, contohnya, bukanlah seorang yang menggambar ulang setiap detil dari tiap rumah dan batu trotoar, apalagi tiap mobil yang diparkir. Jumlah detil yang demikian banyak akan menghancurkan kegunaan dari peta itu sendiri, yang dibuat untuk menyajikan satu skema umum yang enak dilihat dari sebuah kota atau wilayah

geografis yang lain. Serupa dengan itu, sejak awal otak telah belajar mengabaikan bunyi tertentu dan berkonsentrasi pada bunyi yang lain. Jika kita tidak dapat melakukan ini jumlah informasi yang mencapai telinga kita dari segala sisi akan membuat otak kelebihan beban. Bahasa itu sendiri menyaratkan satu tingkatan abstraksi yang tinggi.

Kemampuan untuk membuat abstraksi yang tepat, yang cukup mencerminkan realitas yang ingin kita pahami dan gambarkan, adalah prasyarat perlu bagi pemikiran ilmiah. Abstraksi logika formal cukup untuk menyatakan dunia nyata pada tingkatan tertentu yang sempit. Tapi logika ini sepihak dan statis, dan sangat tidak cukup untuk menangani proses yang kompleks, terutama pergerakan, perubahan dan kontradiksi. Kekongkritan satu objek mengandung jumlah-total dari semua aspek dan interelasinya, yang ditentukan oleh hukum-hukum dasar internalnya. Tugas dari ilmu pengetahuan-lah untuk menyingkap hukum-hukum ini, untuk sampai sedekat mungkin pada realitas kongkrit itu. Seluruh kegunaan kognisi [pengenalan, pengakuan] terletak pada pencerminan terhadap dunia objektif dan ketaatannya sejauh mungkin akan hukum-hukum internal dan hubungan-hubungan wajibnya. Seperti yang dinyatakan oleh Hegel, "Kebenaran itu selalu kongkrit."

Tapi di sini kita melihat satu kontradiksi. Mustahillah untuk sampai pada pemahaman tentang dunia alam kongkrit tanpa terlebih dahulu menarik abstraksi. Kata "abstrak" datang dari bahasa Latin yang berarti "mengambil dari". Melalui sebuah proses abstraksi, kita mengambil beberapa aspek yang kita anggap penting dari objek yang sedang direnungkan, mengabaikan aspek-aspek lainnya. Pengetahuan abstrak pastilah sepihak karena ia hanya menyatakan satu sisi tertentu dari gejala yang diamati, terisolasi dari apa yang menentukan sifat khusus dari keseluruhannya. Dengan demikian, matematika akan berurusan secara eksklusif dengan hubungan-hubungan kuantitatif. Karena kuantitas adalah aspek yang sangat penting dari alam, abstraksi matematik telah menyediakan bagi kita satu alat yang sangat penting untuk menyelami rahasia-rahasia alam itu. Karena alasan ini, kita sering tergoda untuk melupakan sifat dasar dan keterbatasan-keterbatasan yang dimilikinya. Karena matematika, bagaimanapun, tetaplah sepihak, seperti segala macam abstraksi yang lain. Kita menjerumuskan diri sendiri ke dalam bahaya karena kelalaian ini.

Alam mengenal kualitas sekaligus bersama kuantitas. Penentuan hubungan yang persis terjadi antara keduanya, dan untuk menentukan bagaimana yang satu

berubah menjadi yang lain pada titik kritis tertentu, mutlak perlu bagi kita jika kita ingin memahami satu dari proses paling mendasar di alam ini. Ini adalah salah satu konsepsi dasar dari pemikiran dialektik, yang berseberangan secara lurus dengan pemikiran formal, dan juga salah satu sumbangannya yang paling penting untuk kemajuan ilmu pengetahuan. Kebijakan yang dalam yang disediakan oleh metode ini, yang sudah lama dicaci sebagai "ajaran mistis", baru kini dipahami dan diperhatikan. Pemikiran abstrak yang sepihak, yang terwujud dalam logika formal, telah membawa kerugian besar bagi ilmu pengetahuan dengan *mengeskomunikasikan* dialektika. Tapi, hasil-hasil nyata yang telah dicapai ilmu pengetahuan telah menunjukkan bahwa, ujung-ujungnya, pemikiran dialektik jauh lebih dekat dengan proses nyata yang terjadi di alam dibandingkan abstraksi linear dari logika formal.

Sangatlah penting untuk mendapatkan pemahaman kongkrit atas objek sebagai satu sistem yang integral, bukan sekedar pecahan-pecahan yang saling terisolasi satu dari lainnya; dengan kesalingterhubungannya yang kontradiktif, bukan hubungan yang terjadi di luar konteks, seperti seekor kupu-kupu yang terpaku pada papan koleksi museum; dalam kehidupan dan pergerakannya, bukan sesuatu yang mati dan statis. Pendekatan semacam ini berada dalam konflik terbuka dengan apa yang disebut "hukum-hukum" logika formal, pernyataan paling mutlak dari pemikiran dogmatik yang pernah ditemui manusia, yang merupakan sejenis *rigor mortis* mental. Tapi alam hidup dan bernafas, dan dengan keras kepala menolak mengikuti pemikiran formalistik. "A" tidak harus sama dengan "A". Partikel-partikel sub-atomik sekaligus adalah dirinya sendiri dan partikel lain. Proses linear akan selalu berakhir dalam *chaos*. Yang keseluruhan selalu lebih besar dari jumlah bagian-bagiannya. Kuantitas berubah menjadi kualitas. Evolusi itu sendiri bukanlah sebuah proses yang gradual, tapi disela di sana-sini dengan lompatan-lompatan dan bencana yang mendadak. Apa yang dapat kita lakukan tentang hal ini? Fakta adalah hal yang keras kepala.

Tanpa abstraksi, mustahillah kita menerobos objek "secara dalam", untuk memahami sifat-sifat hakikinya dan hukum-hukum geraknya. Melalui kerja mental abstraksi, kita dapat memahami lebih jauh daripada informasi segera yang disajikan oleh indera kita (persepsi-inderawi), dan menjelajah lebih jauh. Kita dapat memecah berbagai objek menjadi bagian-bagian penyusunnya, mengisolasi mereka, dan menelaah masing-masing secara rinci. Kita dapat sampai pada satu pemahaman yang ideal dan umum terhadap objek dalam bentuknya yang "murni", setelah dilucuti dari semua ciri sekundernya. Ini adalah hasil kerja abstraksi, satu tahapan yang mutlak perlu bagi proses kognisi.

"Pikiran berjalan dari kongkrit menuju ke abstrak," tulis Lenin, "- asalkan ia tepat (dan Kant, seperti semua filsuf lainnya, bicara tentang pikiran yang tepat) - tidak akan bergeser dari kebenaran tapi justru mendekat kepadanya. Abstraksi dari materi, dari sebuah hukum alam, abstraksi dari nilai, dan lain-lain, pendeknya segala abstraksi ilmiah (tepat, serius, tidak absurd) mencerminkan alam dengan lebih dalam, benar dan lengkap. Dari persepsi hidup ke pemikiran abstrak, dan dari sini menuju praktek, - inilah jalur dialektis dari kognisi terhadap kebenaran, dari kognisi terhadap realitas objektif."**[ii]**

Salah satu ciri utama pemikiran manusia adalah bahwa ia tidaklah terbatas pada "apa yang sebenarnya" tapi juga mengurus "apa yang seharusnya". Kita tak pernah berhenti membuat segala macam asumsi logis tentang dunia yang kita diami. Logika yang tidak dipelajari dari buku, tapi merupakan hasil dari masa-masa evolusi yang panjang. Percobaan-percobaan yang rinci telah menunjukkan bahwa bentuk-bentuk awal logika telah didapat oleh seorang bayi pada usia yang masih amat muda melalui pengalaman. Kita berpendapat bahwa jika sesuatu benar, maka hal lainnya, yang kita tidak memiliki pengalaman langsung tentang itu, pasti juga benar. Proses-berpikir logis seperti itu telah terjadi jutaan kali sepanjang hidup kita, tanpa kita sadari. Proses ini menjadi sebuah kebiasaan, bahkan tindakan paling sederhana dalam kehidupan ini akan mustahil kita lakukan tanpanya.

Aturan dasar berpikir telah dianggap wajar oleh banyak orang. Aturan-aturan itu adalah bagian hidup kita yang kita kenal baik, dan tercermin pula dalam banyak peribahasa, seperti "kamu tak dapat tetap memiliki kuemu jika kamu memakannya" - satu pelajaran yang penting untuk dipelajari tiap anak! Pada titik tertentu, hukum-hukum ini dituliskan dan disistematisir. Inilah asal-usul logika formal. Kita harus memberi penghargaan pada Aristoteles untuk itu, selain untuk hal-hal lainnya. Hal ini sangatlah berharga, karena tanpa pengetahuan tentang hal-hal yang mendasar, kita beresiko menjerumuskan pikiran kita menjadi tidak koheren. Sangatlah perlu untuk dapat membedakan hitam dari putih, dan mengetahui perbedaan antara pernyataan yang benar dan yang salah. Nilai dari logika formal, dengan demikian, tidaklah perlu dipermasalahkan lagi. Masalahnya adalah bahwa kategori-kategori dari logika formal, yang ditarik dari pengalaman dan pengamatan yang cakupannya terbatas, hanya sah di dalam batasan-batasan ini. Sebenarnya memang batasan ini mencakup berbagai gejala yang terjadi sehari-hari, tapi tidaklah cukup untuk mengurus satu proses yang lebih kompleks, yang melibatkan pergerakan, turbulensi, kontradiksi, dan perubahan dari kuantitas ke kualitas.

Dalam sebuah artikel menarik yang berjudul *The Origins of Inference*, yang muncul dalam antologi *Making Sense*, tentang penggambaran seorang anak terhadap dunia, Margaret Donaldson meminta perhatian kita akan salah satu masalah dalam logika sehari-hari - cirinya yang statis:

"Logika verbal sering muncul tentang 'keadaan-latar' [state of affairs] - dunia ini dilihat sebagai hal yang statis, di dalam jaring-jaring waktu. Dan dengan pertimbangan semacam ini, alam semesta nampaknya tidak mengandung ketidakcocokan: segala sesuatu adalah seperti adanya. Objek yang di seberang sana adalah sebatang pohon; mangkuk itu berwarna biru; orang itu lebih tinggi dari orang yang ini. Tentu saja berbagai keadaan-latar ini menghalangi munculnya berbagai keadaan-latar yang lain, tapi bagaimana kita tahu tentang hal ini? Bagaimana ide tentang ketidakcocokan muncul dalam pemikiran kita? Tentunya bukan langsung dari kesan kita tentang segala-sesuatu-seperti-adanya."

Buku itu juga membuat satu pernyataan sah bahwa proses mengetahui bukanlah pasif melainkan aktif:

"Kita tidaklah duduk-duduk dengan pasif menunggu dunia menancapkan citranya tentang 'realitas' pada kita. Melainkan, seperti yang kini diakui secara luas, kita mendapatkan banyak dari pengetahuan kita yang paling mendasar melalui tindakan-tindakan yang dilakukan dengan sadar."**[iii]**

Pemikiran manusia pada hakikatnya adalah kongkrit. Pikiran tidaklah dengan segera menyerap konsep-konsep yang abstrak. Kita paling merasa akrab dengan apa yang ada terlihat oleh kedua mata kita, setidaknya dengan hal-hal yang dapat disajikan dengan kongkrit. Kelihatannya pikiran kita butuh untuk menggenggam satu bentukan citra tertentu. Tentang hal ini, Margaret Donaldson berkomentar bahwa "bahkan anak-anak taman bermain seringkali dapat menarik logika yang baik dari cerita-cerita yang mereka dengar. Walau demikian, ketika kita maju lebih jauh dari apa yang ditangkap indera manusia perbedaannya sangatlah dramatis. Pemikiran yang tidak lagi bergerak di dalam batasan-batasan ini, sehingga ia tidak lagi bekerja di bawah dukungan konteks berbagai peristiwa yang kita pahami, seringkali disebut 'formal' atau 'abstrak'."**[iv]**

Proses awal itu, dengan demikian, maju dari yang kongkrit ke yang abstrak. Objek itu dibedah, ditelaah, supaya didapat satu pengetahuan yang rinci mengenai tiap bagiannya. Tapi hal ini ada bahayanya. Tiap bagian tidaklah dapat dipahami dengan tepat jika dipisahkan dari hubungannya dengan yang keseluruhan. Mutlak perlu untuk mengembalikan bagian-bagian itu menjadi satu

sistem yang utuh, dan memahami dinamika internalnya dalam keadaan *utuh*. Dengan cara ini, proses kognisi maju dari yang abstrak, kembali pada yang kongkrit. Inilah hakikat dari metode dialektik, yang menggabungkan analisa dengan sistesa, induksi dan deduksi.

Seluruh tipu-daya idealisme diturunkan dari pemahaman yang tidak tepat mengenai sifat-sifat abstraksi. Lenin menunjukkan bahwa kemungkinan jatuh pada idealisme selalu ada dalam tiap abstraksi. Konsepsi abstrak atas suatu hal akan selalu didudukkan balik pada hal itu sendiri. Konsepsi itu bukan hanya dianggap memiliki keberadaan dalam dirinya sendiri, melainkan juga dianggap lebih mulia dari realitas materialnya yang kasar. Kekongkritan digambarkan sebagai hal yang cacat, tidak sempurna dan tidak murni, dibandingkan dengan Ide yang sempurna, mutlak dan murni. Dengan demikian, realitas didirikan terjungkir dengan kepala di bawah.

Kemampuan untuk berpikir dalam abstraksi menandai satu penaklukan raksasa dalam intelektualitas manusia. Bukan hanya ilmu-ilmu "murni", tapi juga ilmu-ilmu teknik akan mustahil tanpa pemikiran abstrak, yang mengangkat kita ke atas realitas yang segera dan terbatas dari contoh-contoh yang terbatas, dan memberi satu ciri yang universal pada pemikiran itu sendiri. Penolakan yang membabi-buta terhadap pemikiran abstrak dan teori menunjukkan keadaan mental yang sempit dan terbelakang, yang membayangkan diri sebagai "praktis", padahal, pada kenyataannya, impoten. Pada akhirnya, kemajuan-kemajuan besar dalam teori akan membimbing kita menuju kemajuan-kemajuan besar dalam praktek. Walau demikian, semua ide diturunkan dengan cara tertentu dari dunia fisik, dan, pada akhirnya, harus diterapkan kembali pada dunia fisik itu. Kesahihan satu teori harus didemonstrasikan, cepat atau lambat, dalam praktek.

Di tahun-tahun terakhir telah terjadi reaksi yang sehat terhadap *reduksionismemekanik*, dengan mengajukan satu kebutuhan akan sebuah pendekatan yang *holistik* terhadap ilmu pengetahuan. Istilah holistik itu sendiri sebenarnya agak kurang menguntungkan karena sering dikaitkan dengan ajaran mistis. Walau demikian, dalam mencoba melihat segala hal dalam pergerakan dan kesalingterhubungannya, teori *chaos* tak disangkal lagi telah cukup dekat dengan dialektika. Hubungan yang sebenarnya antara dialektika dan logika formal adalah hubungan antara jenis pemikiran yang memisah-misahkan segala hal dan menelaahnya secara terpisah, dan pemikiran yang sanggup menyatukan kembali bagian-bagian itu dan membuat mereka utuh kembali. Jika

pikiran bersesuaian dengan realitas, ia harus mampu memahaminya sebagai satu keutuhan yang hidup, dengan segala kontradiksi yang dikandungnya.

Apa itu Silogisme?

"Pemikiran logis, pemikiran formal secara umum," ujar Trotsky, "disusun di atas basis metode deduktif, maju dari silogisme yang lebih umum melalui sejumlah premis menuju satu kesimpulan yang sewajarnya. Rantai silogisme semacam itu disebut dengan sorites."^[v]

Aristoteles adalah orang pertama yang menulis satu sistematika atas logika formal dan logika dialektik, sebagai cara menyusun pikiran. Tujuan dari logika formal adalah untuk menyediakan kerangka kerja untuk membedakan argumen yang sah dan yang tidak sah. Hal ini dilakukannya dalam bentuk silogisme. Ada berbagai bentuk silogisme, yang sebenarnya merupakan varian dari tema yang sama.

Aristoteles, dalam bukunya *Organon*, menyebut sepuluh kategori - substansi, kuantitas, kualitas, hubungan, tempat, waktu, posisi, keadaan, aksi, gairah - yang membentuk basis bagi *logika dialektik*, yang kemudian disempurnakan dalam tulisan-tulisan Hegel. Sisi lain dari karya Aristoteles tentang logika ini sering diabaikan. Bertrand Russell, contohnya, menganggap bahwa kategori-kategori ini tidak bermakna. Tapi karena para positivis logis seperti Russell telah secara praktis mencoret seluruh sejarah filsafat (kecuali potongan-potongan yang bersesuaian dengan dogma-dogma mereka) sebagai "tidak bermakna", hal ini seharusnya tidak terlalu mengejutkan atau merepotkan kita.

Silogisme adalah cara berpikir logis, yang dapat digambarkan dengan berbagai cara. Definisi yang diberikan Aristoteles sendiri adalah sebagai berikut: "Satu diskursus di mana berbagai hal dinyatakan, hal-hal lain yang tidak dinyatakan harus mengikuti apa yang dinyatakan karena hal-hal itu dinyatakan demikian." Definisi yang paling sederhana diberikan oleh A. A. Luce: "*Sebuah silogisme adalah satu triad [pasangan ganda tiga] dari proposisi yang saling berhubungan, terhubung sedemikian rupa sehingga salah satu dari ketiganya, yang disebut Kesimpulan, harus mengikuti kedua pernyataan yang lain, yang disebut Premis.*"^[vi]

Orang-orang Terpelajar dari abad pertengahan memusatkan perhatian mereka pada jenis logika formal yang dikembangkan Aristoteles dalam *The Prior and Posterior Analytics*. Dalam bentuk inilah logika Aristoteles diwariskan sampai Abad Pertengahan. Dalam prakteknya, silogisme ini mengandung dua premis dan satu kesimpulan. Subjek maupun predikat dari kesimpulan masing-masing

muncul dalam salah satu dari kedua premis, bersama dengan bagian ketiga (*termin tengah*) yang ditemukan dalam kedua premis, tapi tidak di dalam kesimpulan. Predikat dari kesimpulan adalah *termin mayor*; premis di mana ia terkandung disebut *premis mayor*; subjek dari kesimpulan adalah *termin minor*; dan premis di mana ia terkandung disebut *premis minor*. Contohnya,

- a) Semua manusia adalah fana. (Premis mayor)
- b) Caesar adalah seorang manusia. (Premis minor)
- c) Dengan demikian, Caesar adalah fana. (Kesimpulan)

Ini disebut satu *pernyataan kategorikal afirmatif*. Pernyataan ini memberi kesan sebagai sebuah rantai logis dari sebuah argumen, di mana tiap tahap niscaya diturunkan sebagai hasil dari tahap sebelumnya. Tapi, sebenarnya, bukan itu yang terjadi, karena "Caesar" sebenarnya telah termasuk dalam himpunan "semua manusia". Kant, seperti Hegel, menganggap rendah silogisme ("doktrin yang bertele-tele," ujar Kant). Baginya, silogisme "tidaklah lebih dari sekedar satu tipuan" di mana kesimpulan sebenarnya telah disisipkan tersembunyi dalam premis sehingga kesan berpikir yang ditimbulkannya adalah palsu.[\[vii\]](#)

Jenis lain silogisme berbentuk kondisional (jika ... maka ...), contohnya: "Jika seekor hewan adalah seekor harimau, maka ia adalah pemakan daging." Ini adalah cara lain untuk menyatakan hal yang sama dengan pernyataan kategorikal afirmatif, yaitu, semua harimau adalah pemakan daging. Hubungan yang sama terjadi pada bentuk negatifnya - "Jika ia adalah seekor ikan, maka ia bukanlah hewan menyusui" adalah cara lain untuk menyatakan "Tidak ada ikan yang menyusui". Perbedaan formal ini menyembunyikan fakta bahwa kita belum maju selangkahpun dalam pemikiran kita.

Apa yang sebenarnya baru saja ditunjukkan adalah hubungan internal antara berbagai hal, bukan hanya dalam pikiran tapi juga dalam dunia nyata. "A" dan "B" terhubung dengan satu cara tertentu terhadap "C" (*bagian tengah*) dan premis-premis, dengan demikian, mereka terhubung satu sama lain di dalam kesimpulan. Dengan pemahaman dan kedalaman yang dahsyat, Hegel menunjukkan bahwa apa yang ditunjukkan oleh silogisme adalah hubungan dari yang khusus ke yang umum. Dengan kata lain, silogisme itu sendiri adalah satu contoh dari kesatuan hal-hal yang bertentangan, kontradiksi dalam tingkatan paling sempurna, dan bahwa, dalam kenyataannya, segala hal adalah "silogisme". Masa keemasan silogisme terjadi dalam Abad Pertengahan, ketika Orang-orang Terpelajar mengabdikan seluruh hidup mereka dalam perdebatan tanpa ujung

tentang segala persoalan teologis yang kabur, seperti "apa jenis kelamin malaikat?" Konstruksi logika formal yang berbelit-belit itu membuat mereka nampak sedang terlibat dalam satu diskusi yang mendasar padahal, kenyataannya, mereka tidak sedang berdebat *sama sekali*. Alasannya terletak persis pada sifat logika formal itu sendiri. Seperti yang dinyatakan oleh namanya, logika ini hanya mengurus segala yang memiliki bentuk [*form*]. Masalah tentang hakikat atau isi tidak termasuk di dalamnya. Persis inilah cacat utama dari logika formal, dan sekaligus adalah urat Achilles-nya.

Pada masa Jaman Pencerahan, pembangkitan kembali semangat kemanusiaan, ketidakpuasan terhadap logika Aristotelian meluas dengan cepat. Terjadilah satu peningkatan reaksi melawan Aristoteles, yang sesungguhnya tidak adil terhadap pemikir besar ini, tapi sesungguhnya berakar dari fakta bahwa Gereja telah menindas segala yang berharga dalam filsafatnya, dan memelihara karikatur yang tak bernyawa dari filsafat yang sangat tinggi nilainya itu. Bagi Aristoteles, silogisme hanyalah satu proses dalam tata berpikir, dan tidak harus juga menjadi bagian yang terpenting darinya. Aristoteles juga menulis tentang dialektika, dan tapi aspek ini dilupakan. Logika dilucuti dari segala kehidupan yang dimilikinya dan diubah, mengutip Hegel, menjadi "tulang-tulang tak bernyawa."

Penolakan terhadap formalisme tak bernyawa ini tercermin dalam gerakan terhadap empirisisme, yang membuahi janin penyelidikan dan percobaan ilmiah. Walau demikian, mustahillah untuk sama sekali mengabaikan sama sekali satu bentuk pemikiran, dan empirisisme telah sejak kelahirannya membawa benih-benih kehancurannya sendiri. Satu-satunya alternatif yang berharga untuk metode berpikir yang penuh kekurangan dan tidak tepat ini adalah dengan mengembangkan metode yang tepat dan tanpa kekurangan.

Di akhir Abad Pertengahan, silogisme telah sama sekali dipermalukan di mana-mana, dan dihinakan dan dilecehkan. Rabelais, Petrarch dan Montaigne, semua menyangkal kebenaran silogisme. Tapi silogisme masih terus bertahan, terutama di negeri-negeri Katolik, yang tidak tersentuh oleh badai yang ditiupkan oleh Reformasi Protestan. Di akhir abad ke-18, logika berada dalam keadaan yang demikian buruk sehingga Kant merasa berkewajiban untuk meluncurkan satu kritik umum terhadap bentuk-bentuk cara berpikir lama dalam bukunya *Critique of Pure Reason*.

Hegel adalah orang pertama yang menempatkan hukum-hukum logika formal ke dalam analisis yang sepenuhnya kritis. Di dalam analisis ini ia menyempurnakan kerja yang telah dimulai oleh Kant. Tapi di mana Kant hanya menunjukkan

kekurangan-kekurangan dan kontradiksi yang terkandung di dalam logika tradisional, Hegel maju lebih jauh, menguraikan satu pendekatan yang sama sekali berbeda terhadap logika, satu pendekatan dinamis yang akan memasukkan pergerakan dan kontradiksi ke dalam logika, dua hal yang tidak sanggup ditangani oleh logika formal.

Apakah Logika Mengajari Kita Bagaimana Harus Berpikir?

Dialektika tidak berkehendak mengajari kita bagaimana kita harus berpikir. Ini adalah klaim palsu dari logika formal, yang dijawab Hegel secara ironis bahwa apa yang diajarkan logika tentang bagaimana berpikir adalah sejajar dengan apa yang diajarkan psikologi tentang bagaimana mengunyah makanan! Manusia berpikir, dan bahkan berpikir secara logis, jauh sebelum mereka mendengar tentang logika. Kategori logika, dan juga dialektika, diturunkan dari pengalaman nyata. Sekalipun mereka memasang kedok apapun, kategori-kategori logika formal tidaklah melayang di atas dunia realitas material, tapi merupakan abstraksi kosong belaka yang diambil dari realitas yang dipahami dalam cara yang sepihak dan statis, dan kemudian secara acak diterapkan kembali pada realitas itu.

Secara kotnras, hukum pertama metode dialektik adalah *objektivitas mutlak*. Dalam tiap kasus, sangatlah penting untuk menemukan hukum-hukum gerak dari sebuah gejala tertentu dengan menelaahnya dari segala sudut pandang. Metode dialektik bernilai sangat tinggi dalam upaya mendekati segala hal dengan tepat, dengan menghindarkan blunder-blunder filsafat yang mendasar, dan untuk membuat hipotesa ilmiah yang sah. Dengan melihat jumlah ajaran mistis yang muncul dari hipoteses acak itu, terutama dalam fisika teoritis, ini bukanlah satu keuntungan sama sekali! Tapi metode dialektik selalu berusaha menurunkan kategori-kategorinya dari satu telaah yang hati-hati tentang fakta dan proses, bukan dengan memaksakan fakta ke dalam penjara teori yang telah dibangun dengan prasangka:

"Kita semua setuju," tulis Engels, "bahwa dalam segala bidang ilmu pengetahuan, di alam maupun dalam ilmu sejarah, kita harus maju berlandaskan fakta yang telah ada, dalam ilmu-ilmu alam berarti: dari berbagai bentuk material dan berbagai bentuk gerak material; berarti, dalam ilmu alam teoritik pun kesalingterhubungan tidaklah boleh dipaksakan kepada fakta tapi harus digali darinya, dan ketika telah ditemukan harus pula diuji sejauh mungkin melalui percobaan."**[viii]**

Ilmu pengetahuan dibangun berdasarkan pencarian hukum-hukum umum yang dapat menjelaskan bekerjanya alam. Dengan mengambil titik start dari pengalaman, ia tidaklah membatasi diri pada sekedar pengumpulan fakta, tapi berupaya untuk menggeneralisirnya berdasarkan pengalaman, maju dari yang khusus ke yang universal. Sejarah ilmu pengetahuan dicirikan oleh proses pendekatan yang semakin lama semakin dalam. Kita semakin mendekat pada kebenaran tanpa pernah mengerti "*seluruh kebenaran*". Pada akhirnya, ujian terhadap kebenaran ilmiah adalah percobaan. "Percobaan," kata Feynman, "adalah *satu-satunya hakim* dari 'kebenaran' ilmiah," [ix]

Kesahihan bentuk-bentuk pemikiran harus, ujung-ujungnya, bergantung pada apakah ia berhubungan dengan realitas dunia fisik. Hal ini tidak boleh ditetapkan di muka, tapi harus ditunjukkan melalui pengamatan dan pengalaman. Logika formal, berlawanan dengan segala ilmu alam, tidaklah empiris. Ilmu pengetahuan menurunkan data-datanya dari pengamatan atas dunia-nyata. Logika diharuskan bersikap *a priori*, menetapkan kebenaran di muka, tidak seperti materi-subjek yang ditanganinya. Ada pertentangan yang bernyala di sana-sini antara hakikat dan bentuk. Logika tidak harus diturunkan dari dunia nyata, tapi ia terus diterapkan terhadap fakta-fakta dunia nyata itu. Hubungan apa yang terjadi antara kedua sisi ini?

Kant telah lama menjelaskan bahwa bentuk-bentuk logika haruslah mencerminkan realitas objektif, atau ia akan menjadi tidak bermakna sama sekali:

"Ketika kita memiliki alasan untuk menilai satu penilaian sebagai harus bersifat universal ... kita harus pula mempertimbangkan tujuan-tujuannya, yaitu, bahwa penilaian itu tidaklah sekedar menjadi satu rujukan atas pandangan kita terhadap subjek tertentu, tapi juga atas kualitas dari objek itu. Karena tidak akan ada alasan bagi penilaian orang lain untuk selalu bersepakat dengan penilaian saya, jika tidak ada kesatuan atas objek yang mereka rujuk, dan yang merupakan landasan persepakatan mereka; dengan demikian, mereka semua harus saling bersepakat." [x]

Ide ini dikembangkan lebih jauh oleh Hegel, yang membuang keraguan dalam teori pengetahuan dan logika Kant, dan akhirnya diberi satu basis yang kuat oleh Marx dan Engels:

"Skema-skema logika," tegas Engels, "hanya dapat berhubungan dengan bentuk-bentuk pemikiran; tapi apa yang kita urusi di sini hanyalah bentuk-bentuk keberadaan, dari dunia di luar kita, dan bentuk-bentuk ini tak akan pernah dapat

diciptakan dan diturunkan dari pemikiran itu sendiri, tapi hanya dari dunia nyata itu. Tapi dengan demikian seluruh keterhubungan ini dibalik: prinsip-prinsip tidaklah dijadikan titik awal penyelidikan, tapi sebagai hasil-hasil akhirnya; prinsip-prinsip tidaklah diterapkan atas alam dan sejarah manusia, tapi diabstraksi dari sana; bukanlah alam dan kemanusiaan yang harus menuruti prinsip-prinsip ini, tapi prinsip-prinsip hanyalah sah sejauh mereka bersesuaian dengan alam dan sejarah."**[xi]**

Batas-batas Hukum tentang Identitas

Ada satu fakta yang mengejutkan bahwa hukum-hukum dasar logika formal yang dikembangkan oleh Aristoteles telah pada dasarnya tinggal tak terusik selama lebih dari dua ribu tahun. Dalam masa ini, kita telah menyaksikan satu proses perubahan tanpa henti di segala bidang ilmu pengetahuan, teknologi dan pemikiran manusia. Tapi tetap saja para ilmuwan puas dengan terus menggunakan alat-alat metodologi yang pada dasarnya sama dengan apa yang digunakan oleh Orang-orang Terpelajar di masa-masa di mana ilmu pengetahuan masih berada di taraf alkimia.

Karena peranan sentral yang telah dimainkan oleh logika formal dalam pemikiran Barat, sangatlah mengejutkan betapa kecil perhatian yang telah dicurahkan pada hakikat sejatinya, makna dan sejarahnya. Biasanya ia dianggap sebagai sesuatu yang wajar, benar dengan sendirinya, dan tetap tinggal demikian sepanjang segala abad. Atau ia disajikan sebagai satu konvensi yang nyaman, di mana orang-orang yang punya otak dapat bersepakat tentang segala sesuatu, untuk memfasilitasi pemikiran dan perdebatan, seperti halnya orang-orang yang hidup di lingkungan beradab bersepakat tentang cara makan yang baik. Ide yang disajikan adalah bahwa seluruh hukum-hukum logika adalah bangunan yang artifisial, yang dibangun oleh para ahli logika, dalam iman bahwa hukum-hukum ini memiliki penerapan dalam beberapa bidang pemikiran, di mana mereka akan dapat menyingkapkan satu atau lain kebenaran. Tapi mengapa hukum-hukum logika memiliki keabsahan atas segala hal, jika mereka sendiri adalah bangunan abstrak, khayalan acak yang disusun di dalam otak?

Tentang ide ini, Trotsky memberi komentar yang ironis:

"Mengatakan bahwa orang telah mencapai satu persepakatan dengan silogisme adalah hampir sama dengan mengatakan, atau tepatnya persis sama dengan mengatakan, bahwa orang-orang telah mencapai persepakatan untuk dicucuk hidungnya. Silogisme tidaklah lebih dari sebuah hasil perkembangan organik,

yaitu, perkembangan biologis, antropologis dan sosial dari kemanusiaan, setara dengan perkembangan berbagai organ tubuh, di antaranya adalah organ penciuman kita."

Kenyataannya, logika formal pada akhirnya harus diturunkan dari pengalaman, seperti halnya segala cara berpikir yang lain. Dari pengalaman mereka, manusia menarik berbagai kesimpulan, yang kemudian mereka terapkan dalam kehidupan mereka sehari-hari. Hal ini bahkan berlaku pula untuk hewan, sekalipun dalam tingkatan yang berbeda.

"Seekor ayam tahu bahwa gandum secara umum berguna, perlu dan nikmat. Ia mengenali sebutir gandum sebagai bulir gandum dengan menarik satu kesimpulan logis dengan mempergunakan paruhnya. Silogisme Aristoteles hanyalah merupakan satu ekspresi yang terartikulasi dari penarikan kesimpulan mental yang mendasar itu, yang kita amati dilakukan pula dalam berbagai tingkatan oleh hewan-hewan."**[xii]**

Trotsky pernah berkata bahwa hubungan antara logika formal dengan logika dialektik mirip dengan hubungan antara matematika rendah dan matematika tinggi. Yang satu tidaklah menyangkal keharusan yang lain dan tetap sah pada tahapan tertentu. Mirip pula dengan hukum-hukum Newton, yang mendominasi selama ratusan tahun, kini terbukti tidak berlaku di dunia partikel sub-atomik. Lebih tepat lagi, fisika mekanik lama, yang telah dikritisi tajam oleh Engels, kini terbukti sepihak dan hanya memiliki penerapan yang terbatas.

"Dialektika," tulis Trotsky, "bukanlah fiksi maupun mistisisme, tapi merupakan ilmu tentang bentuk-bentuk pemikiran kita sejauh ia tidak dibatasi pada masalah-masalah dalam hidup sehari-hari melainkan pada upaya-upaya mencapai pemahaman tentang proses yang lebih kompleks dan luas."**[xiii]**

Metode yang paling dikenal umum dari logika formal adalah deduksi, yang berupaya untuk menegaskan kebenaran kesimpulan-kesimpulannya dengan memenuhi dua kondisi yang berbeda a) kesimpulan itu haruslah benar-benar mengalir dari premis-premisnya; dan b) premis-premis itu sendiri harus benar. Jika kedua kondisi ini dipenuhi, argumen itu disebut sebagai sah. Hal ini melegakan kita. Kita ada di sini, di dunia nalar sehat. "Benar atau salah?" "Ya atau tidak?" Kaki kita tertanam kokoh di tanah. Nampaknya kita telah sampai pada "kebenaran, seluruh kebenaran, dan bukan sesuatupun selain kebenaran." Tidak ada lagi yang harus dikatakan. Atau masihkah?

Jika kita menerapkan cara yang ketat, dari sudut pandang logika formal, bukanlah satu hal yang patut dirisaukan apakah premis-premis itu benar atau salah. Selama kesimpulan dapat ditarik dengan tepat dari premis-premis itu, inferensinya akan disebut sebagai *sahih secara deduktif*. Yang penting adalah membedakan antara inferensi yang sah dan yang tidak sah. Dengan demikian, dari sudut pandang logika formal, penilaian berikut ini adalah sah secara deduktif: Semua ilmuwan memiliki dua kepala. Einstein adalah seorang ilmuwan. Maka, Einstein memiliki dua kepala. Kesahihan inferensi tidaklah tergantung dari materi-subjek sama sekali, dengan cara ini, bentuk diangkat mengatasi hakikat.

Dalam prakteknya, tentu saja, segala cara berpikir yang tidak menunjukkan kebenaran dari premis-premisnya akan dianggap lebih buruk dari sekedar tidak berguna. Premis-premis haruslah ditunjukkan kebenarannya. Tapi hal ini akan membawa kita pada kontradiksi lagi. Proses menguji kebenaran dari satu set premis akan otomatis menimbulkan satu himpunan permasalahan baru, yang pada gilirannya akan harus diuji lagi kebenarannya. Seperti yang ditunjukkan Hegel, tiap premis memberi kita silogisme baru, dan demikian seterusnya sampai tak berhingga. Sehingga apa yang kelihatannya sangat sederhana ternyata sangatlah kompleks dan kontradiktif.

Kontradiksi yang terbesar terletak pada premis dasar dari logika formal itu sendiri. Walaupun ia menuntut segala sesuatu di bumi ini untuk diuji dihadapan Mahkamah Agung Silogisme, logika itu sendiri menjadi rancu ketika diminta membenarkan anggapan-anggapannya sendiri. Mendadak ia kehilangan segala kemampuan kritisnya, dan akan menyandarkan diri pada iman, nalar sehat, "hal yang pasti benar", atau klausul penyelamat paling ampuh dari filsafat - *a priori*. Nyatanya, apa yang disebut *aksioma* logika hanyalah rumusan-rumusan yang tak tak dibuktikan lebih lanjut. Rumusan semacam inilah yang diambil sebagai titik start, dari mana semua rumusan lanjut (*teorema*) dideduksi persis seperti yang terjadi dalam geometri klasik, di mana titik startnya disediakan oleh prinsip-prinsip Euclides. Prinsip-prinsip itu dianggap benar, tanpa perlu membutuhkan bukti apapun lagi, yaitu, *kita harus mengimani prinsip-prinsip itu*.

Tapi, bagaimana jika aksioma dasar dari logika formal terbukti salah? Maka kita akan berada pada posisi yang persis sama seperti ketika kita di depan memberi Einstein satu kepala tambahan. Apakah dapat diterima bahwa hukum-hukum abadi logika mungkin keliru? Mari kita periksa hal ini lebih teliti. Hukum dasar logika formal adalah:

1. Hukum tentang identitas ("A" = "A").
2. Hukum tentang kontradiksi ("A" tidak sama dengan "bukan-A").
3. Hukum tentang tanpa-antara ("A" tidak sama dengan "B").

Hukum-hukum ini, sepintas lalu, tampaknya sangat masuk di nalar. Bagaimana mungkin kita menentanginya? Walau demikian, telaah yang lebih teliti menunjukkan bahwa hukum-hukum ini penuh dengan masalah dan kontradiksi yang filsafati sifatnya. Dalam bukunya *Science of Logic*, Hegel menyediakan satu telaah yang rinci tentang Hukum Identitas, menunjukkan bahwa hukum-hukum ini sepihak dan, dengan demikian, tidaklah tepat.

Pertama-tama, mari kita perhatikan bahwa penampakan adanya satu kepastian rantai argumen, di mana langkah yang satu diikuti oleh langkah yang lain, adalah khayal belaka. Hukum kontradiksi hanyalah menyatakan kembali hukum identitas dalam bentuk yang negatif. Hal yang sama berlaku pada hukum yang ketiga. Apa yang kita lihat di sini hanyalah pengulangan dari hukum yang pertama dalam bentuk yang berbeda-beda. Semua hal tegak atau runtuh berdasarkan hukum tentang identitas ("A" = "A"). Sepintas lalu, tidak akan ada yang dapat membuat hal ini keliru. Ia adalah Yang Tersuci Dari Segala Yang Suci Dalam Logika, dan merupakan satu hal yang tidak boleh dipertanyakan lagi. Tapi, ia telah dipertanyakan, dan penanyanya salah satu pemikir terbesar yang pernah hidup di muka bumi.

Ada satu kisah yang ditulis oleh Hans-Christian Andersen berjudul "Jubah Baru Sang Raja", di mana seorang kaisar yang agak bodoh membeli selebar jubah dari seorang penipu, jubah yang indah tapi tidak nampak. Kaisar yang dungu ini berjalan-jalan dengan jubah barunya, setiap orang bersepakat bahwa jubah itu memang indah, sampai satu hari seorang anak menyatakan bahwa kaisar itu, pada kenyataannya, telanjang bugil. Hegel berbuat hal yang serupa untuk dunia filsafat dengan kritiknya terhadap logika formal. Para pembela logika formal tidak pernah memaafkan Hegel atas perbuatannya ini.

Apa yang dikenal sebagai hukum tentang identitas itu, pada kenyataannya, adalah tautologi. Secara paradox, dalam logika tradisional, hal ini selalu dianggap sebagai salah satu dari kesalahan terbesar yang dapat dilakukan orang ketika mendefinisikan sebuah konsep. Tautologi adalah satu definisi yang tak dapat dipertahankan secara logis karena hanya menyatakan dengan cara lain apa yang

telah terkandung dalam hal yang seharusnya dijelaskan. Mari kita kongkritkan pengertian ini. Seorang guru bertanya pada muridnya seperti apakah seekor kucing itu, dan murid itu menjawab bahwa seekor kucing adalah ... seekor kucing. Jawaban seperti ini tidak akan dianggap mencerminkan kepandaian yang tinggi. Walau bagaimanapun, sebuah kalimat biasanya bertujuan untuk menyatakan sesuatu kepada kita, dan kalimat itu tidaklah menyatakan apa-apa sama sekali. Tapi, definisi terpelajar yang tidak terlalu cemerlang tentang mahluk berkaki empat yang itu adalah satu ekspresi sempurna dari hukum identitas dalam segala kemuliaannya. Pemuda tadi tentunya segera jatuh ke peringkat terbawah di kelasnya tapi, selama lebih dari dua ribu tahun, para profesor yang paling terpelajarpun telah dengan puas memperlakukan prinsip itu sebagai kebenaran filsafati yang tertinggi.

Apa yang diajarkan oleh hukum identitas pada kita adalah bahwa sesuatu adalah *sesuatu itu sendiri*. Kita tidak maju selangkahpun dari titik itu. Kita tetap tinggal di tingkat abstraksi yang paling umum dan kosong. Karena kita tidak dapat mempelajari apapun tentang realitas kongkrit dari objek yang kita renungkan, tentang sifat-sifat dan hubungan-hubungannya. Seekor kucing adalah seekor kucing; saya adalah saya; Anda adalah Anda; sifat manusia adalah sifat manusia; segala hal adalah apa adanya. Kekosongan dari penilaian semacam ini menjulang dengan telanjangnya. Ia adalah ekspresi yang paling bergairah dari pemikiran yang sepihak, formalistik dan dogmatik.

Apakah dengan demikian hukum identitas sama sekali tidak sah? Tidak juga. Hukum ini memiliki beberapa penerapan, tapi sangatlah terbatas, tidak seperti yang dibayangkan orang. Hukum-hukum logika formal dapat berguna dalam memperjelas beberapa konsep, menelaah, memberi label, mengkatalog dan mendefinisikan. Ia memiliki sifat kerapian. Ini ada gunanya. Dalam berbagai gejala sehari-hari yang normal dan sederhana, hukum-hukum ini masih berlaku. Tapi ketika kita berurusan dengan gejala yang lebih kompleks, yang melibatkan pergerakan, lompatan mendadak, perubahan kualitatif, hukum-hukum ini menjadi kurang dan, nyatanya, runtuh sama sekali.

Kutipan dari Trotsky berikut dengan gemilang menyimpulkan garis argumen Hegel dalam hubungannya dengan hukum identitas:

"Saya di sini akan mencoba untuk menggambarkan sketsa atas substansi dari masalah tersebut dalam satu bentuk yang sangat ringkas. Logika Aristotelian dari silogisme sederhana bermula dari proposisi bahwa 'A' adalah sama dengan 'A'.

Postulat ini diterima sebagai sebuah aksioma bagi sejumlah besar tindakan praktis manusia dan generalisasi yang paling dasar. Tapi pada kenyataannya 'A' tidaklah sama dengan 'A'. Hal ini mudah dibuktikan jika kita mengamati kedua huruf ini di bawah sebuah lensa - keduanya akan berbeda satu dari yang lain. Tapi, kita dapat menyangkal, persoalannya bukanlah mengenai ukuran atau bentuk huruf-huruf itu, karena mereka hanyalah satu simbol bagi kesetaraan kuantitas, misalnya, satu pon gula. Penyangkalan ini tidak mengenai sarannya; pada kenyataannya satu pon gula tidaklah sama dengan satu pon gula - satu timbangan yang makin teliti akan membuktikan perbedaan ini. Lagi-lagi kita dapat menyangkal: tapi satu pon gula pasti sama dengan dirinya sendiri. Ini juga tidak benar - semua hal berubah tanpa henti dalam ukuran, berat, warna, dan lain-lain. Segala macam hal bahkan tidak pernah sama dengan dirinya sendiri. Seorang dogmatis akan menjawab bahwa satu pon gula akan sama dengan dirinya sendiri 'tiap kita melakukan pengukuran'. Di samping nilai praktis aksiom ini, yang semakin lama kelihatannya semakin pudar, pada akhirnya ia tidak sanggup menahan tekanan kritisisme teoritik juga. Bagaimana kita harus memandang kata 'saat'? Jikalau ia dipandang sebagai suatu jangka waktu yang kecil tak berhingga, selama waktu itu satu pon gula itu masih tetap akan berada di bawah proses perubahan. Atau 'saat' ini hanyalah satu abstraksi matematika murni, yaitu satu nol satuan? Tapi segala sesuatu hadir di dalam waktu; dan keberadaan itu sendiri adalah sebuah proses perubahan yang tanpa henti; maka waktu adalah satu unsur yang mendasar dari keberadaan. Dengan demikian aksioma 'A' adalah sama dengan 'A' menyatakan bahwa satu hal akan sama dengan dirinya sendiri jika ia tidak berubah sama sekali, yaitu, jika ia tidak ada.

"Sekilas dapat saja terlihat bahwa 'detil-detil kecil' semacam itu tidaklah berguna. Dalam kenyataannya, mereka memiliki makna yang menentukan. Aksioma 'A' adalah sama dengan 'A' nampak di satu sisi sebagai titik awal kesalahan-kesalahan dalam pengetahuan kita. Penggunaan aksioma 'A' adalah sama dengan 'A' tanpa perlu menghiraukan kesalahan yang terjadi hanya dimungkinkan dalam batasan tertentu. Ketika kita dapat mengabaikan perubahan kualitatif pada 'A' dalam kerja yang kita lakukan maka kita dapat menganggap bahwa 'A' adalah sama dengan 'A'. Ini adalah, contohnya, cara yang diambil seorang pembeli dan penjual dalam menimbang satu pon gula. Kita juga mengukur panas matahari dengan cara yang sama. Sampai akhir-akhir ini, kita memandang daya beli dolar dengan cara ini juga. Tapi perubahan kuantitatif yang melebihi batasan tertentu akan berubah menjadi kualitatif. Satu pon gula yang direndam dalam air atau

bensin akan berhenti menjadi satu pon gula. Satu dolar yang dipegang oleh seorang presiden akan berhenti menjadi satu dolar. Penentuan saat titik kritis yang tepat di mana kuantitas berubah menjadi kualitas adalah salah satu tugas yang terpenting dan tersulit dalam segala bidang pengetahuan, termasuk sosiologi

"Hubungan pemikiran dialektik dengan pemikiran vulgar adalah setara dengan hubungan yang ada antara film bioskop dengan foto. Film tidaklah menolak keberadaan foto tapi justru menggabungkan satu rangkaian foto tersebut menurut hukum-hukum gerak. Dialektika tidaklah merupakan penyangkalan terhadap silogisme, tapi mengajari kita untuk menggabungkan silogisme dengan cara tertentu untuk membawa pemahaman kita lebih dekat kepada realitas yang selamanya berubah. Hegel, dalam bukunya, *Logic*, menegaskan serangkaian hukum: perubahan dari kuantitas menjadi kualitas, perkembangan melalui kontradiksi, perubahan dari kemungkinan menjadi keniscayaan, dan lain-lain, yang sama pentingnya untuk pemikiran teoritik seperti pentingnya silogisme bagi tugas-tugas yang elementer sifatnya." [xiv]

Hal yang mirip terjadi dengan hukum yang ketiga, yang membuat orang harus menyepakati atau menolak satu hal, bahwa satu hal haruslah salah satu: hitam atau putih, hidup atau mati, "A" atau "B". Segala sesuatu tidak dapat menjadi keduanya pada saat bersamaan. Benar, bahwa tanpa asumsi semacam itu mustahillah muncul satu pemikiran yang jelas dan konsisten. Namun demikian, apa yang nampak merupakan kesalahan teoritik yang dapat diabaikan cepat atau lambat akan membuat diri mereka dirasakan dalam praktek, seringkali dengan dampak yang sangat merusak. Satu retakan selebar rambut di sayap sebuah pesawat jet bisa jadi dapat nampaknya dapat diabaikan, dan, sesungguhnya, dapat diabaikan jika pesawat itu terbang dengan kecepatan rendah. Namun, pada kecepatan yang benar-benar tinggi, kesalahan yang mini dapat mendorong terjadinya satu bencana. Dalam *Anti-Dühring*, Engels menjelaskan kekurangan dari apa yang disebut hukum tanpa-antara:

"Bagi para penganut metafisik," tulis Engels, "segala hal dan citra mental mereka, ide, bersifat terisolasi, hanya dapat diperiksa satu persatu dan saling terpisah satu sama lain, tetap, objek penelitian yang kaku dan tidak akan berubah selamanya. Seorang penganut metafisika akan berpikir dalam antitesa yang tidak mengenal nilai antara. Komunikasi yang dikenalnya adalah 'yang benar katakan benar; yang tidak katakan tidak; karena yang lebih dari itu berasal dari si jahat'. Baginya sesuatu hal hanya bisa ada atau tidak ada; satu hal tidak dapat pada saat yang bersamaan menjadi dirinya sendiri dan menjadi hal lain. Positif dan negatif

mutlak terpisah dari yang lain; sebab dan akibat berdiri sebagai antitesa yang kaku satu terhadap yang lain.

"Pada pandangan pertama cara berpikir ini terasa bagi kita sebagai hal yang paling dapat diterima karena ia merupakan apa yang sering disebut sebagai nalar-sehat. Namun nalar sehat, sekalipun ia adalah tuan yang terhormat di rumahnya sendiri, akan mendapati petualangan yang hebat kalau ia berani mencoba untuk keluar ke dunia riset yang maha luas. Cara berpikir metafisik, yang dapat dibenarkan dan bahkan perlu dalam sejumlah bidang yang cakupannya tergantung dari sifat objek tersebut, niscaya membentur satu batasan - cepat atau lambat. Melebihi batasan itu, ia akan menjadi sepihak, penuh kekurangan, abstrak, tersesat dalam kontradiksi yang tak terpecahkan, karena dalam kehadiran berbagai hal ia melupakan kesalingterhubungan mereka satu sama lain; karena dalam kehadiran keberadaan mereka ia melupakan bagaimana mereka mengada dan bagaimana mereka melenyap; karena dalam keadaan mereka yang diam ia melupakan pergerakan mereka. Cara berpikir metafisik tidak dapat membedakan kayu dari pohon. Untuk keperluan sehari-hari kita tahu dan dapat dengan tegas menyatakan, misalnya, apakah seekor hewan hidup atau mati. Tapi, setelah mengamati lebih jauh, kita akan menemukan bahwa hal ini seringkali menjadi persoalan yang sangat rumit, seperti yang sering dihadapi para juri di pengadilan. Mereka telah memukuli kepala mereka dalam kebingungan untuk menentukan batasan rasional di mana kita dapat mengatakan bahwa pengguguran terhadap janin di rahim seorang ibu adalah sebuah pembunuhan. Sama mustahilnya untuk menentukan saat tepat kematian, karena fisiologi membuktikan bahwa kematian bukanlah sebuah gejala yang mendadak dan spontan, tapi merupakan sebuah proses yang berkepanjangan.

Dalam cara yang sama, setiap makhluk organik pada segala saat adalah sama dan sekaligus tidak sama; tiap saat ia mencerna materi yang dipasok dari luar dan membuang materi lain dari dalam tubuh; tiap saat beberapa sel dalam tubuhnya mati dan yang lain memperbaharui diri; cepat atau lambat materi dalam tubuh akan menjadi sama sekali baru dan digantikan oleh molekul-molekul materi yang lain, sehingga tiap makhluk organik adalah selalu menjadi dirinya sendiri, dan sekaligus sesuatu yang bukan dirinya sendiri." [xv]

Hubungan antara dialektika dan logika formal dapat diperbandingkan dengan hubungan antara mekanika kuantum dan mekanika klasik. Mereka tidak saling bertentangan satu sama lain melainkan saling melengkapi. Hukum-hukum

mekanika klasik tetap berlaku untuk sejumlah besar operasi. Walau demikian, hukum-hukum itu tidak dapat diterapkan dengan cukup baik di dunia partikel sub-atomik, yang melibatkan kuantitas yang luar biasa kecilnya dan kecepatan yang luar biasa besarnya. Mirip dengan itu, Einstein juga tidak menggantikan Newton, tapi hanya mengungkap batasan di mana sistem Newton tidak lagi berlaku.

Logika formal (yang telah mendapatkan kekuatan prasangka populer dalam bentuk "nalar-sehat") tetap berlaku untuk serangkaian pengalaman sehari-hari. Bagaimanapun, hukum-hukum logika formal, yang berangkat dari pandangan yang pada hakikatnya statis, niscaya runtuh ketika berurusan dengan gejala-gejala yang lebih kompleks, berubah dan kontradiktif. Dengan menggunakan istilah teori *chaos*, persamaan "linear" dari logika formal tidak dapat menangani proses yang turbulen yang dapat diamati terjadi di mana-mana di alam, masyarakat dan sejarah. Hanya metode yang dialektik yang akan mampu menangani hal ini.

Logika dan Dunia Sub-atomik

Kekurangan logika tradisional telah dipahami oleh para filsuf lain, yang sama sekali tidak memeluk sudut pandang dialektikal. Secara umum, di dunia Anglo-Saxon, ada tradisi kecenderungan yang lebih besar terhadap empirisisme, dan pemikiran induktif. Walau demikian, ilmu pengetahuan membutuhkan satu kerangka kerja filsafati yang akan memungkinkan mereka menilai hasil-hasilnya dan mengarahkan langkahnya melalui tumpukan fakta dan statistik yang membingungkan, seperti benang Ariadne yang membimbing sang pahlawan di dalam labirin. Tidak cukup kalau kita sekedar mengandalkan pada "nalar-sehat", atau "fakta".

Pemikiran silogistik, metode deduktif abstrak, lebih banyak merupakan tradisi Perancis, terutama sejak Descartes. Tradisi Inggris sangatlah berbeda, karena kuat dipengaruhi empirisisme. Dari Inggris, aliran pemikiran ini dimasukkan ke Amerika Serikat, di mana aliran ini kemudian memiliki akar yang kokoh. Maka, cara berpikir formal-deduktif sama sekali bukan ciri dari tradisi intelektual Anglo-Saxon. "Sebaliknya," tulis Trotsky, "kita mungkin dapat mengatakan bahwa [aliran] pemikiran ini dibedakan melalui sikap melecehkan dari kaum empiris yang merasa berdaulat terhadap silogisme murni, yang tidak menghambat orang-orang Inggris untuk membuat berbagai penaklukan besar dalam banyak bidang penyelidikan ilmiah. Jika kita sungguh-sungguh menelaah

ini seperti yang kita harusnya lakukan, maka mustahillah untuk tidak sampai pada kesimpulan bahwa peremehan kaum empirisis terhadap silogisme adalah bentuk primitif dari pemikiran dialektikal."

Empirisime, dalam sejarahnya, memainkan baik peran progresif (dalam perjuangan melawan agama dan dogmatisme abad pertengahan) dan juga peran negatif (interpretasi yang teramat sempit terhadap materialisme, penolakan terhadap penggeneralisasian teoritik yang luas). Penilaian Locke yang terkenal bahwa tidak sesuatupun dalam nalar yang tidak diturunkan dari indera mengandung benih dari ide yang pada dasarnya tepat, tapi disajikan dengan cara yang sepihak, yang dapat, dan sesungguhnya telah, mengakibatkan konsekuensi-konsekuensi yang berbahaya terhadap perkembangan filsafat selanjutnya. Dalam hubungannya dengan ini, Trotsky menulis beberapa saat sebelum ia dibunuh:

"Kita tidak tahu segala sesuatupun tentang dunia selain apa yang disediakan melalui pengalaman.' Ini tepat jika kita tidak memahami pengalaman dalam makna kesaksian langsung yang disajikan oleh kelima indera kita. Jika kita mereduksi materi menjadi sekedar pengalaman dalam makna empirik yang sempit, maka mustahillah bagi kita untuk sampai pada penilaian apapun mengenai asal-usul berbagai spesies atau, lebih muskil lagi, tentang bagaimana kerak bumi terbentuk. Pernyataan bahwa basis bagi segala sesuatu adalah pengalaman adalah pernyataan yang terlalu jauh atau justru pernyataan yang tidak bermakna sama sekali. Pengalaman adalah kesalingterhubungan aktif antara subjek dan objek. Penelaahan pengalaman di luar kategori ini, yaitu, di luar lingkungan material objektif dari sang penyelidik yang diposisikan berhadapan dengan pengalaman itu yang, dari sudut pandang lain, merupakan bagian dari lingkungan itu sendiri - dengan melakukan hal ini kita meleburkan pengalaman ke dalam kesatuan tak berbentuk, di mana di sana tidak ada subjek maupun objek melainkan hanya satu rumusan mistis tentang pengalaman. 'Percobaan' atau 'pengalaman' yang semacam ini hanya ada pada seorang bayi yang masih dikandung oleh ibunya, sayangnya bayi itu tidak memiliki kesempatan untuk membagikan pada kita kesimpulan ilmiah dari pengalamannya."**[xvi]**

Prinsip ketidakpastian yang berlaku dalam mekanika kuantum tak dapat diterapkan pada objek-objek sehari-hari, tapi hanya pada atom-atom dan partikel-partikel sub-atomik. Partikel-partikel sub-atomik mematuhi hukum-hukum yang berbeda dengan dunia "sehari-hari". Mereka bergerak dengan kecepatan yang luar biasa, misalnya, 1.500 meter per detik. Mereka dapat

bergerak ke berbagai arah pada saat yang bersamaan. Karena situasi ini, bentuk-bentuk pemikiran yang berlaku pada pengalaman sehari-hari tidak lagi sah. Logika formal tidak berguna di sini. Kategorinya yang hitam-putih, ya-atau-tidak, ambil atau tinggalkan sama sekali, tidak mampu berhubungan dengan realitas yang fluid, tidak stabil dan kontradiktif ini. Bukannya berangkat dari premis-premis logika formal, mekanika kuantum malah melanggar Hukum Identitas dengan menyatakan "non-individualitas" dari tiap partikel. Hukum Identitas tidak dapat diterapkan pada tingkatan ini, karena 'identitas' dari tiap partikel secara individu tidak dapat ditetapkan dengan pasti. Dari sanalah muncul perdebatan panjang tentang "gelombang" atau "partikel". Tentunya elektron tidak dapat memiliki kedua sifat itu sekaligus! Di sini "A" ternyata adalah sama dengan "bukan-A" dan bahkan "A" dapat sama dengan "B". Dari sinilah muncul kemustahilan untuk "menetapkan" posisi dan kecepatan elektron dengan cara logika formal yang rapi dan mutlak itu. Itu adalah satu masalah serius bagi logika formal dan "nalar-sehat", tapi bukan masalah bagi dialektika atau untuk mekanika kuantum. Sebuah elektron memiliki sekaligus kualitas baik dari gelombang maupun dari partikel, dan hal ini telah ditunjukkan melalui berbagai percobaan.

Di tahun 1932, Heisenberg mengajukan bahwa proton di dalam inti atom diikat oleh sesuatu yang disebutnya sebagai *gaya pertukaran*. Hal ini menunjukkan bahwa proton dan neutron *terus-menerus saling bertukar identitas*. Tiap partikel yang kita amati akan selalu berada dalam keadaan flux [terus berubah], dalam proses berganti identitas dari sebuah proton menjadi neutron atau sebaliknya. Hanya dengan cara ini inti atom dapat terikat menjadi satu. Sebelum sebuah proton dapat ditolak oleh proton lain, ia berubah menjadi neutron, dan sebaliknya. Proses di mana partikel-partikel bertukar menjadi lawannya berlangsung tanpa henti, sehingga mustahil untuk mengatakan pada saat tertentu apakah satu partikel adalah sebuah proton atau neutron. Pada kenyataannya, ia adalah *keduanya sekaligus* - ia adalah *dirinya sendiri* dan sekaligus *bukan dirinya sendiri*.

Pertukaran identitas antar elektron tidaklah bermakna satu pertukaran tempat yang sederhana, melainkan satu proses yang rumit di mana elektron "A" saling rasuk dengan elektron "B" untuk menghasilkan satu partikel yang, katakanlah, 60% "A" dan 40% "B" atau sebaliknya. Belakangan, mereka mungkin secara utuh telah bertukar identitas, dengan semua "A" di sini dan semua "B" di sana. Aliran ini kemudian akan dibalik dalam satu osilasi permanen, melibatkan satu saling-tukar yang berirama atas identitas elektron, yang berlangsung tanpa henti.

Hukum Identitas yang kuno, kaku dan tetap itu lenyap sepenuhnya dalam jenis identitas-dalam-perbedaan yang terus berdenyut ini, hal yang mendasari semua keberadaan ini, dan yang telah mendapat pernyataan ilmiahnya melalui prinsip eksklusivitas Pauli.

Maka, dua setengah milenium kemudian, prinsip Heraclitus "segala hal mengalir" ternyata mendapat pembenarannya - secara harafiah. Di sini kita mendapati, bukan hanya keadaan yang terus berubah dan bergerak, tapi juga satu proses kesalingterhubungan universal, dan kesatuan dan kesalingrasukan dari hal-hal yang bertentangan. Elektron-elektron bukan hanya saling merupakan kondisi bagi keberadaan yang lain, tapi mereka sungguh-sungguh saling bertukar dan saling berubah menjadi yang lain. Betapa jauhnya ini dari alam semesta idealisnya Plato yang statis dan tetap selamanya itu! Bagaimana seseorang menetapkan posisi dari sebuah elektron? Dengan melihatnya. Dan bagaimana menentukan momentumnya? Dengan melihatnya dua kali. Tapi, dalam jangka waktu itu, bahkan dalam jangka yang kecil tak berhingga sekalipun, elektron itu telah berubah, dan bukan lagi seperti yang dilihat pertama kalinya. Ia sudah menjadi sesuatu yang lain. Ia adalah *sekaligus* sebuah partikel (satu "benda", satu "titik") dan sebuah gelombang (satu "proses", pergerakan, menjadi). *Ia adalah dirinya sendiri dan sekaligus bukan dirinya sendiri*. Metode logika formal yang kuno tentang hitam dan putih, yang digunakan dalam mekanika klasik, tidak mampu menghasilkan apa-apa di sini karena sifat dasar dari gejala itu sendiri.

Di tahun 1963 para fisikawan Jepang mengajukan bahwa satu partikel yang teramat kecil, yang dikenal sebagai neutrino, berubah identitasnya sejalan dengan perjalanannya menempuh ruang pada kecepatan yang amat tinggi. Pada satu titik, ia adalah *elektron-neutrino*, pada saat yang lain, ia adalah *muon-neutrino*, pada titik yang lain lagi, ia adalah *tauon-neutrino*, dst. Jika hal ini benar, hukum identitas, yang sudah babak-belur di sana-sini, akan dihajar dengan sebuah pukulan pamungkas. Pandangan yang kaku dan hitam-putih semacam itu akan terasa amat dangkal ketika berhadapan dengan mana saja gejala kompleks dan kontradiktif seperti yang digambarkan oleh ilmu pengetahuan modern.

Logika Modern

Di abad ke-19, ada sejumlah upaya untuk memutakhirkan logika (George Boyle, Ernst Schröder, Gotlob Frege, Bertrand Russell dan A. N. Whitehead). Tapi, selain memperkenalkan simbol-simbol, dan beberapa penataan di sana-sini,

tidak terdapat perubahan yang mendasar di sini. Banyak klaim besar yang dibuat, contohnya oleh para filsuf linguistik, tapi tidak terdapat banyak basis untuk mereka. Semantik (yang berurusan dengan kesahihan sebuah argumen) dipisahkan dari sintaksis (yang berurusan dengan apakah sebuah kesimpulan dapat ditarik dari aksiom dan premis tertentu). Ini dianggap sebagai sesuatu yang baru, padahal hanya merupakan pernyataan ulang dari pembagian kuno, yang telah akrab bagi orang-orang Yunani Kuno, antara *logika* dan *retorika*. Logika modern didasarkan pada hubungan logis di antara seluruh kalimat. Pusat perhatiannya telah bergeser dari silogisme menuju argumen-argumen yang hipotetikal dan disjungtif. Ini bukanlah satu lompatan yang dapat membuat orang yang melihat menahan nafas. Kita dapat mulai dengan kalimat (penilaian) bukannya silogisme. Hegel melakukan ini dalam *Logic*. Bukannya sebuah revolusi besar dalam pemikiran, ia malah lebih mirip mengocok ulang satu tumpukan kartu yang telah kusut karena dipakai berkali-kali.

Dengan menggunakan analogi fisika yang superfisial dan tidak tepat, apa yang disebut "metode atomik" yang dikembangkan oleh Russell dan Wittgenstein (dan yang kemudian disangkal sendiri oleh orang yang disebut terakhir itu) mencoba membagi bahasa menjadi "atom-atomnya". Atom dasar dari bahasa menurutnya adalah kalimat sederhana, yang merupakan penyusun dari kalimat-kalimat kompleks. Wittgenstein bermimpi mengembangkan satu "bahasa formal" untuk tiap ilmu pengetahuan - fisika, biologi, bahkan psikologi. Kalimat-kalimat ditempatkan pada "uji kebenaran" yang berdasarkan hukum-hukum usang tentang identitas, kontradiksi dan tanpa-antara. Dalam kenyataannya, metode dasar yang digunakan masih tetap sama saja. "Nilai Kebenaran" adalah satu masalah "atau ini ... atau itu"^[1], masalah "Ya atau Tidak", masalah "benar atau salah". Logika baru ini dirujuk sebagai *kalkulus proposional*. Tapi kenyataannya sistem ini bahkan tidak mampu menangani argumen-argumen yang sebelumnya dapat ditangani oleh silogisme yang paling dasar (kategorikal). Sang Gunung telah melahirkan seekor tikus.

Kenyataannya adalah bahwa bahkan kalimat sederhana pun tidak dapat dipahami, sekalipun ia dianggap sebagai "batu penyusun materi" linguistik. Bahkan penilaian yang paling sederhana, seperti yang ditunjukkan Hegel, mengandung pula kontradiksi. "Caesar adalah seorang manusia", "Fido adalah seekor anjing", "pohon itu hijau", semua menyatakan bahwa *yang khusus* adalah sama dengan *yang umum*. Kalimat itu nampaknya sederhana, sebenarnya tidak. Ini adalah tutup buku bagi logika formal, yang terus saja berkeras untuk mengabaikan semua kontradiksi, bukan hanya dari alam dan masyarakat, tapi

juga dalam pemikiran dan bahasa itu sendiri. Kalkulus proposional berangkat dari persis postulat yang sama dengan yang digunakan oleh Aristoteles di abad ke-4 SM, yaitu, hukum identitas, hukum (tanpa-) kontradiksi, dan hukum tanpa-antara, yang ditambahi hukum negasi-ganda. Hukum-hukum ini tidak dituliskan dengan huruf biasa melainkan dengan simbol sebagai berikut:

- a) $p = p$
- b) $p = \sim p$
- c) $p \vee \sim p$
- d) $\sim (p \sim p)$

Semuanya terlihat sangat manis, tapi tidaklah membuat perbedaan sedikitpun dengan hakikat silogisme. Terlebih lagi, logika simbolis itu sendiri bukanlah satu ide baru. Di tahun 1680-an, otak filsuf Jerman Leibniz yang selalu subur itu telah menghasilkan satu logika simbolis, sekalipun ia tak pernah mempublikasikannya.

Dimasukkannya simbol ke dalam logika tidaklah membawa kita selangkahpun lebih maju, persis karena alasan bahwa simbol-simbol itu, pada gilirannya, cepat atau lambat harus diterjemahkan ke dalam kata-kata dan konsep-konsep. Mereka memiliki keuntungan seperti tulisan steno, lebih praktis untuk operasi teknis tertentu, komputer dan beberapa hal lain, tapi hakikatnya masih persis sama seperti yang sebelumnya. Jaringan simbol matematis yang membingungkan ini diiringi oleh jargon-jargon yang benar-benar muluk, yang nampaknya memang dibuat sehingga logika tidak akan pernah dipahami oleh orang-orang kebanyakan, seperti kasta-pendeta dari Mesir dan Babilonia yang menggunakan kata-kata dan simbol kultus rahasia untuk menjaga agar pengetahuan mereka tidak bocor pada orang lain. Satu-satunya perbedaan adalah bahwa orang-orang Mesir dan Babilonia itu memang benar-benar memiliki pengetahuan yang berharga untuk dimiliki, seperti gerak benda-benda langit, apa yang tidak dimiliki sama sekali oleh para ahli logika modern.

Istilah-istilah "predikat monadik", "pengkuantifikasi", "variabel individu" dan lain-lain dsb., dirancang untuk memberi kesan bahwa logika formal adalah satu ilmu yang tidak boleh dipandang enteng, karena ia tidak akan pernah dapat dipahami oleh orang-orang kebanyakan. Kita harus benar-benar prihatin bahwa nilai ilmiah dari satu sistem kepercayaan tidak berbanding lurus dengan ketidakjelasan bahasa yang dipergunakannya. Jika itu yang terjadi, tiap ahli

mistik-religius dalam sejarah akan menjadi ilmuwan yang setaraf dengan gabungan Newton, Darwin dan Einstein sekaligus.

Dalam komedi karya Moliere, *Le Bourgeois Gentilhomme*, M. Jourdain terkejut kala diberitahu bahwa ia telah berbicara dalam *prosa* sepanjang hidupnya, tanpa ia sadari. Logika modern hanya mengulangi semua kategori kuno, dengan dibubuhi beberapa simbol dan istilah-istilah yang enak didengar, untuk menyembunyikan fakta bahwa sama sekali tidak ada sesuatupun hal baru dalam apa yang mereka nyatakan. Aristoteles telah menggunakan "predikat monadik" (pernyataan yang menyerahkan kepemilikan pada individu) sejak berabad-abad lalu. Tidak diragukan lagi, seperti M. Jourdain, ia akan bergirang ketika tahu bahwa ia telah menggunakan *Monadik Predicate* sepanjang hidupnya, tanpa ia sadari. Tapi hal itu tidak akan membuat perbedaan apapun atas apa yang tengah dikerjakannya. Penggunaan label-label baru tidaklah mengubah isi dari semangkuk selai. Pun penggunaan jargon tidak akan meningkatkan kesahihan satu bentuk pemikiran yang sudah terkikis jaman.

Adalah satu kebenaran yang memprihatinkan bahwa, di penghujung abad ke-20, logika formal telah mencapai batas terakhirnya. Tiap penemuan baru dalam ilmu pengetahuan terus saja menghujamkan pukulan pada logika itu. Sekalipun bentuknya diubah-ubah, hukum-hukum dasarnya tetap tidak dapat berubah. Satu hal sudah jelas, perkembangan logika formal selama seratus tahun terakhir, pertama melalui kalkulus proposional (p.c.), kemudian melalui kalkulus proposional rendah (l.p.c.) telah membawa subjek tersebut pada titik penyempurnaan sejauh yang dimungkinkan. Kita telah mencapai sistem logika formal yang paling komprehensif, sehingga penambahan lain tentunya tidak akan menyajikan sesuatupun yang baru. Logika formal telah menyatakan segala yang dapat dinyatakannya. Jika kita berani mau jujur, ia telah mencapai tahap itu beberapa waktu yang lalu.

Baru-baru ini, basis telah bergeser dari argumen pada kesimpulan deduktif. Bagaimana "teorema logika diturunkan"? Ini adalah landasan yang amat rapuh. Basis logika formal telah diterima tanpa pertanyaan selama berabad-abad. Satu penyelidikan yang menyeluruh atas landasan teoritik dari logika formal niscanya akan berakhir pada perubahan logika itu menjadi lawannya. Arend Heyting, pendiri Aliran Matematika Intuisisionis, menolak kesahihan dari beberapa pembuktian yang digunakan dalam matematika klasik. Walau demikian, kebanyakan ahli logika masih terus berkeras untuk memeluk cara-cara logika

formal yang usang itu, seperti seorang yang berkeras memeluk sebatang jerami ketika ia sudah hampir tenggelam:

"Kami tidak percaya bahwa ada logika yang non-Aristotelian dalam makna seperti adanya geometri yang non-Euklides, yaitu, satu sistem logika yang mengasumsikan kebalikan dari prinsip-prinsip logika Aristotelian, prinsip kontradiksi dan tanpa-antara, sebagai kebenaran, dan dapat menarik kesimpulan-kesimpulan yang sah daripadanya."**[xvii]**

Ada dua cabang utama logika formal saat ini - kalkulus proposional dan kalkulus predikat. Keduanya berangkat dari aksioma, yang harus dianggap sebagai benar "dalam semua bidang yang mungkin ada", di semua keadaan. Ujian terakhirnya tetaplah kebebasan dari segala kontradiksi. Segala hal yang kontradiktif akan dianggap sebagai "tidak sah". Tentu hal ini memiliki beberapa penerapan, contohnya, pada komputer yang dirancang untuk menjalankan prosedur *ya atau tidak* yang sederhana. Pada kenyataannya, segala aksiom semacam itu adalah *tautologi*. Bentuk-bentuk kosong ini dapat diisi dengan hakikat macam apapun juga. Keduanya diterapkan dengan cara yang mekanistik dan memaksa terhadap segala subjek. Ketika persoalannya menyangkut proses yang linear, keduanya memang berjalan dengan baik. Hal ini penting, karena sejumlah besar proses dalam alam dan masyarakat benar berjalan dengan cara ini. Tapi ketika kita sampai pada gejala-gejala yang lebih kompleks, kontradiktif dan non-linear, hukum-hukum logika formal runtuh. Akan segera nampak bahwa, jauh dari klaim mereka bahwa merekalah "kebenaran di segala bidang yang mungkin ada", mereka adalah, seperti kata Engels, sangat terbatas dalam penerapan mereka, dan dengan cepat akan terkupas kedangkalannya ketika berhadapan dengan gejala sebagai sebuah totalitas keadaan. Lebih jauh lagi, persis inilah keadaan yang telah menyita perhatian ilmu pengetahuan, khususnya bagian yang paling inovatif, di sebagian besar waktu sepanjang abad ke-20.

[1] Kita akan banyak bertemu dengan istilah ini di bagian-bagian selanjutnya. "Atau ini ... atau itu" adalah terjemahan yang diberikan oleh Dr Fuad Hassan terhadap karya Søren Kierkegaard, seorang filsuf eksistensial Denmark, "Either ... Or". Di sini istilah itu menunjuk pada hukum ketiga dari logika Aristotelian yang menyatakan bahwa sesuatu harus berupa A atau B, tidak bisa keduanya sekaligus. [Catatan Penerjemah]

- [i] Dikutip dalam A. A. Luce, *Logic*, p. 8.
- [ii] LCW, Vol. 38, p. 171.
- [iii] M. Donaldson, *Making Sense*, pp. 98-9.
- [iv] M. Donaldson, *Children's Mind*, p. 76.
- [v] Trotsky, *Writings, 1949-40*, p. 400.
- [vi] A. A. Luce, op. cit., p. 83.
- [vii] Kant, *Critique of Pure Reason*, p. 99, catatan kaki.
- [viii] Engels, *The Dialectics of Nature*, pp. 64-5.
- [ix] Feynman, op. cit., bab 1, p. 2.
- [x] Kant, *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik*, dikutip dalam E.V. Ilyenkov, *Dialectical Logic*, p. 90.
- [xi] Engels, *Anti-Dühring*, p. 43.
- [xii] Trotsky, *Writings, 1939-40*, pp. 399 dan 400.
- [xiii] Trotsky, *In Defense of Marxism*, p. 65, penekanan dari kami.
- [xiv] *Ibid.*, pp. 63-6.
- [xv] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 26-7.
- [xvi] Trotsky, *Writings, 1939-40*, pp. 401 dan 403.
- [xvii] Cohen dan Nagel, *An Introduction to Logic and the Scientific Method*, p. vii.

Revolusi Dalam Fisika

Dua ribu tahun lalu, orang berpikir bahwa hukum-hukum jagad telah tercakup seluruhnya dalam geometrinya Euclides. Tidak ada sesuatupun yang dapat ditambahkan kepadanya. Ini adalah ilusi yang diderita tiap jaman. Untuk waktu yang panjang setelah wafatnya Newton, para ilmuwan berpikir bahwa ia telah menyatakan segala sesuatu yang perlu dikatakan tentang hukum-hukum alam. Laplace mengeluh bahwa hanya ada satu jagad, dan Newton telah mendapat berkah besar sehingga ia telah menemukan semua hukum yang mengaturnya. Selama dua ratus tahun teori Newton tentang sifat partikel dari cahaya diterima secara luas, dengan demikian menentang teori bahwa cahaya adalah gelombang, yang diajukan oleh fisikawan Belanda, Huygens. Kemudian teori cahaya sebagai partikel dinegasi oleh orang Perancis itu, A. J. Fresnel, yang teori gelombang cahayanya telah dikonfirmasi oleh percobaan J. B. L. Foucault. Newton telah meramalkan bahwa cahaya, yang berjalan dengan kecepatan 186.000 mil per detik (± 300.000 km/detik) di ruang hampa, seharusnya berjalan lebih cepat dalam air. Para pendukung teori gelombang cahaya meramalkan bahwa kecepataannya harusnya lebih rendah, dan percobaan membuktikan bahwa mereka benar.

Terobosan besar untuk teori gelombang dicapai oleh ilmuwan cemerlang dari Skotlandia James Clerk Maxwell, pada paruh kedua abad ke-19. Maxwell mendasarkan dirinya pada kerja eksperimental dari Michael Faraday, yang menemukan induksi elektromagnet, dan menyelidiki sifat-sifat magnet, dengan kedua kutubnya, utara dan selatan, yang melibatkan gaya-gaya tak kasat mata yang membentang di bumi dari ujung ke ujung. Maxwell memberi penemuan empirik ini satu bentuk universal dengan menerjemahkannya ke dalam persamaan matematika. Karyanya ini membimbing orang ke dalam penemuan *medan*, yang kemudian menjadi dasar Einstein untuk merumuskan teori relativitas umumnya. Satu generasi berdiri di atas bahu generasi sebelumnya, saling menegasi dan memelihara penemuan yang terdahulu, terus-menerus memeperdalamnya, dan memberinya bentuk-bentuk dan hakikat yang lebih umum.

Tujuh tahun setelah meninggalnya Maxwell, Hertz mendeteksi untuk pertama kalinya gelombang elektromagnetik yang diramalkan oleh Maxwell. Teori partikel, yang telah berkuasa sejak Newton, nampaknya dihantam hancur oleh elektromagnetika Maxwell. Sekali lagi para ilmuwan percaya bahwa mereka telah menggenggam satu teori yang akan dapat menjelaskan segala sesuatu. Hanya ada beberapa masalah yang masih harus dibereskan, dan kita akan segera

mengetahui apa segala yang perlu diketahui tentang alam raya ini. Tentu saja, ada beberapa ketidakcocokan yang mengganggu, tapi nampaknya cukup kecil sehingga dapat diabaikan. Walau demikian, hanya beberapa dasawarsa kemudian, beberapa ketidakcocokan "kecil" ini terbukti cukup untuk menggulingkan seluruh struktur teori yang ada dan mendorong terjadinya revolusi ilmiah yang kuat.

Partikel atau Gelombang?

Semua orang tahu gelombang itu apa. Ia adalah hal umum yang dihubungkan dengan air. Seperti halnya gelombang dapat dihasilkan oleh seekor bebek yang bergerak di atas permukaan sebuah kolam, demikian pula sebuah partikel, misalnya sebuah elektron, dapat menyebabkan satu *gelombang elektromagnetik*, ketika ia bergerak melintasi ruang. Gerakan bergetar dari elektron mengganggu medan listrik dan magnet, menyebabkan gelombang menyebar secara kontinyu, seperti riak dalam kolam. Tentu saja analogi ini hanya mendekati saja. Ada perbedaan mendasar antara gelombang air dan gelombang elektromagnetik. Gelombang yang disebut terakhir ini tidak membutuhkan satu medium kontinyu yang harus dilaluinya dalam perjalanan, seperti air misalnya. Sebuah getaran elektromagnetik adalah satu gangguan periodik yang menjalarkan dirinya sendiri melalui struktur elektrik materi. Walau demikian, perbandingan itu dapat memberi penjelasan yang lebih terang.

Fakta bahwa kita tidak dapat melihat gelombang ini tidaklah berarti bahwa keberadaan mereka tidak dapat kita deteksi, bahkan dalam kehidupan sehari-hari. Kita memiliki pengalaman langsung merasakan gelombang cahaya dan gelombang radio, bahkan sinar-X. Satu-satunya perbedaan antara mereka semua adalah pada frekuensinya. Kita tahu bahwa sebuah gelombang di air akan menyebabkan satu objek yang sedang mengapung terangkat naik-turun, lebih cepat atau lebih lambat, tergantung kekuatan gelombang itu sendiri - riak yang disebabkan oleh seekor bebek tentu jauh lebih lemah daripada yang disebabkan oleh sebuah kapal motor. Mirip dengan itu, osilasi elektron akan berbanding lurus dengan intensitas gelombang cahaya.

Persamaan Maxwell, yang telah didukung oleh Hertz dan lain-lain, menyediakan satu bukti yang kuat untuk mendukung teori bahwa cahaya merupakan *gelombang*, yang memiliki sifat-sifat elektromagnetik. Walau demikian, pada peralihan abad, orang mengumpulkan bukti-bukti bahwa teori inipun keliru. Di tahun 1900 Max Planck telah menunjukkan bahwa teori gelombang klasik membuat beberapa ramalan yang tak dapat dibuktikan dalam

praktek. Ia mengajukan bahwa cahaya datang dalam partikel-partikel diskret atau dalam "paket-paket" (*kuanta*). Situasinya menjadi lebih rumit lagi oleh adanya fakta bahwa percobaan-percobaan lain membuktikan hal-hal yang bertentangan. Dapatlah diperlihatkan bahwa sebuah elektron adalah sebuah partikel dengan menumburkannya pada layar fluorescent dan mengamati pendar yang dihasilkan oleh tumburan itu; atau dengan mengamati jalur yang dibentuk elektron dalam kamar gas; atau melalui titik-titik mini yang muncul dalam sebuah plat foto yang sudah dicuci. Di pihak lain, jika dua lubang dibuat di sebuah layar, dan elektron dialirkan melalui sebuah sumber tunggal, mereka akan membentuk pola interferensi, yang menunjukkan bahwa elektron memiliki sifat gelombang.

Hasil yang paling aneh justru didapat dalam percobaan celah-ganda yang terkenal itu, di mana sebuah elektron tunggal ditembakkan pada sebuah layar yang mengandung dua celah dan sebuah plat foto di belakangnya. Pada celah yang mana elektron tunggal itu akan lewat? Pola interferensi yang terbentuk pada plat foto di belakang celah itu jelas adalah pola yang hanya dapat dibentuk oleh dua celah. Hal ini membuktikan bahwa elektron melewati *kedua* celah itu sekaligus sehingga dapat membentuk sebuah pola interferensi. Ini tentunya bertentangan dengan hukum-hukum nalar-sehat, tapi percobaan ini tak dapat dibantah lagi kebenarannya. Sebuah elektron bersifat baik sebagai partikel maupun sebagai gelombang. Ia berada dalam dua (atau lebih) tempat sekaligus, dan dalam beberapa keadaan gerak sekaligus!

"Janganlah kita bayangkan," komentar Banesh Hoffmann, "bahwa para ilmuwan menerima penemuan baru ini dengan sorak kemenangan. Mereka menentang penemuan-penemuan ini dan menolaknya sejauh mereka dapat, menciptakan segala jenis jebakan dan hipotesis alternatif dalam sebuah upaya putus-asa untuk menyelamatkan diri dari keharusan menerima fakta itu sebagai kebenaran. Tapi paradoks itu telah hadir dengan menyolok sejak 1905 dalam kasus cahaya, dan bahkan lebih dulu lagi, dan tidak seorangpun memiliki keberanian atau kecerdikan untuk menyelesaikan persoalan ini sampai munculnya mekanika kuantum yang baru itu. Ide baru ini sangatlah sulit diterima karena kita terus secara insting berusaha membangun gambaran tentangnya dalam bentuk-bentuk partikel tradisional, dengan mengabaikan prinsip ketidakpastian Heisenberg. Kita terus menghindari dari penggambaran sebuah elektron sebagai sesuatu yang, sembari memiliki gerak, mungkin tidak memiliki posisi, dan sembari memiliki posisi, mungkin tidak mengenal konsep gerak atau diam."**[i]**

Di sini kita melihat bekerjanya negasi dari negasi. Pada pandangan pertama, kita melihatnya telah menempuh satu lingkaran penuh. Teori partikel cahaya dari Newton telah dinegasi oleh teori gelombang Maxwell. Teori ini, pada gilirannya, dinegasi pula oleh teori partikel yang baru, yang dikemukakan oleh Planck dan Einstein. Tapi hal ini tidaklah berarti kembali pada teori Newtonian lama, tapi menempuh lompatan kualitatif ke depan, dengan melibatkan satu revolusi sejati dalam ilmu pengetahuan. Semua ilmu pengetahuan harus dirombak total, termasuk hukum gravitasi Newton itu sendiri.

Revolusi ini tidaklah membuat persamaan Maxwell tidak berlaku lagi, persamaan itu tetap sah untuk sejumlah besar operasi tentang medan. Yang ditunjukkan hanyalah, di luar batas tertentu, ide-ide fisika klasik tidak lagi berlaku. Gejala dunia partikel sub-atomik tidaklah dapat dipahami dengan metode-metode mekanika klasik. Di sini, ide-ide mekanika kuantum dan relativitas bermain penuh. Pada sebagian besar waktu di abad ini, fisika telah didominasi oleh teori relativitas dan mekanika kuantum yang, pada awalnya, ditolak mentah-mentah oleh orang-orang yang mendominasi ilmu pengetahuan, yang berpegangan erat-erat pada pandangan-pandangan lama. Ada pelajaran yang penting di sini. Upaya apapun untuk memaksakan satu "solusi final" terhadap pandangan kita atas alam raya ini pasti akan menemui kegagalan.

Mekanika Kuantum

Perkembangan fisika kuantum merupakan lompatan besar ke muka dalam ilmu pengetahuan, satu pemisahan yang menentukan dengan determinisme mekanik kuno dari fisika "klasik". (Metode "metafisik", adalah istilah yang gemar digunakan Engels untuk menggambarannya.) Sebagai gantinya, kita mendapatkan satu pandangan atas alam yang lebih lentur dan dinamis - dengan kata lain, dialektik. Dimulai dengan penemuan Planck tentang keberadaan kuantum, yang pada awalnya terlihat sebagai sebuah rincian yang remeh, hampir seperti sebuah anekdot, seluruh wajah fisika mengalami perubahan. Di sini kita mendapati sebuah ilmu pengetahuan baru yang dapat menjelaskan gejala peluruhan radioaktif dan menelaah dengan sangat rinci data spektroskopi yang kompleks itu. Secara langsung hal itu membawa kita pada pendirian sebuah ilmu baru - kimia teoritik, yang mampu menyelesaikan masalah-masalah yang tadinya tak terpecahkan. Secara umum, serangkaian kesulitan teoritik tersingkirkan, setelah satu sudut pandangan baru diterima. Fisika baru telah mengungkap kekuatan maha dahsyat yang tersimpan dalam inti atom. Hal ini membawa kita langsung pada penyalahgunaan energi nuklir - jalur yang penuh potensi

pengrusakan atas kehidupan di muka bumi - atau justru pada masa depan yang sampai sekarang tak berani dibayangkan orang, dengan kelimpahan tanpa batas dan kemajuan sosial melalui penggunaan fusi nuklir secara damai. Teori relativitas Einstein menjelaskan bahwa massa dan energi adalah dua hal yang setara. Jika massa sebuah objek diketahui, dengan mengalikannya pada kuadrat kecepatan cahaya, materi akan berubah menjadi energi.

Einstein menunjukkan bahwa cahaya, yang sampai saat itu masih dianggap sebagai sebuah gelombang, berperilaku seperti sebuah partikel. Cahaya, dengan kata lain, adalah salah satu bentuk saja dari materi. Hal ini telah dibuktikan di tahun 1919, ketika ditunjukkan bahwa cahaya dibelokkan oleh gaya gravitasi. Louis de Broglie kemudian menunjukkan bahwa materi, yang dianggap hanya terdiri dari partikel, selalu memiliki pula sifat-sifat gelombang. Batasan antara materi dan energi telah dihapuskan untuk selamanya. Materi dan energi adalah ... sama. Ini adalah kemajuan raksasa dari ilmu pengetahuan. Dan dari sudut pandang Materialisme yang Dialektik, materi dan energi adalah sama. Engels menggambarkan energi ("gerak") sebagai "cara mengada, ciri internal, dari materi".[ii]

Argumen yang mendominasi fisika partikel selama bertahun-tahun, apakah partikel sub-atomik seperti foton dan elektron adalah partikel atau gelombang akhirnya diselesaikan oleh mekanika kuantum yang menegaskan bahwa partikel sub-atomik dapat, dan memang, berperilaku sebagai partikel dan gelombang sekaligus. Seperti sebuah gelombang, cahaya menghasilkan interferensi, tapi, sebuah foton cahaya juga dapat memantul ketika membentur sebuah elektron, berlaku seperti sebuah partikel. Hal ini bertentangan dengan logika formal. Bagaimana mungkin "nalar-sehat" menerima bahwa sebuah elektron dapat ada di dua tempat sekaligus? Atau bahkan bergerak, pada kecepatan yang tinggi tak terbayangkan, ke berbagai jurusan sekaligus? Cahaya yang berperilaku sebagai gelombang dan partikel sekaligus akan dilihat sebagai kontradiksi yang tak terselesaikan. Upaya untuk menjelaskan gejala kontradiktif dari dunia sub-atomik dengan cara-cara logika formal akan membawa kita meninggalkan pemikiran rasional sama sekali. Dalam kesimpulannya atas sebuah karya yang ditulis tentang revolusi kuantum, Banesh Hoffmann sanggup menulis:

"Berapa sering lagi kita harus mengagumi karya Tuhan yang luar biasa, yang menciptakan langit dan bumi dari sebuah hakikat primat dari sebuah rincian yang demikian indah sehingga dengannya Ia dapat menciptakan otak dan pikiran yang bernyala dengan berkah kemampuan meramal yang ilahiah untuk

menerobos misteri ciptaan-Nya sendiri. Jika pikiran dari seorang Bohr atau Einstein membuat kita terkagum-kagum dengan kekuatannya, bagaimana kita mulai memuja keagungan Tuhan yang menciptakannya?" **[iii]**

Sayangnya, ini bukan satu contoh yang merupakan pengecualian. Sejumlah besar literatur modern tentang ilmu pengetahuan, termasuk banyak yang ditulis para ilmuwan itu sendiri, sangat kuat mengandung pandangan yang mistis, religius atau kuasi-religius semacam ini. Ini adalah hasil langsung dari filsafat idealis yang masih dipegang, sadar atau tidak sadar, oleh banyak sekali ilmuwan.

Hukum-hukum mekanika kuantum akan runtuh di hadapan "nalar-sehat" (yaitu, logika formal), tapi akan berkesesuaian benar dengan materialisme dialektik. Ambillah, misalnya, pandangan tentang sebuah titik. Seluruh geometri tradisional diturunkan dari satu titik, yang selanjutnya menjadi garis, bidang, kubus, dsb. Walau demikian, pengamatan yang lebih rinci menunjukkan bahwa sebuah titik tidaklah memiliki keberadaan mandiri.

Titik dipandang sebagai pernyataan ruang yang terkecil, sesuatu yang tidak memiliki dimensi. Pada kenyataannya, titik tersebut terdiri dari atom-atom - elektron, inti atom, foton, dan partikel-partikel lain yang lebih kecil lagi. Pada akhirnya, ia lenyap dalam sebuah flux gelombang kuantum yang tidak pernah berhenti bergetar. Dan tidak ada akhir bagi proses ini. Tidak ada "titik" yang dapat ditetapkan sama sekali. Inilah jawaban final bagi para idealis yang berusaha mencari "bentuk" sempurna yang katanya terdapat "di luar" realitas material yang dapat diamati. Satu-satunya "realitas puncak" adalah jagad material yang tidak berhingga, abadi, dan terus berubah, yang jauh lebih indah dalam segala variasi bentuk dan prosesnya yang tanpa henti ketimbang segala macam petualangan ajaib dari fiksi ilmiah. Bukannya satu lokasi yang dapat ditentukan - satu "titik" - tapi sebuah proses, sebuah flux yang tanpa henti. Segala upaya untuk memaksakan batasan bagi hal ini, dalam bentuk awal atau akhir, pasti akan menemui kegagalan.

Melenyapnya Materi?

Jauh sebelum ditemukannya relativitas, ilmu pengetahuan telah menemukan dua prinsip dasar - kekekalan energi dan kekekalan massa. Hukum yang pertama ditemukan oleh Leibniz di abad ke-17, dan kemudian dikembangkan di abad ke-19 sebagai sebuah hasil dari prinsip-prinsip mekanika. Jauh sebelum itu, manusia jaman purba telah menemukan secara praktek prinsip kesetaraan antara kerja dan panas, ketika ia membuat api melalui gesekan, dengan demikian

mengubah sejumlah tertentu energi (kerja) menjadi panas. Pada awal abad ini, ditemukan bahwa massa hanyalah salah satu bentuk energi. Satu partikel materi bukan lain adalah energi, yang sangat terkonsentrasi dan terlokalisasi. Jumlah energi yang terkonsentrasi dalam sebuah partikel berbanding lurus dengan massanya, dan jumlah total energi adalah selalu tetap. Hilangnya sejumlah energi tertentu akan selalu diimbangi dengan didapatnya sejumlah energi dalam bentuk lain. Sambil terus mengubah bentuknya, bagaimanapun, energi akan tetap sama selamanya.

Revolusi yang disebabkan oleh Einstein adalah satu pembuktian bahwa massa itu sendiri mengandung jumlah energi yang luar biasa. Kesetaraan massa dan energi dinyatakan dalam persamaan $E = mc^2$ di mana c melambangkan kecepatan cahaya (sekitar 186.000 mil per detik atau 300.000 km per detik), E adalah energi yang terkandung dalam sebuah benda diam, dan m adalah massanya. Energi yang terkandung dalam massa m adalah setara dengan massa ini yang dikalikan kuadrat dari kecepatan cahaya yang luar biasa besar itu. Dengan demikian, massa adalah bentuk energi yang teramat terkonsentrasi, kekuatan yang boleh digambarkan oleh fakta bahwa energi yang dilepaskan dalam sebuah ledakan atom dihasilkan ketika hanya 10% dari massanya diubah menjadi energi. Biasanya, energi raksasa yang terkunci dalam materi ini tidak mewujudkan, dan dengan demikian tidak diperhatikan oleh manusia. Tapi jika proses di dalam inti atom mencapai satu titik kritis, sebagian energi akan dilepaskan, sebagai energi kinetik.

Karena massa hanyalah salah satu bentuk energi, baik materi maupun energi tidak dapat diciptakan maupun dihancurkan. Bentuk-bentuk energi, di pihak lain, sangatlah beragam. Sebagai contoh, ketika proton di permukaan matahari bersatu untuk membentuk inti atom helium, energi nuklir dilepaskan. Pertama-tama ini mungkin nampak sebagai energi kinetik dari gerak inti atom, yang kemudian memberi sumbangan pada energi panas yang dilepaskan matahari. Sebagian energi ini dipancarkan dari matahari dalam bentuk foton, mengandung partikel-partikel energi elektromagnetik. Partikel-partikel ini, pada gilirannya, diubah oleh proses fotosintesis menjadi energi kimia potensial yang tersimpan dalam tumbuhan, yang pada giliran selanjutnya, diserap oleh manusia dengan memakan tanaman, atau hewan yang hidup dari memakan tanaman, untuk menyediakan kehangatan dan energi bagi otot, aliran darah, otak, dan lain-lain.

Hukum-hukum fisika klasik secara umum tak dapat diterapkan pada tingkat sub-atomik. Walau demikian, terdapatlah satu hukum yang tidak mengenal

pengecualian di alam - hukum kekekalan energi. Para fisikawan tahu bahwa baik muatan positif maupun negatif tidaklah dapat diciptakan dari sebuah ketiadaan. Fakta ini dinyatakan dalam hukum kekekalan muatan listrik. Dengan demikian, dalam proses untuk menghasilkan partikel beta, lenyapnya neutron (yang tidak bermuatan) menimbulkan sepasang partikel yang muatannya berlawanan - proton yang bermuatan positif dan elektron yang bermuatan negatif. Bersama-sama, kedua partikel baru itu memiliki muatan gabungan setara dengan nol.

Jika kita melakukan proses kebalikannya, ketika sebuah proton memancarkan sebuah positron dan berubah menjadi neutron, muatan dari partikel asli (proton) adalah positif dan partikel yang dihasilkan (neutron dan positron), bersama-sama, juga bermuatan positif. Dalam seluruh perubahan yang beraneka ragam ini, hukum kekekalan muatan dipatuhi secara ketat, seperti halnya hukum-hukum kekekalan yang lain. Tidak secuilpun energi yang diciptakan atau dihancurkan. Dan gejala semacam itu juga tidak akan pernah terjadi.

Ketika sebuah elektron dan anti-partikelnya, positron, saling menghancurkan, massa mereka "hilang", yaitu, diubah menjadi dua partikel cahaya (foton) yang terbang berhamburan ke arah yang berlawanan. Walau demikian, keduanya memiliki energi total yang sama dengan kedua partikel yang telah bersatu untuk menghasilkan mereka. Kesetaraan massa-energi, momentum linear dan muatan listrik dipelihara dengan ketat. Gejala ini sama sekali tidak sama dengan pelenyapan dalam makna penghancuran. Secara dialektik, elektron dan positron dinegasi dan dipelihara pada saat bersamaan. Materi dan energi (yang hanya merupakan dua cara untuk menyatakan hal yang sama) tidak akan pernah dapat diciptakan maupun dihancurkan, hanya diubah.

Dari sudut pandang materialisme dialektik, materi adalah realitas objektif yang diberikan kepada kita dalam persepsi-inderawi. Ini mencakup bukan saja objek yang "solid" melainkan juga cahaya. Foton adalah sama materialnya dengan elektron atau positron. Massa terus-menerus diubah menjadi energi (termasuk cahaya - foton) dan energi menjadi massa. "Penghancuran" sebuah positron dan elektron menghasilkan sepasang foton, tapi kita juga melihat proses yang kebalikannya: ketika dua foton bertemu, sebuah elektron dan sebuah positron dapat dihasilkan, asalkan foton itu mengandung energi yang cukup. Hal ini kadangkala disajikan pada kita dalam konsep penciptaan materi "dari ketiadaan". Tidak ada hal semacam itu. Apa yang kita lihat di sini bukanlah penghancuran maupun penciptaan apapun, tapi satu peralihan yang terus-

menerus dari materi menjadi energi dan sebaliknya. Ketika sebuah foton menghantam inti atom, ia berhenti mengada sebagai sebuah foton. Ia hilang, tapi menyebabkan satu perubahan di dalam atom - sebuah elektron meloncat dari satu orbit yang lebih rendah ke orbit lain yang lebih tinggi tingkatan enerjinya. Di sini juga proses yang kebalikannya terjadi. Ketika sebuah elektron melompat ke orbit yang berenergi lebih rendah, sebuah foton muncul.

Proses perubahan yang terus-menerus ini, yang mencirikan dunia di tingkat sub-atomik adalah sebuah pembenaran yang dahsyat terhadap fakta bahwa dialektika bukanlah sekedar reka-reka subjektif, tapi sungguh-sungguh terhubung dengan proses objektif yang terjadi secara alamiah. Proses ini telah berjalan tanpa terputus sepanjang segala abad. Ia adalah pembuktian kongkrit dari tidak dapat dihancurkannya materi - persis kebalikan dari apa yang tadinya hendak dibuktikan oleh para idealis.

"Batu Penyusun Materi"?

Telah beabad-abad para ilmuwan berusaha dengan sia-sia untuk menemukan "batu penyusun materi" - partikel pamungkas yang terkecil. Seratus tahun yang lalu, mereka pikir mereka telah menemukannya dalam bentuk atom (yang, dalam bahasa Yunani, berarti "sesuatu yang tak dapat dibagi lagi"). Penemuan partikel-partikel sub-atomik memaksa fisika untuk merambah lebih dalam ke dalam struktur materi. Di tahun 1928, para ilmuwan berkhayal bahwa mereka telah menemukan partikel-partikel yang terkecil - proton, elektron dan foton. Seluruh dunia material dianggap tersusun dari ketiga partikel ini. Selanjutnya, ini juga diruntuhkan oleh penemuan neutron, positron, deuteron, dan serombongan partikel lain, yang semakin kecil, dengan keberadaan yang semakin sekejap - neutrino, pi-meson, mu-meson, k-meson, dan banyak lagi yang lain. Umur dari beberapa partikel ini sangat kecil - mungkin sepersejuta detik - sehingga mereka digambarkan sebagai "partikel virtual" - sesuatu yang sama sekali tak terbayangkan sebelum datangnya jaman kuantum.

Tauon berumur hanya seperbilyun detik, sebelum luruh menjadi *muon*, dan kemudian menjadi elektron. *Pion* yang netral lebih pendek lagi masa hidupnya, luruh dalam waktu kurang dari sepertrilyun detik untuk membentuk sepasang partikel sinar gamma. Walau demikian, partikel-partikel gamma ini hidup sampai usia lanjut, dibandingkan dengan yang lain-lain yang hanya hidup selama seperseratus mikrodetik. Beberapa yang lain, seperti partikel *sigmayang* netral, luruh setelah seper seratus milyar detik. Di tahun 1960-an, bahkan hal ini masih

dikalahkan oleh penemuan partikel yang lebih pendek lagi masa hidupnya sehingga keberadaannya hanya dapat disimpulkan dari keharusan mereka untuk meluruh agar terbentuk beberapa partikel turunan yang telah diketahui. Masa paro-hidup dari partikel-partikel ini berada di kisaran seper beberapa trilyun detik. Mereka dikenal sebagai *partikel resonan*. Dan inipun belum lagi akhir ceritanya.

Lebih dari seratus limapuluh partikel lain ditemukan kemudian, yang kemudian dikenal sebagai *hadron*. Situasinya demikian ruwet. Seorang fisikawan Amerika, Dr. Murray Gell-Mann, dalam upayanya untuk menjelaskan struktur partikel-partikel sub-atomik, telah mempostulatkan beberapa partikel yang lain lagi, yang lebih mendasar, *quark*, yang lagi-lagi dicanangkan sebagai "batu penyusun materi yang pamungkas". Gell-Mann berteori bahwa terdapat enam jenis *quark* dan bahwa keluarga *quark* adalah paralel dengan keenam anggota keluarga partikel yang lebih ringan, yang disebut *lepton*. Semua materi kini dianggap terdiri dari duabelas partikel penyusun. Namun, bahkan bentuk materi paling dasar yang dikenal ilmu pengetahuan ini masih juga mengandung kualitas kontradiktif yang sama dengan apa yang kita amati di seluruh jagad raya, bersesuaian dengan hukum dialektik tentang kesatuan dari hal-hal yang bertentangan. *Quark* juga hadir dalam pasangan-pasangan, dengan muatan positif dan negatif, sekalipun, dengan anehnya, dinyatakan dalam pecahan.

Sekalipun ada fakta bahwa pengalaman telah menunjukkan bahwa tidak ada batasan bagi materi, para ilmuwan terus berkeras melancarkan pencarian sia-sia terhadap "batu penyusun materi". Benar bahwa pernyataan itu hanyalah penemuan sensasional dari para jurnalis dan para ilmuwan yang terobsesi dengan kemungkinan promosi, dan bahwa pencarian partikel yang semakin lama semakin kecil dan mendasar adalah kegiatan ilmiah yang sangat bona-fide, yang berguna untuk memperdalam pengetahuan kita tentang cara bekerjanya alam raya ini. Tapi, walau demikian, kita tentu mendapatkan kesan bahwa sedikitnya beberapa dari mereka benar-benar percaya bahwa mungkin bagi kita untuk mencapai satu bentuk realitas yang pamungkas, yang merupakan batasan di mana di luar itu tidak ada lagi sesuatupun yang dapat ditemukan, setidaknya di tingkat sub-atomik.

Quark kini dianggap sebagai yang pamungkas dari duabelas "batu penyusun" sub-atomik yang katanya menyusun segala materi di jagad raya. "Hal yang menarik adalah bahwa inilah *potongan materi yang terakhir* yang akan pernah kita kenal, seperti yang diramalkan oleh kosmologi dan Model Standard dari fisika partikel, Dr. David Schramm dilaporkan berujar, 'Inilah potongan teka-teki

yang terakhir itu." [iv] Jadi, *quark* adalah "partikel pamungkas". Ia disebut fundamental dan tidak memiliki struktur lagi di dalamnya. Tapi hal yang sama telah pula diramalkan di masa lalu untuk atom, lalu proton, dan sebagainya dan seterusnya. Dengan cara yang sama, kita dapat dengan yakin meramalkan penemuan bentuk-bentuk yang lebih "fundamental" lagi dari materi di masa depan. Fakta bahwa keadaan pengetahuan dan teknologi kita yang sekarang tidaklah mengizinkan kita untuk menentukan sifat-sifat *quark* tidaklah kemudian mewajibkan kita untuk mengatakan bahwa ia tidak memiliki struktur lagi di dalamnya. Sifat dan ciri *quark* masih harus menunggu telaah lebih lanjut, dan tidak ada alasan untuk menganggap bahwa hal ini tidak akan mungkin tercapai, bahwa mustahil bagi kita untuk merambah ke kedalaman struktur materi yang tidak berujung. Inilah cara yang selalu ditempuh ilmu pengetahuan dalam kemajuannya. Halangan yang tadinya dianggap mustahil dipecahkan oleh satu generasi dijumpirkan oleh generasi berikutnya, dan demikian seterusnya sepanjang jaman. Seluruh pengalaman lampau kita memberi segala alasan untuk percaya bahwa proses dialektikal atas kemajuan pengetahuan manusia ini adalah sama tak berujungnya seperti jagad raya itu sendiri.

Catatan untuk Bagian Dua

[i] B. Hoffmann, *The Strange Story of the Quantum*, p. 147.

[ii] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 92.

[iii] Hoffmann, op. cit., pp. 194-5.

[iv] *Financial Times*, 1/4/94, penekanan dari kami.

Ketidakpastian dan Idealisme

Prinsip Ketidakpastian

Pukulan maut yang menjatuhkan mekanika Newtonian dari tahtanya sebagai sebuah teori universal dilancarkan oleh Einstein, Schrödinger, Heisenberg dan lain-lain ilmuwan yang membidani kelahiran mekanika kuantum di awal abad ke-20. Perilaku "partikel-partikel elementer" tidaklah dapat dijelaskan oleh mekanika klasik. Matematika jenis baru harus dikembangkan.

Dalam matematika baru ini terdapatlah konsep-konsep semacam "ruang-fase", di mana sebuah sistem didefinisikan sebagai sebuah titik yang memiliki derajat kebebasan sebagai koordinat, dan "operator", besaran yang tidak mirip sama sekali dengan besaran aljabar dalam makna mereka lebih mirip sebuah operasi ketimbang sebagai sebuah besaran itu sendiri (pada kenyataannya mereka menyatakan hubungan, bukannya sebuah nilai yang tetap), memainkan satu peran yang penting. Teori peluang juga memainkan peranan yang penting, tapi dalam makna "peluang intrinsik": ini adalah salah satu dari ciri hakiki dalam mekanika kuantum. Pada kenyataannya, mekanika kuantum harus diartikan sebagai sebuah gabungan bertumpuk dari semua jalur gerak yang mungkin ditempuh oleh sebuah sistem.

Partikel kuantum hanya dapat didefinisikan sebagai sebuah himpunan kesalingterhubungan internal antara keadaan "aktual" dan "virtual" yang mereka alami. Dalam makna ini mereka murni dialektik. Pengukuran terhadap partikel-partikel itu dengan cara tertentu hanya akan mengungkap keadaan "aktual" mereka, yang merupakan satu aspek saja dari seluruh aspek keberadaan mereka (paradoks ini dijelaskan secara populer dalam kisah "kucing Schrödinger"). Prinsip ini disebut "runtuhnya fungsi gelombang", dan dinyatakan oleh Heisenberg sebagai prinsip ketidakpastian. Cara yang sama sekali baru untuk memandang realitas fisik ini, yang dinyatakan dalam persamaan mekanika kuantum ini, telah "dikarantina" untuk waktu yang lama oleh sebagian besar kaum akademisi. Ia dilihat sebagai semacam perkecualian terhadap mekanika yang selama itu ada, yang hanya berguna untuk menjelaskan perilaku partikel-partikel elementer, pengecualian terhadap hukum-hukum mekanika klasik, tanpa makna penting apapun selain itu.

Di tahta yang tadinya dikangkangi oleh kepastian, ketidakpastian kini meraja. Apa yang nampak sebagai pergerakan acak dari partikel-partikel sub-atomik, dengan kecepatan mereka yang tak terbayangkan, tidaklah dapat dinyatakan dalam persamaan-persamaan mekanika lama. Ketika sebuah ilmu pengetahuan

mencapai satu jalan buntu, ketika ia tidak lagi dapat menjelaskan fakta-fakta yang ada, keadaan untuk sebuah revolusi dimatangkan, dan ilmu pengetahuan yang baru akan lahir. Walau demikian, ilmu yang baru itu, dalam bentuk awalnya, tidak akan muncul dalam keadaan sempurna. Hanya setelah melewati masa tertentu ia akan muncul dalam bentuknya yang lengkap dan pamungkas. Satu derajat improvisasi, ketidakpastian, interpretasi yang beragam dan seringkali bertentangan, niscaya terjadi pada masa-masa awal ini.

Pada beberapa dasawarsa terakhir, satu debat tentang apa yang disebut interpretasi "stochastic" ("acak") tentang alam dan determinisme telah dibuka. Masalah yang mendasar adalah keniscayaan dan peluang yang di sini diperlakukan sebagai dua hal yang berdiri mutlak bertentangan, sebagai dua lawan yang saling meniadakan satu sama lain. Dengan cara ini kita mendapatkan dua pandangan yang saling bertentangan, yang keduanya tidaklah cukup untuk menjelaskan cara kerja alam raya yang kompleks dan penuh kontradiksi.

Werner Heisenberg, seorang fisikawan Jerman, mengembangkan versinya sendiri tentang mekanika kuantum. Di tahun 1932 ia menerima Hadiah Nobel bidang fisika untuk sistem *mekanika matriks*-nya, yang menggambarkan tingkatan energi dari orbit elektron murni dalam bentuk angka, tanpa mengandalkan gambar sama sekali. Dengan cara ini, ia berharap dapat mengatasi masalah yang disebabkan oleh adanya kontradiksi antara "partikel" dan "gelombang" dengan mengabaikan segala upaya menggambarkan gejala tersebut, dan memperlakukan gejala tersebut murni dalam bentuk abstraksi matematik. Mekanika gelombang Erwin Schrödinger menangani masalah yang persis sama dengan mekanika matriks Heisenberg tanpa perlu melarikan diri ke dalam dunia abstraksi matematika absolut. Kebanyakan fisikawan lebih menyukai pendekatan Schrödinger karena jauh kurang abstrak ketimbang pendekatan Heisenberg, dan mereka tidak salah. Di tahun 1944, John van Neumann, ahli matematik Amerika keturunan Hungaria itu menunjukkan bahwa mekanika gelombang dan mekanika matriks adalah setara secara matematik, dan dapat menghasilkan jawaban yang persis sama untuk tiap persoalan.

Heisenberg mencapai beberapa kemajuan penting dalam mekanika kuantum. Walau demikian, keteguhannya untuk memasukkan filsafat idealisme yang dianutnya ke dalam ilmu baru itu mewarnai dengan kuat seluruh pendekatan yang dipakainya. Dari sini muncullah apa yang dikenal sebagai "interpretasi Copenhagen" atas mekanika kuantum. Ini pada dasarnya adalah idealisme subjektif, yang dicadari dengan tipis sebagai sebuah aliran pemikiran ilmiah. "Werner Heisenberg," tulis Isaac Asimov, "berupaya untuk mengangkat satu

masalah mendasar yang menempatkan partikel-partikel, bahkan fisika itu sendiri, di dalam sebuah dunia dari hal-hal yang tak dapat diketahui [unknowable].^[i] Kata-kata yang tepat untuk menggambarkan apa yang terjadi. Di sini kita tidak berurusan dengan apa yang tidak diketahui [unknown]. Itu selalu terjadi di tengah ilmu pengetahuan. Seluruh sejarah ilmu pengetahuan adalah kemajuan dari yang tidak diketahui menuju yang diketahui, dari ketidaktahuan menuju pengetahuan. Tapi satu kesulitan yang serius akan muncul ketika orang merencanakan apa yang tidak diketahui [unknown] dengan *apa yang tidak dapat diketahui* [unknowable]. Ada perbedaan mendasar antara kata-kata "kita tidak tahu" dan "kita tidak mungkin tahu". Ilmu pengetahuan berangkat dari pandangan dasar bahwa dunia objektif benar-benar ada dan dapat kita ketahui.

Walau demikian, sepanjang sejarah filsafat telah terjadi berulang kali upaya untuk menetapkan batas bagi pengetahuan manusia, untuk menegaskan bahwa terdapat beberapa hal yang "tidak mungkin kita ketahui", dengan alasan ini atau alasan itu. Demikianlah Kant mengklaim bahwa kita hanya dapat memahami apa yang tampak, tapi bukan Hakikat yang di Dalam {*Things-in-Themselves*}. Dalam pernyataan ini ia mengikuti jejak skeptisisme Hume, idealisme subjektif Berkeley dan para sophis Yunani: kita tidak mungkin memahami dunia.

Di tahun 1927, Werner Heisenberg mengajukan "prinsip ketidakpastian"-nya yang terkenal itu, yang menyatakan bahwa mustahil bagi kita untuk menentukan posisi dan kecepatan sebuah partikel pada saat yang bersamaan. Semakin teliti kita menentukan posisi sebuah partikel, semakin tidak pasti momentumnya, dan sebaliknya. (Hal ini juga berlaku untuk sifat-sifat berpasangan yang lain.) Kesulitan untuk menetapkan secara pasti posisi dan kecepatan dari sebuah partikel yang bergerak dengan kecepatan 5.000 mil per detik ke berbagai arah yang berbeda pada saat yang bersamaan merupakan hal yang tidak perlu dijelaskan lagi. Walau demikian, deduksi dari sini bahwa kausalitas (sebab-akibat) secara umum tidak ada adalah sebuah proposisi yang sama sekali keliru.

Bagaimana kita menentukan posisi sebuah elektron? Ia bertanya. Dengan melihatnya. Tapi, jika kita menggunakan mikroskop yang kuat, itu artinya kita akan menumburkan elektron itu dengan sebuah partikel cahaya, sebuah foton. Karena cahaya berperilaku sebagai sebuah partikel, ia niscaya akan mengganggu momentum dari partikel yang sedang diamati. Dengan demikian, kita akan mengubah partikel itu persis ketika kita menjalankan pengamatan. Gangguan ini tidak akan dapat diramalkan hasilnya dan tidak akan dapat dikendalikan, karena (setidaknya dari teori kuantum yang ada) tidak ada cara untuk mengetahui dan

mengontrol di muka sudut yang akan diambil kuantum cahaya ketika dibiaskan melewati lensa. Karena pengukuran yang akurat akan posisi elektron membutuhkan penggunaan cahaya yang panjang gelombangnya kecil, momentum yang besar tapi tidak teramalkan dan tak terkontrol akan dipindahkan kepada elektron. Di pihak lain, pengukuran yang akurat akan momentum membutuhkan kuantum cahaya yang momentumnya sangat kecil (yaitu panjang gelombang yang besar), yang berarti terjadinya satu pembiasan dengan sudut besar. Semakin akurat posisi diukur, semakin kurang akurat momentumnya terukur, dan sebaliknya.

Jadi, apakah kita akan dapat mengatasi masalah ini jika kita mengembangkan sejenis mikroskop elektron yang baru? Mustahil, menurut teori Heisenberg. Karena semua energi datang dalam paket-paket (kuanta), dan semua materi memiliki ciri tindakan baik sebagai sebuah gelombang maupun sebagai sebuah partikel, jenis alat apapun yang kita pergunakan akan pula tunduk pada prinsip ketidakpastian ini. Sesungguhnya, penggunaan istilah prinsip ketidakpastian tidaklah tepat, karena apa yang ditegaskan di sini bukanlah bahwa kita tidak dapat mengukur secara akurat, karena persoalan alat ukur. Teori itu mengimplikasikan bahwa *semua bentuk materi tidak dapat diukur secara akurat justru karena hakikat materi itu sendiri*. Seperti yang dikatakan David Bohm dalam bukunya *Causality and Chance in Modern Physics*:

"Maka penolakan terhadap kausalitas dalam interpretasi yang umum dari teori kuantum haruslah dianggap bukan sebagai sekedar hasil dari ketidakmampuan kita untuk mengukur nilai persis dari variabel yang akan dimasukkan dalam persamaan hukum kausalitas di tingkat atomik, melainkan, ia harus dianggap sebagai cerminan dari fakta bahwa hukum semacam itu tidak ada sama sekali."

Bukannya melihat hal itu sebagai sebuah aspek khusus dari teori kuantum dalam tingkat perkembangannya yang sekarang, Heisenberg mempostulatkan ketidakpastian sebagai sebuah hukum alam yang mendasar dan universal, dan mengasumsikan bahwa semua hukum alam yang lain harus konsisten dengan hukum ini. Ini merupakan pendekatan yang sangat berbeda dengan pendekatan ilmu pengetahuan di masa lalu ketika ia dihadapkan dengan masalah yang menyangkut fluktuasi tak beraturan dan pergerakan acak. Tidak seorangpun membayangkan bahwa mungkin bagi kita untuk menentukan pergerakan persis dari satu molekul tunggal dalam gas, atau menetapkan di muka seluruh rincian dari sebuah kecelakaan mobil yang mungkin terjadi. Tapi belum pernah terjadi sebelumnya satu upaya yang demikian serius untuk menurunkan dari fakta semacam ini satu *ketiadaan hukum kausalitas secara umum*.

Tapi, persis kesimpulan inilah yang diajukan dari *prinsip ketidakpastian*. Para ilmuwan dan filsuf idealis telah maju terlalu jauh dengan mengajukan bahwa kausalitas secara umum tidak ada. Yakni, bahwa bahwa tidak ada itu yang namanya sebab atau akibat. Maka alam raya akan nampak sebagai peristiwa yang seluruhnya tanpa sebab dan acak. Seluruh alam raya ini tidak dapat diramalkan. "Kita tidak dapat memastikan" segala sesuatu. "Melainkan, diasumsikan bahwa dalam percobaan macam apapun, hasil yang *persis* yang akan dicapai akan *seluruhnya acak* dalam makna bahwa ia tidak memiliki hubungan apapun dengan segala hal yang lain yang ada di dunia atau yang pernah ada."^[ii] Posisi ini adalah negasi sempurna, bukan hanya atas ilmu pengetahuan, tapi juga atas pemikiran rasional secara umum. Jika sebab dan akibat tidak ada, bukan hanya mustahil bagi kita untuk meramalkan apapun; tapi juga mustahil bagi kita untuk menjelaskan apapun. Kita hanya dapat membatasi diri kita untuk menggambarkan apa yang ada. Nyatanya, bukan hanya itu, karena kita bahkan tidak akan pernah bisa yakin bahwa ada sesuatu yang hadir di luar diri dan indera kita. Ini membawa kita kembali pada filsafat idealisme subjektif. Pemikiran ini mengingatkan kita pada argumen para filsuf sophis di jaman Yunani kuno: "Saya tidak akan dapat mengetahui sesuatupun tentang dunia. Jika saya dapat mengetahui sesuatu, yang tidak akan dapat memahaminya. Jika saya dapat memahaminya, saya tidak akan dapat menyatakannya."

Apa yang dinyatakan oleh "prinsip ketidakpastian" adalah satu ciri pergerakan partikel sub-atomik yang teramat misterius, yang tidak mungkin dapat diraba dengan persamaan dan pengukuran mekanika klasik yang simplisistik itu. Tidak ada keraguan tentang sumbangan yang telah diberikan Heisenberg bagi dunia fisika. Apa yang kita permasalahan adalah kesimpulan filsafati yang ia tarik dari mekanika kuantum. Fakta bahwa kita tidak dapat mengukur dengan tepat posisi dan momentum sebuah partikel pada saat bersamaan sama sekali tidak membuat kita harus menarik kesimpulan bahwa di sini tidak ada objektivitas. Cara berpikir subjektif merasuk dalam aliran mekanika kuantum dari Copenhagen. Niels Bohr melangkah lebih jauh lagi dengan menyatakan bahwa "keliru kalau kita berpikir bahwa tugas fisika adalah untuk menemukan bagaimana keadaan alam *yang sebenarnya*. Fisika menyangkut segala yang dapat kita katakan tentang alam."

Fisikawan John Wheeler berpendapat bahwa "tidak ada gejala yang merupakan gejala nyata sampai ia menjadi gejala yang diamati." Dan Max Born menerakan filsafat subjektifnya dengan kejelasan mutlak: "Generasi yang mencakup Einstein, Bohr dan saya sendiri diajari bahwa ada satu dunia fisik objektif, yang mengalirkan dirinya menurut hukum-hukum abadi yang tidak tergantung dari

kemauan kita; kita mengamati proses ini sebagaimana para penonton melihat sebuah pertunjukan di teater. Einstein masih percaya bahwa seperti inilah seharusnya hubungan antara seorang pengamat ilmiah dengan subjek yang diamatinya."^[iii]

Apa yang kita lihat di sini bukanlah sebuah penilaian ilmiah, tapi pendapat filsafati yang mencerminkan satu cara pandang tertentu terhadap dunia - cara pandang idealisme subjektif, yang merasuki seluruh interpretasi Copenhagen atas teori kuantum. Untungnya, sejumlah ilmuwan terkemuka masih berdiri menentang subjektivisme ini, yang bertentangan dengan seluruh cara pandang dan metode ilmu pengetahuan itu sendiri. Di antara mereka terdapatlah Einstein, Max Planck, Louis de Broglie dan Erwin Schrödinger, yang kesemuanya memainkan peran dalam mengembangkan fisika baru itu dengan tingkat peran yang setidaknya sama pentingnya dengan peran Heisenberg sendiri.

Objektivitas versus Subjektivisme

Tidak ada keraguan sedikitpun bahwa interpretasi Heisenberg terhadap fisika kuantum sangat dipengaruhi oleh pandangan-pandangan filsafatnya. Bahkan ketika ia masih menjadi mahasiswa, ia adalah seorang idealis yang bersemangat, yang mengakui bahwa ia sangat terkesan dengan *Timaeus*, karya Plato (di mana idealisme Plato tersaji dengan cara yang paling tidak dapat dimengerti orang), sambil bergabung dalam jajaran *Freikorps*, pasukan paramiliter reaksioner, yang senang menculik dan membunuh para aktivis serikat buruh, terutama aktif di tahun 1919. Kemudian ia menyatakan bahwa ia "jauh lebih tertarik terhadap ide-ide filsafat yang mendasar daripada hal-hal lainnya," dan bahwa perlulah "untuk keluar dari ide tentang proses objektif dalam ruang dan waktu." Dengan kata lain, interpretasi filsafati Heisenberg atas fisika kuantum sangat jauh dari sekedar hasil sebuah percobaan ilmiah. Jelas bahwa interpretasinya terkait erat dengan filsafat idealis, yang dengan sadar diterapkannya dalam fisika, dan yang menentukan seluruh cara pandangnya terhadap dunia.

Filsafat semacam itu bukan saja bertentangan dengan ilmu pengetahuan, tapi juga dengan seluruh pengalaman kesejarahan manusia. Bukan saja ia tidak mengandung hakikat yang ilmiah, tapi juga sama sekali tidak ada gunanya dalam praktek. Para ilmuwan yang, pada umumnya, lebih suka tidak menyentuh spekulasi filsafat, mengangguk dengan sopan pada Heisenberg, dan terus saja meneliti hukum-hukum alam, menganggap sewajarnya bahwa alam bukan saja ada ada, tapi juga berjalan sesuai dengan hukum-hukum tertentu, termasuk hukum sebab-akibat, dan dengan usaha sedikit keras, dapat dipahami dengan sempurna, bahkan dapat diramalkan oleh manusia. Konsekuensi yang reaksioner

dari idealisme subjektif ditunjukkan oleh perkembangan pribadi Heisenberg sendiri. Ia membenarkan keterlibatannya dengan Nazi dengan alasan bahwa "Tidak ada pedoman umum yang dapat kita gugu. Kita harus memutuskan bagi diri kita sendiri, dan tidak ada cara untuk meramalkan apakah yang kita buat ini adalah benar atau salah." [iv]

Erwin Schrödinger tidaklah menyangkal adanya gejala acak di alam secara umum atau dalam mekanika kuantum. Ia secara khusus menyebut contoh penggabungan acak molekul DNA pada saat pembuahan seorang anak, di mana ciri-ciri kuantum dari ikatan kimia memainkan peranan penting. Walau demikian, ia menolak interpretasi Copenhagen tentang implikasi dari "percobaan dua celah"; bahwa gelombang peluang Max Born bermakna bahwa kita harus menyangkal semua keobjektifan dunia, yakni pandangan bahwa keberadaan dunia ini tidak tergantung dari pengamatan kita terhadapnya.

Schrödinger menertawakan penegasan Heisenberg dan Bohr bahwa, ketika elektron atau foton tidak sedang diamati, mereka "tidak memiliki posisi" dan hanya menjadi material pada titik tertentu sebagai akibat dari pengamatan. Untuk melawan pandangan ini, ia menciptakan satu "eksperimen pikiran" [*thought experiment*]. Ambillah seekor kucing dan letakkan dalam sebuah kotak dengan satu ampul sianida, katanya. Ketika sebuah penera Geiger mendeteksi peluruhan sebuah atom, ampul itu akan pecah. Menurut Heisenberg, atom tidak "tahu" bahwa dirinya telah meluruh sebelum ada orang yang mengukurnya. Maka, dalam kasus ini, sampai seseorang membuka kotak itu dan melongok ke dalam, menurut para idealis, kucing itu akan terus berada dalam keadaan tidak hidup dan juga tidak mati! Dengan anekdot ini, Schrödinger bermaksud menggarisbawahi kontradiksi absurd yang disebabkan oleh penerimaan interpretasi idealis subjektif Heisenberg atas fisika kuantum. Proses alam berlangsung secara objektif, tidak tergantung apakah ada orang di sana untuk mengamatinya atau tidak.

Menurut interpretasi Copenhagen, realitas hanya muncul ketika kita mengamatinya. Pada saat selebihnya, realitas hanya ada dalam sejenis *limbo*, dunia maya, atau "keadaan superposisi gelombang peluang", seperti kucing tadi yang berada dalam keadaan tidak-mati-tapi-juga-tidak-hidup. Interpretasi Copenhagen mengambil garis pembedaan tegas antara yang diamati dengan yang mengamati. Beberapa fisikawan memilih pandangan, mengikuti ide interpretasi Copenhagen, bahwa kesadaran itu pasti ada, tapi ide realitas material tanpa kesadaran adalah mustahil. Persis inilah sudut pandang idealisme subjektif yang

dijawab oleh Lenin secara komprehensif dalam bukunya *Materialism and Empirio-criticism*.

Materialisme dialektik berangkat dari objektivitas jagad material, yang disampaikan pada kita melalui indera kita. "Saya menerjemahkan dunia melalui indera saya." Hal ini tidak perlu dibuktikan lagi. Tapi dunia ini ada, tanpa tergantung dari indera saya. Hal ini juga tidak perlu dibuktikan lagi, seharusnya demikian, tapi tidak untuk para filsuf borjuis! Salah satu varian utama dari filsafat abad ke-20 adalah positivisme logis, yang persis menyangkal objektivitas dunia material. Lebih tepatnya, ia melihat bahwa pertanyaan apakah dunia ini ada atau tidak adalah sebuah pertanyaan yang tidak relevan dan "metafisikal". Sudut pandang idealisme subjektif telah sempurna tergerogoti oleh penemuan-penemuan di abad ke-20. Tindakan mengamati bermakna bahwa mata kita tengah menerima energi dari sumber luar tubuh dalam bentuk gelombang cahaya (foton). Hal ini dengan jelas diuraikan Lenin di tahun 1908-9:

"Jika warna adalah satu sensasi yang tergantung hanya dari retina (kita dipaksa mengakui ini oleh ilmu pengetahuan), maka sinar cahaya, yang jatuh ke atas retina, menghasilkan sensasi tentang warna. Hal ini berarti bahwa di luar tubuh kita, tidak tergantung pada kita dan pikiran kita, terdapatlah pergerakan materi, katakanlah gelombang ether yang memiliki panjang gelombang dan kecepatan tertentu, yang, ketika beraksi pada retina, menghasilkan sensasi tentang warna. Persis inilah pandangan ilmu pengetahuan tentangnya. Ilmu pengetahuan menjelaskan bahwa sensasi akan berbagai warna tergantung dari berbagai panjang gelombang cahaya yang ada di luar retina manusia, di luar tubuh manusia, dan tidak tergantung kepada manusia itu. Inilah materialisme: materi yang bertindak atas organ-indra kita akan menghasilkan sensasi. Sensasi tergantung pada otak, syaraf, retina, dsb., pada materi yang diorganisasikan dengan cara tertentu. Keberadaan materi tidak tergantung dari sensasi kita. Materi adalah primer. Sensasi, pikiran, kesadaran adalah produk pamungkas dari materi yang terorganisir dalam cara yang khusus. Demikianlah pandangan dari materialisme pada umumnya, dan pandangan dari Marx dan Engels pada khususnya."**[v]**

Watak idealis-subjektif dari metode Heisenberg nampak dengan sangat ekplisit: "Situasi aktual kita dalam kerja-kerja penelitian dalam fisika atomik biasanya seperti ini: kita ingin memahami gejala tertentu, kita ingin mengenali bagaimana gejala ini mematuhi hukum satu alam yang umum. Dengan demikian, bagian materi atau radiasi yang mengambil bagian dalam gejala itu adalah 'objek' alamiah dalam perlakuan teoritik dan harus dipisahkan dari alat-alat yang

digunakan untuk menyelidiki gejala tersebut. Hal ini lagi-lagi menekankan satu unsur subjektif dalam menggambarkan kejadian-kejadian atomik, karena alat pengukur itu telah dibangun oleh sang pengamat, dan kita harus ingat bahwa apa yang kita amati bukanlah alam itu sendiri tapi alam yang ditempatkan di bawah metode penyelidikan kita. Kerja-kerja ilmiah dalam fisika mengandung upaya mempertanyakan alam dalam bahasa yang kita miliki dan berusaha untuk mendapatkan jawaban dari percobaan melalui alat-alat yang ada dalam genggaman kita." [vi]

Kant mendirikan satu tembok kukuh antara dunia yang tampak dan realitas 'dalam dirinya sendiri'. Di sini Heisenberg melangkah lebih jauh. Bukan hanya ia bicara tentang "alam pada dirinya sendiri", tapi bahkan menegaskan bahwa kita tidak dapat benar-benar memahami bagian alam yang kita amati, karena kita mengubah bagian alam itu persis ketika kita mencoba mengamatinya. Dengan cara ini, Heisenberg berusaha menghilangkan sama sekali kriteria objektivitas ilmiah. Sayangnya, banyak ilmuwan yang tentunya akan dengan tegas menolak tuduhan mistisisme telah tanpa sadar terserap dalam ide-ide filsafat idealis Heisenberg, hanya karena mereka enggan menerima perlunya pendekatan filsafat materialis yang konsisten atas alam ini.

Poinnya adalah bahwa hukum-hukum logika formal runtuh di luar batas-batas tertentu. Hal ini terutama pasti berlaku untuk gejala-gejala di tingkat dunia sub-atomik, di mana hukum-hukum identitas, kontradiksi dan tanpa-antara tidak dapat diterapkan. Heisenberg mempertahankan sudut pandang logika formal dan idealisme, dan dengan demikian, niscaya sampai pada kesimpulan bahwa gejala kontradiktif pada tingkat sub-atomik tidak akan pernah dapat dipahami sama sekali oleh otak manusia. Kontradiksinya, dengan demikian, bukanlah terletak pada gejala teramat di tingkat sub-atomik, tapi dalam skema mental logika formal yang teramat kuno dan penuh kekurangan itu. Apa yang disebut "paradoks mekanika kuantum" persis adalah kontradiksi ini. Heisenberg tidak dapat menerima keberadaan kontradiksi yang dialektis, dan dengan demikian, memilih untuk bertahan pada filsafat mistisisme - "kita tidak akan pernah tahu", dan segala alasan lainnya.

Di sini kita menemukan diri kita dalam lingkungan sejenis sulap filsafati. Langkah pertama adalah dengan mengaburkan konsep sebab-akibat dengan determinisme mekanik kuno yang disajikan oleh orang-orang seperti Laplace. Keterbatasan dari determinisme ini sebenarnya telah diuraikan dan dikritisi oleh Engels dalam *Dialectics of Nature*. Penemuan mekanika kuantum akhirnya menghancurkan sama sekali determinisme mekanik. Jenis ramalan yang dibuat

oleh mekanika kuantum berbeda dalam beberapa hal dari ramalan mekanika klasik. Walau demikian, mekanika kuantum tetap saja terus sanggup membuat ramalan-ramalan, dan menghasilkan jawaban-jawaban yang tepat sesuai dengan apa yang diramalkan.

Kausalitas (Hukum Sebab-Akibat) dan Peluang

Salah satu dari masalah yang dihadapi oleh para pelajar filsafat atau ilmu pengetahuan adalah ketika satu istilah tertentu digunakan, yang maknanya seringkali berbeda dengan maknanya sehari-hari. Salah satu masalah pokok dalam sejarah filsafat adalah hubungan antara kebebasan dan keharusan, satu masalah kompleks, yang dibuat lebih rumit setelah ia muncul dalam berbagai rupa - kausalitas dan peluang, keharusan dan kebetulan, determinisme dan indeterminisme, dsb.

Kita semua tahu dari pengalaman sehari-hari apa yang kita maksud dengan "keharusan". Ketika kita "harus" melakukan sesuatu, itu berarti kita tidak memiliki pilihan lain. Kita tidak dapat melakukan hal yang lain. Definisi keharusan dalam kamus adalah satu himpunan keadaan lingkungan yang mendesak sesuatu untuk diadakan atau dilakukan, khususnya menyangkut satu hukum alam raya, tidak terpisah dari, dan mengatur, kehidupan dan tindakan manusia. Ide tentang keharusan fisik menyangkut pandangan tentang tekanan dan keterbatasan. Hal ini nampak jelas dalam kalimat-kalimat semacam "tunduk pada keharusan". Hal ini terdapat pula dalam pepatah seperti "keharusan tidak mengenal aturan".

Dalam makna filsafati, keharusan berkerabat erat dengan *kausalitas*, hubungan antara *sebab dan akibat* - satu tindakan atau peristiwa tertentu yang mengharuskan timbulnya satu hasil yang tertentu pula. Contohnya, jika saya berhenti bernafas selama satu jam, saya akan mati, atau jika saya menggesek dua tongkat satu sama lain, saya akan menghasilkan panas. Hubungan antara sebab dan akibat, yang dipastikan oleh sejumlah besar pengamatan dan percobaan praktek, memainkan peran sentral dalam ilmu pengetahuan. Sebaliknya, *kebetulan* dianggap sebagai sebuah peristiwa yang tidak diharapkan, yang terjadi tanpa sebab yang jelas, seperti ketika kita tersandung ubin yang pecah, atau menjatuhkan mangkuk di dapur. Walau demikian, dalam filsafat, kebetulan adalah sebuah ciri yang hanya merupakan atribut *ikutan*, yaitu, sesuatu yang bukan merupakan bagian dari cirinya yang hakiki. Sebuah kebetulan adalah sesuatu yang tidak harus ada, dan yang peluangnya untuk tidak terjadi sama besarnya dengan peluangnya untuk terjadi. Mari kita lihat satu contoh.

Jika saya menjatuhkan selembar kertas, biasanya ia akan jatuh begitu saja ke lantai, karena hukum-hukum gravitasi. Ini adalah contoh dari *kesebaban*, *darikeharusan*. Tapi jika mendadak ada angin bertiup, kertas itu akan melayang pergi begitu saja, hal yang akan dilihat sebagai *kebetulan*. Maka keharusan diatur oleh sebuah hukum, dan dapat dinyatakan dan diramalkan secara ilmiah. Hal-hal yang terjadi karena keharusan adalah hal-hal yang tidak bisa tidak harus terjadi. Di pihak lain, kejadian-kejadian acak, hal-hal yang tidak diharapkan, adalah kejadian-kejadian yang bisa atau tidak bisa terjadi; mereka tidak diatur satu hukum tertentu yang dapat dinyatakan dengan jelas dan karena sifat hakikinya, tidak dapat diramalkan.

Pengalaman hidup meyakinkan kita bahwa baik keharusan maupun kebetulan benar-benar ada dan memainkan suatu peran. Sejarah ilmu pengetahuan dan masyarakat menunjukkan hal yang persis sama. Seluruh hakikat dari sejarah ilmu pengetahuan adalah pencarian pola yang mendasari alam raya. Kita telah belajar sejak masa kanak-kanak untuk membedakan apa yang hakiki dan apa yang tidak hakiki, apa yang menjadi keharusan dan apa yang kebetulan. Bahkan ketika kita menjumpai satu kondisi perkecualian yang terasa "aneh" bagi kita dalam tingkatan pengetahuan yang kita miliki, seringkali ternyata pengalaman berikutnya mengungkap keteraturan yang berbeda jenisnya, dan hubungan sebab-akibat yang lebih dalam, yang tidak segera nampak secara sepintas.

Pencarian akan satu pemahaman rasional akan dunia yang kita diami ini berhubungan sangat dekat dengan kebutuhan untuk menemukan kausalitas. Seorang anak kecil, dalam prosesnya belajar tentang dunia, akan selalu bertanya "mengapa?" - yang selalu dianggap gangguan oleh orang tuanya, yang seringkali kebingungan harus menjawab apa. Berdasarkan pengamatan dan pengalaman, kita merumuskan satu hipotesis tentang apa yang menyebabkan terjadinya satu gejala. Inilah dasar dari semua pemahaman rasional. Biasanya, hipotesis-hipotesis ini pada gilirannya melahirkan ramalan mengenai hal-hal yang belum kita alami. Ramalan-ramalan ini kemudian dapat diuji, baik melalui pengamatan ataupun praktek. Ini bukan hanya penggambaran tentang sejarah ilmu pengetahuan, tapi juga satu bagian penting dari perkembangan mental dari tiap manusia dari awal masa kanak-kanak sampai seterusnya. Dengan demikian ia mencakup perkembangan intelektual dalam maknanya yang terluas, dari mulai proses pembelajaran yang paling dasar dari seorang anak sampai telaah tentang jagad raya.

Keberadaan kausalitas ditunjukkan oleh sejumlah besar pengamatan. Semua ini memungkinkan kita membuat ramalan-ramalan penting, bukan hanya dalam

ilmu pengetahuan tapi juga dalam kehidupan sehari-hari. Semua orang tahu bahwa jika air dididihkan sampai suhu 100°C ia akan berubah menjadi uap. Inilah dasar, bukan hanya untuk pembuatan secangkir teh, tapi juga untuk revolusi industri, yang telah menjadi dasar bagi seluruh kehidupan masyarakat kita kini. Masih juga ada para filsuf dan ilmuwan yang menegaskan dengan serius bahwa uap tidak dapat dikatakan disebabkan oleh pemanasan air. Fakta bahwa kita dapat membuat ramalan mengenai sejumlah besar peristiwa itu sendiri adalah bukti bahwa kausalitas bukanlah sekedar satu cara yang enak untuk menggambarkan berbagai hal tapi, seperti yang ditunjukkan David Bohm, merupakan aspek yang inheren dan hakiki dari segala hal. Sesungguhnya, mustahillah bahkan untuk menentukan ciri-ciri segala hal tanpa mengandalkan kausalitas. Contohnya, ketika kita berkata bahwa sesuatu adalah merah, kita menyatakan bahwa ia akan bereaksi dengan cara tertentu ketika dikenai kondisi tertentu - yaitu, satu objek berwarna merah didefinisikan sebagai sesuatu yang jika dikenai cahaya putih akan memantulkan cahaya merah. Mirip dengan itu, fakta bahwa air menjadi uap ketika dipanaskan, dan menjadi es ketika didinginkan, adalah pernyataan dari sebuah hubungan sebab-akibat kualitatif yang merupakan bagian dari sifat-sifat utama dari cairan ini, tanpanya ia bukan lagi air. Hukum matematik umum tentang pergerakan benda bergerak merupakan pula sifat-sifat hakiki dari benda-benda itu, tanpanya mereka tidak akan menjadi seperti apa mereka yang kita kenal. Contoh itu dapat digandakan tanpa batas. Dalam rangka memahami mengapa dan bagaimana sebab-akibat berkait erat dengan sifat-sifat hakiki segala hal, tidaklah cukup untuk memandang hal-hal tersebut secara statis dan saling terpisah satu sama lain. Perlulah untuk memandang segala hal sebagaimana adanya, sebagaimana mereka pernah ada, dan sebagaimana mereka akan harus ada - yaitu, menelaah segala hal sebagai *proses*.

Untuk memahami kejadian-kejadian tertentu, tidak perlu untuk merinci *semuasebab*. Sesungguhnya, hal ini juga mustahil. Jenis determinisme absolut yang diajukan oleh Laplace sebetulnya telah dijawab sebelum masalah itu diajukan oleh Spinoza dalam kutipan cerdas berikut ini:

"Contohnya, jika sebutir batu jatuh dari atap ke atas kepala seorang yang sedang lewat dan membunuhnya, mereka akan menunjukkan melalui cara berargumen mereka bahwa batu itu dikirim untuk jatuh dan membunuh orang itu; karena jika batu itu tidak jatuh untuk tujuan itu, dengan kehendak Tuhan, bagaimana mungkin begitu banyak lingkup kejadian (karena seringkali begitu banyak lingkup kejadian yang terjadi pada saat bersamaan) mengarah ke situ secara

kebetulan? Anda akan menjawab, mungkin: 'Angin sedang bertiup dan orang itu harus melintas di situ, maka terjadilah hal itu.' Tapi mereka akan membalas: 'Mengapa angin bertiup pada saat itu? Dan mengapa orang itu berjalan ke arah itu pada saat itu?' Jika Anda menjawab lagi: 'Angin bertiup karena pasang naik di laut pada hari sebelumnya, cuaca sebelumnya tenang, dan orang itu berjalan di situ karena sedang memenuhi undangan seorang kawan,' mereka akan menjawab lagi, karena tidak ada ujungnya pertanyaan ini: 'Mengapa laut pasang, dan mengapa orang itu diundang pada saat itu?'

"Dan mereka akan terus mengejar Anda dari sebab ke sebab sampai Anda akan rela mengungsi ke dalam kehendak Tuhan, yaitu, penampungan terhadap segala ketidaktahuan. Demikian pula, ketika mereka melihat tubuh manusia mereka terkagum-kagum, dan karena mereka tidak memahami sebab dari seni yang demikian indah itu, mereka menyimpulkan bahwa itu bukanlah hasil sebuah seni mekanik, tapi seni yang bersifat ketuhanan atau supernatural, dan yang dibangun dengan cara tertentu sehingga satu bagian tidaklah mencederai bagian lainnya. Dari situlah munculnya kenyataan bahwa orang yang ingin mencari tahu sebab sejati dari segala mukjizat, dan memahami berbagai hal di alam sebagaimana halnya pemahaman seorang terpelajar, bukannya terbingong menatap seperti seorang dungu, akan dianggap sebagai orang murtad dan pendosa, dan dinyatakan demikian oleh mereka yang dianggap oleh gerombolan itu sebagai penerjemah kejadian alam dan penyampai kehendak Tuhan. Karena mereka tahu bahwa sekali ketidaktahuan disingkirkan maka keajaiban, yang selama ini menjadi satu-satunya cara berargumen dan pertahanan terhadap kekuasaan mereka, itu akan pula disingkirkan."**[vii]**

Mekanisme

Upaya untuk menghilangkan segala kebetulan dari alam pastilah membawa kita pada sudut pandang mekanistik. Dalam filsafat mekanistik dari abad ke-18 - yang diwakili dalam ilmu pengetahuan oleh Newton, ide tentang keharusan diangkat menjadi sebuah prinsip yang mutlak. Semua dilihat sebagai sesuatu yang mutlak sederhana, bebas dari segala kontradiksi, dan tanpa sedikitpun ketidakberaturan atau saling tindih antar berbagai hal.

Ide tentang keteraturan universal di alam jelas benar secara mendasar, tapi suatu pernyataan keteraturan yang kering tidaklah cukup. Yang dibutuhkan adalah sebuah pemahaman kongkrit akan bagaimana hukum-hukum alam bekerja. Cara pandang mekanistik pastilah muncul dari sebuah pandangan yang sepihak atas gejala-gejala alam, yang mencerminkan tingkat perkembangan aktual ilmu pengetahuan pada saat itu. Pencapaian tertinggi dari cara pandang ini adalah

mekanika klasik, yang mengurus proses-proses yang relatif sederhana, sebab dan akibat, yang dipahami sebagai aksi eksternal sederhana dari satu benda terhadap yang lain, penguangkit, kesetimbangan, massa, inersia, mendorong, menekan, dan hal-hal lain semacam itu. Betapapun pentingnya penemuan-penemuan ini, semuanya jelas tidak mencukupi untuk memungkinkan kita sampai pada ide yang akurat tentang cara bekerjanya alam raya yang kompleks ini. Kemudian, penemuan biologi, terutama setelah revolusi Darwinian, memungkinkan satu pendekatan yang berbeda terhadap gejala-gejala ilmiah, yang sejalan dengan proses yang lebih fleksibel dan tak kasat mata dari materi-materi organik.

Dalam mekanika klasik Newton, gerak diperlakukan sebagai sesuatu yang sederhana. Jika kita tahu pada saat tertentu apa saja gaya yang bekerja pada satu objek yang sedang bergerak, kita akan dapat memastikan bagaimana ia akan berperilaku di masa mendatang. Hal ini membawa kita pada determinisme mekanistik, yang salah satu pendukung utamanya adalah Pierre Simon de Laplace, ahli matematika Perancis abad ke-18, yang teorinya tentang alam raya benar-benar mirip dengan ide tentang penciptaan dan takdir, yang terkandung dalam beberapa agama, terutama Calvinisme.

Dalam bukunya *Philosophical Essays on Probabilities*, Laplace menulis:

"Suatu intelektualitas yang pada saat tertentu mengetahui segala gaya yang menghidupkan Alam Raya dan segala kedudukan dari mahluk-mahluk yang menghuninya, jika intelektualitas ini cukup besar sehingga sanggup menelaah seluruh data yang dimilikinya, dapat menyarikannya ke dalam satu rumus tunggal tentang gerak baik dari benda-benda terbesar di jagad raya maupun dari atom yang terkecil: bagi intelektualitas ini tidak sesuatupun akan menjadi tidak pasti; dan baik masa depan maupun masa lalu akan tersaji dengan jelas di depan mata kita." [viii]

Kesulitan-kesulitan yang muncul dari metode mekanistik diwarisi oleh para fisikawan abad ke-19 dari rekan-rekan mereka di abad ke-18. Di sini, keharusan dan kebetulan dipandang sebagai dua hal yang saling bertentangan, yang saling meniadakan satu sama lain. Satu hal atau proses adalah salah satu: keharusan atau kebetulan - tidak bisa keduanya sekaligus. Metode ini diperiksa dengan ketajaman pisau bedah oleh Engels dalam *The Dialectics of Nature*, di mana ia menjelaskan bahwa determinisme mekanistik Laplace niscaya akan membawa kita pada fatalisme [kepasrahan pada takdir] dan konsepsi mistis tentang alam raya ini:

"Dan kemudian dinyatakanlah bahwa keharusan adalah satu-satunya hal yang harus diperhatikan secara ilmiah dan bahwa kebetulan adalah hal yang tidak ada gunanya bagi ilmu pengetahuan. Hal ini adalah sama dengan menyatakan: apa yang dapat ditempatkan ke dalam hukum, yaitu apa yang orang tahu, adalah bermanfaat; apa yang tidak dapat ditempatkan ke dalam hukum, yaitu yang orang tidak tahu, tidaklah berguna dan dapat diabaikan. Kalau demikian halnya, berakhirilah sejarah ilmu pengetahuan, karena ilmu justru harus menyelidiki hal-hal yang tidak kita tahu. Artinya: apa yang dapat ditempatkan pada satu hukum umum adalah keharusan, dan apa yang tidak dapat adalah kebetulan. Semua orang dapat melihat bahwa ini adalah jenis ilmu yang sama dengan jenis ilmu yang menyatakan bahwa apa yang alami adalah apa yang dapat dijelaskannya, dan yang menyerahkan segala yang tak dapat dijelaskannya pada sebab-sebab supernatural; yang dapat saya istilahkan sebagai sebab tak terjelaskan, atau Tuhan, bukan masalah sejauh menyangkut hal yang tak dapat dijelaskan itu sendiri. Keduanya adalah setara dengan: saya tidak tahu, dan dengan demikian hal itu tidak masuk dalam hitungan ilmiah. Pernyataan yang kedua berhenti di titik di mana kita tidak dapat menemukan hubungan yang diperlukan untuk menjelaskannya."

Engels menunjukkan bahwa determinisme mekanistik semacam ini dengan efektif mereduksi keharusan ke tingkatan kebetulan. Jika tiap kejadian kecil berada dalam tingkat kepentingan dan keharusan yang sama dengan hukum umum gravitasi, maka seluruh hukum dasar alam berada dalam tingkat kedangkalan yang sama:

"Menurut pandangan ini, hanya keharusan yang sederhana dan langsung yang mengendalikan alam ini. Bahwa sebuah kacang tertentu mengandung lima butir biji kacang dan bukan empat atau enam, bahwa satu buntut anjing tertentu panjangnya lima inci dan tidak secuilpun lebih panjang atau lebih pendek, bahwa dalam tahun tertentu satu kuntum bunga tertentu dibuahi oleh seekor lebah tertentu dan bukan oleh yang lain, sesungguhnya persis oleh satu ekor lebah dan pada waktu tertentu, bahwa satu biji rumput yang tertentu diterbangkan angin dan berbuah, sementara yang lainnya tidak, bahwa kemarin malam saya digigit kutu pada pukul empat pagi, dan bukan pada pukul tiga atau pukul lima, dan di bahu kiri bukannya di bahu kanan - semua ini adalah fakta-fakta yang telah dihasilkan oleh rantai keniscayaan sebab-akibat, oleh satu keharusan yang tak tergoyahkan dengan sifat yang sedemikian rupa, sehingga sejak alam raya ini masih berupa kumpulan gas panas, telah dirancang sedemikian rupa sehingga

kejadian-kejadian itu berlangsung dengan cara yang seperti itu dan bukan dengan cara yang lain.

"Dengan keharusan yang semacam ini kita tidak akan pernah lepas dari pandangan teologi tentang alam raya. Baik sesuai dengan Agustinus maupun dengan Calvin, kita menyebutnya sebagai takdir Tuhan, atau Kismet, seperti sebutan orang-orang Turki, atau sebagai keharusan, semua itu sama maknanya bagi ilmu pengetahuan. Mustahil bagi kita untuk merunut rantai sebab-akibat dalam tiap kasus yang kita sajikan di atas; jadi kita tidak akan bertambah bijak karenanya, apa yang disebut keharusan akan tinggal sebagai kalimat-kalimat kosong, dan bersamanya - kebetulan juga tinggal seperti apa adanya." [ix]

Laplace berpikir bahwa jika ia dapat merunut sebab-akibat dari segala sesuatu di jagad ini ia akan dapat menghapuskan seluruh kebutuhan akan adanya kebetulan. Untuk waktu yang lama, nampaknya bahwa bekerjanya seluruh alam raya tidaklah dapat direduksi menjadi beberapa persamaan yang sederhana. Salah satu keterbatasan teori mekanistik klasik adalah bahwa ia mengandaikan bahwa tidak ada pengaruh luar terhadap pergerakan dari benda tertentu. Walau demikian, pada kenyataannya, tiap benda dipengaruhi dan ditentukan oleh benda lain. Tidak sesuatupun yang hadir dalam keadaan terisolasi.

Jaman ini, klaim Laplace terasa berlebihan dan tidak masuk nalar. Tapi hal-hal berlebihan itu harus dilihat dalam tahapan sejarah yang sedang ditempuhnya, di mana tiap generasi percaya dengan teguh bahwa mereka telah menggenggam "kebenaran sepenuhnya". Ini juga bukan hal yang sepenuhnya keliru. Ide dari tiap generasi memang kebenaran sepenuhnya, *untuk masa itu*. Apa yang kita nyatakan ketika kita menegaskan hal itu adalah: "Inilah tingkatan terjauh yang dapat kita capai dalam memahami Alam Raya, dengan kemampuan informasi dan teknologi yang kita miliki." Dengan demikian, bukanlah satu hal yang keliru bahwa hal-hal tersebut mutlak bagi kita pada titik kesejarahan tertentu, karena kita hanya dapat menyandarkan diri pada titik tersebut, bukan titik kesejarahan yang lain.

Abad Ke-19

Pada masanya, mekanika klasik Newton merupakan satu langkah maju yang besar bagi ilmu pengetahuan. Untuk pertama kalinya, hukum-hukum Newton tentang gerak memungkinkan peramalan-peramalan kuantitatif yang memiliki tingkat ketepatan tinggi, yang dapat diuji terhadap berbagai gejala teramati. Walau demikian, persis ketepatan inilah yang membawa masalah lain ketika Laplace dan orang-orang lain mencoba menerapkan hukum-hukum ini kepada alam raya secara umum. Laplace meyakini bahwa hukum-hukum Newton adalah

mutlak dan sah secara universal. Ia melakukan kesalahan ganda. Pertama, hukum-hukum Newton tidak dilihat sebagai satu pendekatan yang berlaku di bawah kondisi lingkup tertentu. Kedua, Laplace tidak memperhitungkan kemungkinan bahwa di bawah kondisi lingkup yang berbeda, di wilayah yang belum dijelajahi oleh fisika, hukum-hukum ini mungkin perlu diperbaiki atau diperluas. Determinisme mekanistik Laplace menganggap bahwa sekali posisi dan kecepatan diketahui untuk satu titik waktu tertentu, seluruh perilaku jagad raya di masa depan akan dapat ditentukan. Menurut teori ini, seluruh kekayaan keragaman alam raya ini dapat direduksi menjadi satu himpunan mutlak dari hukum-hukum kuantitatif yang tergantung dari beberapa peubah [variabel] saja. Mekanika klasik seperti yang dinyatakan dalam hukum-hukum gerak Newton berurusan dengan sebab-akibat yang sederhana, contohnya satu aksi tunggal dari satu benda terhadap benda lainnya. Walau demikian, dalam prakteknya, hal ini mustahil, karena tidak ada sistem mekanik yang benar-benar terpisah dari sistem lainnya di dunia. Pengaruh-pengaruh luar niscaya akan menghancurkan ciri hubungan satu-satu yang terisolir dari sistem ini. Bahkan jika kita dapat mengisolir satu sistem, masih akan terjadi gangguan yang muncul dari gerak yang terjadi di tingkat molekular, dan lain-lain gangguan dari mekanika kuantum di tingkat yang lebih dalam. Seperti yang dikemukakan oleh Bohm: "Maka, tidak ada satu kasus yang nyata diketahui dari himpunan hubungan sebab-akibat yang sempurna bersifat satu-satu, yang dapat secara prinsip memungkinkan peramalan dengan ketepatan *tak berhingga*, tanpa perlu memperhitungkan satu himpunan faktor kausal yang secara kualitatif baru, yang hadir di luar sistem yang sedang diamati atau pada tingkatan lain dari sistem itu." [x]

Apakah hal ini berarti bahwa peramalan adalah mustahil? Sama sekali tidak. Ketika kita membidikkan sepucuk senapan pada titik tertentu, sebutir peluru tunggal tidak akan pernah mendarat tepat pada titik yang diramalkan oleh hukum gerak Newton. Walau demikian, sejumlah besar tembakan akan menghasilkan satu kumpulan titik di sekitar titik yang diramalkan. Maka, dengan memperhitungkan rentang kesalahan, yang pasti terjadi, peramalan dengan ketepatan tinggi masih dimungkinkan. Jika kita ingin mencapai satu ketepatan yang tak berhingga dalam contoh ini, kita akan menemukan semakin banyak faktor yang akan mempengaruhi hasilnya - ketidakteraturan dalam struktur senapan dan peluru, berbagai variasi kecil dari suhu, tekanan, kelembaban, aliran udara, dan bahkan gerakan molekular dari semua faktor ini.

Pendekatan pada tingkat tertentu diperlukan, dengan mengabaikan tak berhingganya faktor yang diperlukan untuk membuat satu ramalan dengan

ketepatan tak berhingga. Hal ini membutuhkan satu abstraksi dari realitas, seperti yang dilakukan oleh mekanika Newton. Walau demikian, ilmu pengetahuan terus melangkah maju, langkah demi langkah, untuk menemukan hukum-hukum yang semakin dalam dan tepat, yang akan memungkinkan kita untuk mendapat pemahaman yang semakin dalam tentang proses bekerjanya alam, dan dari situ memungkinkan kita untuk membuat ramalan yang semakin tepat. Ditinggalkannya determinisme mekanik Newton dan Laplace yang kuno itu tidaklah berarti penghapusan sebab-akibat, tapi satu pemahaman yang lebih dalam tentang cara bekerja yang sejati dari sebab-akibat itu sendiri.

Retakan pertama dari benteng keilmuan Newton muncul dalam paruh kedua abad ke-19, khususnya dengan teori evolusi Darwin dan karya fisikawan Austria, Ludwig Boltzmann, tentang interpretasi statistik atas proses termodinamik. Para fisikawan berusaha menjelaskan sistem multi-partikel semacam gas atau cairan dengan memakai metode statistik. Walau demikian, statistik itu dilihat sebagai sebuah pembantu dalam situasi di mana mustahil, untuk alasan-alasan praktis, untuk mengumpulkan informasi yang rinci mengenai semua ciri dari sistem teramati (contohnya, seluruh posisi dan kecepatan dari partikel-partikel gas pada satu titik waktu tertentu).

Abad ke-19 mencatat perkembangan dari statistika, pertama dalam bidang ilmu sosial, lalu dalam fisika, contohnya dalam teori gas, di mana baik keacakan maupun kepastian dapat dilihat dalam pergerakan molekul-molekul. Di satu pihak, molekul-molekul secara individu nampak bergerak dalam cara yang seluruhnya acak. Di pihak lain, sejumlah besar molekul yang menyusun gas dilihat bergerak dalam satu cara yang mematuhi hukum-hukum dinamika yang berketepatan tinggi. Bagaimana menjelaskan kontradiksi ini? Jika pergerakan dari molekul-molekul penyusunnya acak dan, dengan demikian, tidak dapat diramalkan, seharusnya perilaku gas juga tidak dapat diramalkan? Jauh sekali dari kenyataan.

Jawaban untuk persoalan ini disediakan oleh hukum perubahan kuantitas menjadi kualitas. Apa yang nampak sebagai pergerakan acak dari sejumlah besar molekul ternyata menghasilkan satu keteraturan dan pola yang dapat dinyatakan dalam hukum-hukum ilmiah. Dari kekacauan, lahirlah aturan. Hubungan dialektik antara kebebasan dan keharusan, antara kekacauan dan keteraturan, antara keacakan dan kepastian adalah hal yang tertutup bagi para ilmuwan abad ke-19, yang menganggap hukum-hukum yang mengatur gejala-gejala acak (statistik) sebagai hal yang sama sekali terpisah dari persamaan yang berketepatan tinggi dari mekanika klasik.

"Cairan atau gas apapun," tulis Gleick, "adalah satu kumpulan dari potongan-potongan individual, demikian banyak sehingga jumlahnya dapat dianggap tak berhingga. Jika tiap potongan digerakkan secara independen, maka cairan itu akan memiliki kemungkinan yang tak berhingga, 'derajat kebebasan' tak berhingga dalam istilahnya, dan persamaan yang menggambarkan pergerakan itu akan harus berisi peubah yang jumlahnya juga tak berhingga. Tapi tiap partikel tidaklah bergerak secara independen - pergerakannya sangat tergantung pada pergerakan partikel tetangganya - dan dalam aliran yang mulus, derajat kebebasannya menjadi sangat kecil."**[xi]**

Mekanika klasik bekerja sangat baik untuk waktu yang lama, ia memungkinkan kemajuan-kemajuan dalam bidang teknologi. Bahkan sampai sekarang hukum-hukum itu masih terus memiliki penerapan yang beraneka ragam. Walau demikian, akhirnya ditemukan bahwa beberapa wilayah tertentu tidak dapat ditangani dengan baik oleh metode-metode ini. Mereka telah mencapai batasan mereka. Dunia mekanika klasik yang teratur dan logis menggambarkan sebagian alam ini, tapi hanya sebagian. Di alam raya kita melihat keteraturan, tapi juga ketidakteraturan. Berdampingan dengan organisasi dan stabilitas terdapat pula kekuatan-kekuatan yang sama kuatnya berjalan ke arah yang berlawanan. Di sini kita terpaksa memakai dialektika, untuk menentukan hubungan antara keharusan dan kebetulan, untuk menentukan di titik mana akumulasi dari perubahan-perubahan kuantitas yang kecil, yang kelihatannya tidak penting, berubah menjadi lompatan kualitatif yang mendadak.

Bohm mengusulkan satu perumusan ulang yang radikal atas mekanika kuantum, dan satu cara baru untuk melihat hubungan antara yang keseluruhan dan yang sebagian.

"Dalam telaah-telaah ini ... menjadi jelas bagi kita bahwa bahkan sistem yang hanya terdiri dari satu benda memiliki ciri-ciri yang pada dasarnya non-mekanical, dalam makna bahwa ia dan lingkungannya haruslah dipahami sebagai satu keseluruhan yang tak terpisahkan, di mana analisis klasik yang jamak dilakukan terhadap sistem dan lingkungan, di mana keduanya dianggap sebagai terpisah dan berada satu di luar yang lain, tidak lagi dapat diterapkan." Hubungan antara bagian-bagian "tergantung secara krusial pada keadaan yang keseluruhan, dalam cara yang sedemikian sehingga ia tidak akan dapat dinyatakan hanya dalam ciri-ciri dari bagian-bagian itu. Sesungguhnya, bagian-bagian itu diorganisasikan dalam cara yang mengalir dari yang seluruhnya."**[xii]** Hukum dialektika tentang peralihan dari kuantitas ke kualitas menyatakan ide bahwa materi berperilaku berbeda dalam tingkatan yang berbeda-beda. Maka,

kita melihat tingkatan molekular, tingkatan yang dipelajari terutama dalam kimia tapi juga dalam fisika; kita melihat tingkatan materi hidup, yang dipelajari terutama dalam biologi; tingkatan sub-atomik, yang dipelajari dalam mekanika kuantum; dan juga tingkatan yang bahkan lebih dalam daripada itu yaitu tingkatan partikel-partikel elementer, yang kini sedang dijelajahi dalam fisika partikel. Tiap tingkatan ini masih pula memiliki sub-tingkatannya sendiri-sendiri.

Telah ditunjukkan bahwa hukum-hukum yang mengatur perilaku materi di tiap tingkatan tidaklah sama. Hal ini telah ditunjukkan di abad ke-19 oleh teori kinetika gas. Jika kita mengambil sekotak gas yang mengandung milyaran molekul, yang bergerak dengan jalur yang acak dan terus-menerus bertumburan satu dengan lainnya, jelas mustahil untuk menentukan dengan tepat pergerakan dari tiap molekul. Sekilas pandang, hal ini akan menyebabkan kemustahilan untuk menemukan persamaan yang murni matematik tentang hal ini. Bahkan jika dimungkinkan untuk memecahkan persoalan matematik yang ada di dalamnya, akan mustahil dalam praktek untuk mengukur posisi awal dan kecepatan dari tiap molekul, satu hal yang dibutuhkan untuk menentukan prakondisi yang berketepatan tinggi atas sistem ini. Bahkan secuil perubahan dalam sudut awal gerak satu molekul akan mengubah arah geraknya, yang pada gilirannya akan membawa perubahan lebih besar pada tumburan berikutnya, dan seterusnya, yang akhirnya akan membawa tingkat kesalahan yang besar berkaitan dengan pergerakan satu molekul tertentu.

Jika kita mencoba menerapkan sistem berpikir yang sama pada perilaku gas dalam tingkatan makroskopik ("normal"), kita akan menganggap bahwa mustahil pula untuk meramalkan perilakunya. Tapi kenyataannya tidak demikian, perilaku gas pada tingkatan besar dapat diramalkan dengan sempurna. Seperti yang ditunjukkan Bohm:

"Jelaslah bahwa kita dibenarkan untuk bicara tentang satu tingkatan makroskopik yang memiliki himpunan kualitas yang relatif otonom dan memenuhi satu himpunan hubungan yang relatif otonom yang secara efektif menyusun satu himpunan hukum kausal makroskopik. Sebagai contoh, jika kita meneliti satu massa air, kita tahu melalui pengalaman skala-besar bahwa ia bertindak dalam ciri khasnya sendiri sebagai suatu cairan. Yang kita maksudkan adalah bahwa ia menunjukkan semua kualitas makroskopis yang kita kenali sebagai likuiditas. Contohnya, ia mengalir, ia 'membasahi' segala sesuatu, ia cenderung menjaga volumenya, dsb. Dalam pergerakannya ia memenuhi satu himpunan persamaan hidrodinamik dasar yang dinyatakan dalam ciri-ciri skala

besar saja, seperti tekanan, suhu, kerapatan lokal, kecepatan aliran lokal, dsb. Maka, jika kita ingin memahami sifat-sifat massa air, kita tidak perlu memperlakukannya sebagai sebuah agregat molekul-molekul, melainkan sebagai sebuah keberadaan yang hadir pada tingkat makroskopik, yang mengikuti hukum-hukum yang sesuai untuk tingkatan tersebut."

Hal ini bukan berarti bahwa molekul-molekul penyusun itu tidak memiliki hubungan apapun dengan perilaku air. Sebaliknya. Hubungan antar molekul menentukan, contohnya, apakah ia mewujudkan diri sebagai suatu cairan, benda padat atau uap. Tapi, sebagaimana dinyatakan Bohm, terdapatlah satu otonomi relatif, yang berarti bahwa materi berperilaku berbeda pada tingkatan yang berbeda; di sana ada "satu *stabilitas* tertentu dari tata karakteristik atas perilaku makroskopis, yang cenderung menjaga keberadaannya kurang-lebih independen dari apa yang dilakukan oleh molekul-molekul secara individu, tapi juga dari berbagai gangguan yang dikenakan terhadap sistem tersebut dari luar dirinya."^[xiii]

Apakah Ramalan Dimungkinkan?

Ketika kita melemparkan sekeping uang logam ke udara, peluang bahwa ia akan mendarat "kepala atau buntut" dapat ditetapkan pada tingkat 50:50. Itu adalah sebuah gejala yang benar-benar acak, yang tidak dapat diramalkan. (Kebetulan, ketika ia sedang berputar di udara, koin itu bukanlah "kepala" maupun "buntut"; dialektika - dan fisika baru - akan menyatakan bahwa ia adalah keduanya, kepala dan buntut sekaligus.) Karena terdapat hanya dua kemungkinan, peluang akan berjaya. Tapi persoalannya akan berbeda secara radikal ketika jumlah pengulangannya dibuat demikian besar. Para pemilik rumah judi, yang kita anggap mendasarkan diri pada permainan "peluang" tahu bahwa, dalam jangka panjang, nol atau dobel-nol akan muncul sesering angka-angka lain, dan dengan demikian mereka akan dapat membuat keuntungan yang berlimpah dan dapat diramalkan. Hal yang sama terjadi pada perusahaan-perusahaan asuransi yang menghasilkan banyak uang dari peluang-peluang yang diperhitungkan secara presisi, yang, pada titik terakhirnya, akhirnya berubah menjadi keniscayaan praktis, bahkan jikalau nasib individu pemegang polis tidak akan pernah dapat diramalkan secara tepat.

Apa yang dikenal sebagai "kejadian acak massal" dapat diterapkan pada bidang yang sangat luas cakupannya dalam fisika, kimia, biologi dan gejala sosial, dari jenis kelamin bayi sampai kekerapan terjadinya cacat dalam jalur produk sebuah pabrik. Hukum-hukum peluang memiliki sejarah yang panjang dan telah digunakan di masa lalu dalam berbagai bidang: teori kesalahan (Gauss), teori

keakuratan tembakan (Poisson, Laplace), dan di atas segalanya, dalam statistik. Contohnya, "hukum bilangan besar" menegaskan prinsip umum bahwa gabungan efek dari sejumlah besar faktor kebetulan, untuk kelas faktor yang sangat besar jumlahnya, membawa hasil yang hampir sama sekali tidak tergantung pada peluang. Ide ini bahkan telah dikemukakan di tahun 1713 oleh Bernoulli, dan oleh Chebyshev di tahun 1867. Apa yang dilakukan Heisenberg hanyalah menerapkan matematika dari apa yang telah dikenal sebagai kejadian acak skala-massal kepada gerakan partikel sub-atomik, di mana, dapat diduga sebelumnya, unsur keacakan dapat ditundukkan dengan cepat.

"Mekanika kuantum telah menemukan hukum-hukum yang berketepatan tinggi dan indah, yang mengatur peluang, dengan jumlah besar seperti inilah ilmu pengetahuan mengatasi kekurangan yang disebabkan oleh indeterminasi dasarnya. Melalui cara inilah ilmu pengetahuan dengan gagahnya membuat peralaman. Sekalipun ia kini dengan rendah hati mengakui bahwa dirinya tidak berdaya untuk meramalkan perilaku persis dari elektron atau foton secara individual atau benda-benda lain yang mendasar semacam itu, ia masih tetap dapat menyatakan dengan penuh percaya diri bagaimana sejumlah besar partikel itu akan berperilaku." [xiv]

Dari apa yang nampak sebagai keacakan, muncullah satu pola. Pencarian untuk pola semacam itulah, yakni hukum yang mendasarinya, yang menjadi basis bagi seluruh sejarah ilmu pengetahuan. Tentu saja, jika kita menerima bahwa segala sesuatunya sebetulnya acak, bahwa tidak ada sebab-akibat, dan bahwa, walau bagaimanapun, kita tidak akan pernah memahami apapun karena tidak ada batasan objektif bagi pengetahuan kita, maka semua pencarian itu akan menjadi pemborosan waktu paling sempurna. Untungnya, seluruh sejarah ilmu pengetahuan menunjukkan bahwa ketakutan semacam itu tidak memiliki basis secuilpun. Dalam mayoritas pengamatan ilmiah, tingkat indeterminasi demikian kecilnya sehingga, untuk keperluan praktis, ia dapat diabaikan. Pada tingkat benda-benda sehari-hari, prinsip ketidakpastian terbukti mutlak tidak berguna. Maka, semua upaya untuk menarik kesimpulan filsafati umum dari sana, dan menerapkannya pada pengetahuan dan ilmu secara umum, benar-benar merupakan tipuan yang licik. Bahkan di tingkat sub-atomik, sama sekali itu bukan berarti bahwa kita tidak akan pernah dapat membuat ramalan yang berketepatan tinggi. Sebaliknya, mekanika kuantum masih membuat ramalan-ramalan semacam itu. Mustahil untuk mencapai tingkat kepastian yang tinggi tentang koordinat dari partikel-partikel secara individu, yang kemudian dapat

kita sebut sebagai acak. Namun, pada akhirnya, dari keacakan lahirlah keteraturan dan keseragaman.

Kebetulan, peluang, akibat ikutan, dsb., adalah gejala yang tidak dapat didefinisikan hanya dalam lingkup ciri-ciri yang diketahui dari objek yang sedang diamati. Walau demikian, hal ini tidaklah berarti mereka tidak dapat dipahami. Mari kita lihat satu contoh jamak dari peristiwa kebetulan - tabrakan mobil. Satu kecelakaan tunggal ditentukan oleh jumlah peristiwa kebetulan yang tak berhingga banyaknya: jika sang pengemudi meninggalkan rumah semenit kemudian, jika ia tidak memalingkan mukanya sedetikpun dari jalan, jika ia mengemudi sepuluh mil per jam lebih lambat, jika wanita tua itu tidak menyeberang jalan, dsb., dsb. Kita telah mendengar hal seperti ini berulang kali. Jumlah sebab di sini adalah tak berhingga. Tepat karena alasan ini, kejadian itu seluruhnya tidak dapat diramalkan. Ia adalah kejadian yang murni kebetulan, bukan keharusan, karena ia sama boleh terjadinya dengan tidak. Kejadian semacam ini, bertentangan dengan teori Laplace, ditentukan oleh demikian banyak faktor yang independen sehingga ia tidak dapat ditentukan sama sekali.

Walaupun demikian, ketika kita meninjau sejumlah besar kecelakaan semacam itu, gambaran yang terjadi berubah secara radikal. Ada kecenderungan yang reguler, yang dapat dengan tepat diperhitungkan dan diramalkan melalui apa yang kita kenal sebagai *hukum-hukum statistik*. Kita tidak dapat meramalkan satu kecelakaan tertentu, tapi kita dapat meramalkan dengan ketepatan tinggi jumlah kecelakaan yang akan terjadi di satu kota dalam jangka waktu tertentu. Bukan hanya itu, tapi kita dapat mengintrodusir hukum-hukum dan peraturan yang memiliki satu dampak yang pasti terhadap jumlah kecelakaan. Dengan demikian, ada aturan-aturan yang mengatur segala kebetulan, yang sama pastinya dengan hukum-hukum yang mengatur sebab-akibat itu sendiri.

Hubungan sejati antara sebab-akibat dan peluang telah dikemukakan oleh Hegel, yang menjelaskan bahwa keharusan menyatakan dirinya melalui peluang. Satu contoh yang baik tentang hal ini adalah asal-mula kehidupan itu sendiri. Ilmuwan Rusia, Oparin, menjelaskan bagaimana dalam kondisi yang kompleks di masa-masa awal sejarah bumi, pergerakan acak dari molekul-molekul cenderung membentuk molekul yang semakin kompleks dengan segala macam peluang kombinasi. Pada titik tertentu, jumlah peluang kombinasi yang teramat besar ini menimbulkan satu lompatan kualitatif, munculnya materi hidup. Pada titik ini, proses itu bukan lagi sekedar persoalan peluang murni. Materi hidup mulai berkembang sesuai dengan hukum-hukum tertentu, mencerminkan keadaan

yang berubah. Hubungan antara keharusan dan kebetulan ini dalam ilmu pengetahuan telah ditelusuri oleh David Bohm:

"Dengan demikian kita melihat makna pentingnya peluang. Karena, jika kita memberi cukup waktu, ia akan memungkinkan, bahkan memastikan berbagai jenis kombinasi dari berbagai hal. Salah satu dari kombinasi itu, yang menggerakkan proses searah atau garis perkembangan yang melepaskan sistem tersebut dari pengaruh fluktuasi peluang, pada akhirnya pasti terjadi. Dengan demikian, satu dari efek peluang adalah bantuan untuk 'mengaduk berbagai hal' dengan cara yang sedemikian rupa sehingga memungkinkan inisiasi dari satu garis perkembangan yang baru secara kualitatif."

Berpolemik melawan interpretasi idealis-subjektif atas mekanika kuantum, Bohm menunjukkan secara memuaskan hubungan dialektik antara sebab-akibat dan peluang. Kehadiran sebab-akibat telah ditunjukkan oleh seluruh sejarah pemikiran manusia. ini bukanlah masalah spekulasi filsafati, tapi dari praktek dan proses tanpa henti dari pemahaman manusia:

"Hukum-hukum sebab-akibat dalam sebuah masalah tertentu tidaklah dapat ditentukan a priori; mereka harus ditemukan di alam. Walau demikian, sejalan dengan pengalaman ilmiah dari banyak generasi dan latar belakang umum dari pengalaman bersama umat manusia selama berabad-abad, telah dikembangkanlah berbagai metode yang terumus rapi untuk menemukan hukum-hukum sebab-akibat itu. Hal pertama yang membuktikan adanya hukum-hukum sebab-akibat itu adalah, tentu saja, kehadiran satu hubungan reguler yang berlaku di dalam sejumlah besar variasi kondisi. Ketika kita menemukan keteraturan semacam itu, kita tidak menganggap bahwa mereka lahir dengan cara yang acak, sembarang, atau tidak diharapkan, tapi ... kita menganggap, setidaknya dengan hati-hati, bahwa mereka adalah hasil dari sebuah hubungan sebab-akibat yang pasti. Dan bahkan, dengan mempertimbangkan pula ketidakteraturan, yang selalu hadir bersamaan dengan keteraturan itu, kita dibimbing, berdasarkan pengalaman ilmiah secara umum, untuk mengharapkan bahwa gejala-gejala yang bagi kita masih kelihatan sepenuhnya tidak teratur, dalam konteks tahapan perkembangan pemahaman tertentu yang kita miliki, akan di kemudian hari kelihatan mengandung bentuk-bentuk keteraturan yang lebih halus, yang pada gilirannya akan membuktikan adanya keteraturan di tingkat yang lebih dalam."**[xv]**

Hegel tentang Keharusan dan Kebetulan

Dalam menelaah sifat-sifat keberadaan dalam segala perwujudannya, Hegel menangani hubungan antara *yang potensial* dan *yang aktual*, dan juga

antarakeharusan dan *kebetulan* ("akibat ikutan"). Dalam hubungannya dengan masalah ini, penting untuk memperjelas kutipan Hegel yang paling terkenal: "Apa yang rasional adalah aktual, dan yang aktual adalah rasional."**[xvi]** Sekilas, pernyataan ini nampak mistis, dan juga reaksioner, karena kelihatannya ia menegaskan bahwa segala hal yang ada adalah rasional, dan dengan demikian dibenarkan untuk terus ada. Walau demikian, hal ini sama sekali bukan apa yang dimaksudkannya, seperti yang dijelaskan oleh Engels:

"Kini, menurut Hegel, realitas adalah sama sekali bukan merupakan ciri yang dapat dilekatkan pada tiap keadaan-peristiwa, sosial atau politik, dalam segala kejadian-lingkup dan pada segala waktu. Sebaliknya, Republik Romawi adalah hal yang riil, namun demikian juga Kekaisaran Romawi, yang menggantikannya. Di tahun 1789 monarki Perancis telah menjadi demikian artifisial, demikian terlucuti dari segala keharusan, demikian irasional, sehingga ia harus dihancurkan oleh Revolusi Besar itu, yang selalu dikumandangkan Hegel dengan entusiasme yang berkobar-kobar. Dalam hal ini, dengan demikian, monarki tidaklah riil dan revolusilah yang riil. Dan demikianlah, dalam perjalanan perkembangannya, semua yang tadinya riil menjadi tidak riil, kehilangan keharusannya, haknya untuk mengada, rasionalitasnya. Dalam kejatuhan realitas itu muncullah satu realitas yang baru dan hidup - dengan damai jika realitas yang lama memiliki cukup otak untuk pergi ke peraduan terakhirnya tanpa perlawanan, dengan kekerasan jika realitas lama itu melawan keharusan baru ini. Dengan demikian, proposisi Hegelian berbalik menjadi lawannya melalui dialektika Hegelian itu sendiri: Segala yang riil dalam lingkup sejarah manusia menjadi irasional dalam proses waktu, menjadi irasional justru karena tujuannya itu sendiri, tercemari terlebih dahulu dengan irasionalitas; dan segala hal yang rasional dalam benak manusia ditakdirkan menjadi riil, bagaimanapun kontradiktifnya itu dengan realitas yang masih nampak hadir. Sejalan dengan segala aturan metode berpikir Hegelian, proposisi tentang rasionalitas dari segala yang riil meluruhkan dirinya menjadi proposisi lain: Segala yang ada ditakdirkan untuk musnah."**[xvii]**

Satu bentuk masyarakat tertentu adalah "rasional" sejauh ia mencapai tujuan-tujuannya, yaitu, bahwa ia mengembangkan kekuatan produktif, mengangkat tingkat budaya manusia, dan dengan demikian mendukung kemajuan umat manusia. Sekali ia gagal melakukan hal ini, ia menjadi tidak rasional dan tidak riil, dan tidak lagi memiliki hak untuk terus hidup. Dengan demikian, bahkan dalam pernyataannya yang nampaknya paling reaksioner, Hegel menyembunyikan satu ide yang revolusioner.

Segala yang ada hanya dapat hadir jika diharuskan hadir. Tapi tidak segala sesuatu dapat mengada. Keberadaan potensial bukanlah keberadaan yang aktual, keberadaan yang riil. Dalam *The Science of Logic*, Hegel dengan hati-hati menelusuri proses di mana sesuatu berjalan dari keadaan keberadaan yang hanya mungkin sampai titik di mana *kemungkinan* [*possibility*] berubah menjadi *kebolehjadian* [*probability*], dan di mana yang disebut terakhir itu berubah menjadi *keniscayaan* ("keharusan"). Dengan memandang kericuhan kolosal yang telah muncul dalam ilmu pengetahuan modern seputar isu tentang "kebolehjadian", satu telaah atas perlakuan Hegel yang menyeluruh dan mendasar atas subjek ini adalah hal yang sangat dianjurkan.

Kemungkinan dan aktualitas menyatakan perkembangan dialektik dari dunia nyata dan berbagai tahapan dalam kemunculan dan perkembangan berbagai objek. Satu hal yang hadir *secara potensial* mengandung di dalam dirinya kecenderungan objektif untuk perkembangan, atau setidaknya ketiadaan kondisi yang akan memustahilkan dirinya benar-benar muncul ke permukaan. Walau demikian, terdapat satu perbedaan antara kemungkinan abstrak dan potensi riil, dan kedua hal itu sering dicampuradukkan satu sama lain. Kemungkinan abstrak atau formal hanya menyatakan ketiadaan kondisi yang akan memustahilkan satu gejala tertentu, tapi tidaklah lantas berarti adanya satu kondisi yang akan membuat kemunculannya menjadi suatu yang niscaya.

Hal ini membawa kebingungan tanpa ujung, dan biasanya merupakan satu tipuan yang berguna untuk membenarkan segala macam ide yang absurd dan acak. Contohnya, telah dikemukakan bahwa jika seekor kera dibiarkan mengetuk-ngetuk tuts mesin tik cukup lama, akhirnya ia akan mampu menghasilkan salah satu soneta Shakespeare. Tujuan percobaan ini sangatlah bersahaja. Mengapa hanya satu soneta? Mengapa tidak sekalian seluruh kumpulan karya Shakespeare? Mengapa juga tidak sekalian seluruh literatur yang ada di dunia, dengan ditambah bonus teori relativitas dan simponi-simponi Beethoven? Penegasan kering bahwa hal itu "secara statistik dimungkinkan" tidaklah membawa kita selangkahpun lebih maju. Proses alam, masyarakat dan pemikiran manusia yang kompleks itu tidaklah dapat ditundukkan ke dalam perlakuan statistik yang sederhana, bahkan juga karya-karya sastra yang besar tidak akan pernah muncul dari kebetulan belaka, betapapun lamanya kita menunggu kera kita menghasilkan hal itu.

Agar yang potensial dapat menjadi aktual, dibutuhkan satu rantai kejadian-lingkup tertentu. Lebih jauh lagi, ini bukanlah satu proses yang sederhana atau linear, tapi dialektik, di mana satu akumulasi atas perubahan-perubahan

kualitatif kecil akhirnya menghasilkan lompatan kualitatif. Kemungkinan riil, jika dibandingkan dengan yang abstrak, menyatakan adanya semua faktor wajib yang akan memungkinkan potensi itu meninggalkan keadaan menggantungnya, dan menjadi aktual. Dan, seperti yang diterangkan Hegel, ia akan tetap aktual hanya selama kondisi-kondisi ini hadir, tidak sedetikpun lebih lama. Hal ini dibenarkan ketika kita merujuk pada kehidupan satu individu, satu bentuk sosial-ekonomi tertentu, satu teori ilmiah, atau gejala-gejala alam lainnya. Titik di mana perubahan akan menjadi satu keniscayaan dapat ditentukan melalui metode yang diciptakan oleh Hegel, yang dikenal sebagai "garis pengukuran nodal". Jika kita menganggap sebuah proses sebagai sebuah garis, akan nampak bahwa terdapat titik-titik tertentu ("titik nodal") pada garis perkembangan, di mana proses tersebut mengalami percepatan mendadak, atau lompatan kualitatif.

Sangatlah mudah untuk mengenali sebab dan akibat dalam kasus yang terisolir, seperti ketika kita memukul sebuah bola dengan tongkat. Tapi, dalam makna yang lebih luas, pandangan tentang sebab-akibat menjadi jauh lebih rumit. Sebab dan akibat individual lenyap dalam lautan *interaksi*, di mana sebab diubah menjadi akibat dan sebaliknya. Cobalah menelusuri satu kejadian sederhana sampai ke "sebab paling utama"-nya dan Anda akan melihat bahwa keabadianpun tidak akan cukup panjang untuk memberi kita waktu yang cukup untuk melakukan tugas itu. Akan selalu ada sebab yang baru, dan yang pada gilirannya harus pula dijelaskan, dan seterusnya *ad infinitum*, sampai tak berhingga. Paradoks ini telah masuk dalam kesadaran umum dalam ujar-ujar semacam ini:

- Karena kurang sebatang paku, ladam pun lepas;
- Karena ladam lepas, seekor kuda tidak dapat dikendalikan;
- Karena seekor kuda tidak dapat dikendalikan, penunggangnya tewas;
- Karena penunggangnya tewas, kita kalah dalam pertempuran;
- Karena kita kalah dalam pertempuran, kerajaan kita direbut musuh;
- ... Semua gara-gara kurang sebatang paku.

Kemustahilan untuk menetapkan satu "sebab final" telah menyebabkan beberapa orang meninggalkan sama sekali ide tentang sebab-akibat. Segala hal dilihat sebagai acak dan kebetulan. Di abad ke-20 posisi ini telah dipegang, setidaknya dalam teori, oleh sejumlah besar ilmuwan berdasarkan interpretasi yang tidak tepat atas hasil-hasil yang dicapai fisika kuantum, khususnya posisi filsafati Heisenberg. Hegel sebetulnya telah menjawab argumen-argumen ini, ketika ia menjelaskan hubungan dialektik antara keharusan dan kebetulan.

Hegel menjelaskan bahwa tidak ada yang namanya sebab-akibat *dalam makna sebab-akibat yang terisolasi*. Tiap akibat memiliki akibat-tandingan [*counter-*

effect], dan tiap aksi memiliki aksi-tandingan. Ide tentang sebab-akibat yang terisolasi adalah satu abstraksi yang diambil dari fisika klasik Newton, yang sangat dikritisi oleh Hegel, sekalipun waktu itu masih sangat diakui. Di sini pula, Hegel maju mendahului jamannya. Bukannya satu pandangan mekanik tentang aksi-reaksi, ia memajukan pandangan tentang *ketimbalbalikan* [*reciprocity*], tentang interaksi universal. Segala hal mempengaruhi segala yang lain, dan pada gilirannya, dipengaruhi dan ditentukan oleh segala hal lain itu juga. Hegel, dengan demikian, memajukan kembali konsep kebetulan yang telah dikeluarkan dengan bersemangat dari ilmu pengetahuan oleh para filsafat mekanik dari Newton dan Laplace.

Sepintas, kita kelihatannya tersesat dalam lautan kebetulan. Tapi kesesatan ini hanya penampakan belaka. Gejala yang kebetulan, yang terus muncul dan lenyap, seperti gelombang di permukaan laut, menyatakan proses yang lebih dalam, yang bukannya kebetulan tapi keharusan. Pada satu titik yang menentukan, keharusan ini *menyatakan dirinya melalui kebetulan*. Ide tentang kesatuan dialektik antara keharusan dan kebetulan mungkin terasa aneh, tapi sungguh dibenarkan oleh serangkaian pengamatan dalam berbagai bidang yang luas dalam ilmu pengetahuan dan masyarakat. Mekanisme seleksi alam dalam teori evolusi adalah contoh yang paling terkenal. Tapi ada banyak lagi yang lain. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi banyak penemuan dalam bidang teori kompleksitas dan *chaos* yang persis merinci bagaimana "keteraturan lahir dari kekacauan", persis seperti yang dikemukakan Hegel satu setengah abad yang lalu.

Kita harus ingat bahwa Hegel menulis pada awal abad yang lalu, ketika ilmu pengetahuan masih didominasi oleh fisika mekanik klasik, dan setengah abad sebelum Darwin mengembangkan ide tentang seleksi alam melalui mutasi acak. Ia tidak memiliki bukti ilmiah untuk mendukung teorinya bahwa keharusan menyatakan dirinya melalui kebetulan. Tapi itulah ide sentral yang berada di balik pemikiran-pemikiran inovatif terbaru dalam ilmu pengetahuan.

Hukum yang mendasar ini setara maknanya bagi pemahaman terhadap sejarah. Seperti apa yang ditulis Marx pada Kugelmann di tahun 1871:

"Sejarah dunia akan benar-benar mudah ditulis jika perjuangan di dalamnya hanya dilakukan dalam kondisi-kondisi yang mengandung peluang-peluang yang pasti menguntungkan. Di pihak lain ia akan memiliki watak yang sangat mistis, jika 'kebetulan' tidak memainkan peran sama sekali. Kebetulan-kebetulan ini secara alamiah menjadi bagian dari arah umum perkembangan dan diimbangi oleh kebetulan-kebetulan lain. Tapi percepatan dan hambatan sangatlah

tergantung pada 'kebetulan-kebetulan' semacam ini, termasuk 'kebetulan' yang menyangkut watak dari orang-orang yang memimpin pergerakan tersebut."**[xviii]**

Engels membuat pernyataan yang mirip beberapa tahun sesudah itu dalam hubungannya dengan "orang-orang besar" dalam sejarah:

"Manusia menulis sendiri sejarah mereka, tapi bukanlah dengan satu kehendak kolektif menurut satu rencana kolektif, bahkan dalam satu masyarakat yang memiliki batas-batas pasti. Aspirasi mereka saling berbenturan satu sama lain, dan justru karena alasan itu semua masyarakat tunduk pada keharusan, yang saling melengkapi dan mewujudkan dalam kebetulan-kebetulan. Keharusan yang di sini menyatakan dirinya berlawanan dengan semua kebetulan adalah lagi-lagi keharusan ekonomi. Di sinilah apa yang disebut orang-orang besar itu harus ditempatkan. Bahwa orang-orang seperti itu, dan persis orang itu, muncul pada satu waktu tertentu di satu negeri tertentu, adalah tentu saja hal yang murni kebetulan. Tapi, penggallah dia, dan akan muncul tuntutan untuk kemunculan orang-orang lain seperti dia, dan pengganti ini akan ditemukan, baik atau buruk, tapi dalam jangka panjang ia akan ditemukan."**[xix]**

Determinisme dan Chaos

Teori *chaos* berkaitan dengan proses alam yang nampaknya kacau atau acak. Satu definisi kamus tentang *chaos* akan menunjukkan ketidakberaturan, kekacauan, keacakan, atau kebetulan: gerakan acak tanpa tujuan, kegunaan atau prinsip tertentu. Tapi, campur-tangan dari "kebetulan" murni dalam proses material akan mengundang masuknya faktor-faktor yang bukan-fisik, yaitu, metafisik: kehendak, campur tangan ilahi. Karena ia berkaitan dengan kejadian-kejadian yang "kebetulan", maka ilmu *chaos* yang baru lahir itu memiliki implikasi-implikasi filsafati yang mendasar.

Proses alami yang pada awalnya dianggap sebagai acak dan kacau kini terbukti tunduk pada hukum-hukum ilmiah, menunjukkan satu basis kausal yang deterministik. Lebih jauh lagi, penemuan ini memiliki penerapan yang demikian luas, kalau tidak dapat disebut universal, sehingga ia telah mendorong satu cabang ilmu yang sama sekali baru - telaah tentang *chaos*. Ia telah menghasilkan satu cara pandang dan metodologi baru, beberapa orang akan menyebutnya satu revolusi, yang dapat diterapkan pada semua cabang ilmu yang ada sekarang. Ketika satu blok logam menjadi magnet, ia berubah ke dalam "keadaan teratur", di mana semua partikelnya mengarah ke jurusan yang sama. Ia dapat diarahkan ke satu atau lain jurusan. Secara teoritik, ia "bebas" untuk mengatur dirinya ke

jurusan apapun. Namun pada prakteknya tiap potongan kecil logam membuat "keputusan" yang serupa.

Seorang ilmuwan *chaos* telah menemukan aturan matematik dasar yang menggambarkan "geometri fraktal" dari sehelai daun cemara spleenwort hitam. Ia memasukkan informasi itu ke dalam komputernya, yang juga memiliki program untuk menghasilkan bilangan-bilangan acak. Komputer itu diprogram untuk menghasilkan satu gambar menggunakan titik-titik yang diletakkan secara acak di layar. Sejalan dengan semakin majunya percobaan itu, mustahillah untuk mengantisipasi di mana tiap titik akan muncul. Tapi tanpa ragu sedikitpun, gambar helai daun cemara itu muncul. Kemiripan yang nampak di permukaan antara kedua percobaan ini sangatlah jelas. Tapi kemiripan itu menunjukkan satu kesejajaran yang lebih dalam. Seperti halnya komputer itu mendasarkan pemilihan titik yang kelihatannya acak (dan bagi pengamat yang berada "di luar" komputer itu, untuk keperluan praktis, pilihan itu benar-benar acak) berdasarkan aturan matematik yang jelas, demikian juga ia menunjukkan bahwa perilaku foton (dan berimplikasi juga bagi semua kejadian di dunia kuantum) tunduk pada aturan matematik mendasar yang, sayangnya, masih berada di luar pemahaman manusia pada saat ini.

Pandangan Marxis beranggapan bahwa seluruh jagad raya didasarkan pada kekuatan-kekuatan dan proses-proses material. Kesadaran manusia, pada titik telaah terakhirnya, hanyalah satu cerminan dari dunia nyata yang hadir di luar tubuhnya, satu cerminan berdasarkan interaksi fisik antara tubuh manusia dengan dunia material. Di dunia material tidak ada keterputusan dalam kesalingterhubungan fisik antar berbagai kejadian dan proses. Tidak ada ruang, dengan kata lain, bagi campur-tangan kekuatan-kekuatan metafisik atau spiritual. Dialektika material, seperti kata Engels, adalah "ilmu tentang kesalingterhubungan universal". Lebih jauh lagi, kesalingterhubungan dunia fisik itu didasarkan pada prinsip sebab-akibat, dalam makna bahwa segala proses dan kejadian, *ditentukan* oleh kondisi mereka dan *ketaatan pada hukum* dari kesalingterhubungan mereka:

"Hal pertama yang kita lihat dalam mempelajari pergerakan materi adalah kesalingterhubungan dari pergerakan-pergerakan individual dari benda-benda yang terpisah, bahwa mereka saling menentukan satu sama lain. Tapi bukan hanya kita temukan bahwa satu gerak tertentu akan diikuti oleh gerak yang lain, kita juga menemukan bahwa kita dapat menirukan satu gerak tertentu dengan menciptakan kondisi-kondisi di mana gerak tersebut terjadi secara alami, bahwa kita bahkan dapat menciptakan gerak yang sama sekali tidak terdapat secara

alami (dalam industri), setidaknya bukan dengan cara tertentu, dan bahwa kita dapat memberi pergerakan-pergerakan ini satu arah dan jangkauan yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan cara ini, melalui aktivitas manusia, ide tentang sebab-akibat ditegakkan, ide bahwa satu gerak adalah sebab dari gerak lainnya." [xx]

Kompleksitas dunia dapat menyamakan proses sebab-akibat dan membuat yang satu tidak dapat dibedakan dari yang lain, tapi hal itu tidaklah mengubah logika yang mendasarinya. Seperti yang dijelaskan Engels,

"Sebab dan akibat adalah pandangan yang hanya membenarkan penerapan dirinya pada kasus-kasus individual; tapi segera setelah kita menempatkan kasus-kasus individual itu di dalam kesalingterhubungan umum mereka dengan jagad raya sebagai keseluruhan, mereka saling bertubrukan, dan mereka menjadi kacau ketika kita mempertimbangkan aksi-reaksi universal di mana sebab dan akibat terus saling bertukar tempat, sehingga apa yang di sini dan kini menjadi akibat akan menjadi sebab di sana pada saat mendatang, dan sebaliknya." [xxi]

Teori *chaos* tidak diragukan lagi merupakan satu kemajuan besar, tapi di sini juga ada beberapa perumusan yang dapat dipertanyakan. *Efek kupu-kupu* yang terkenal itu, yang menyatakan jika seekor kupu-kupu mengepakkan sayapnya di Tokyo dan menyebabkan badai bergolak seminggu kemudian di Chicago, memang satu contoh yang sangat sensasional, yang ditujukan untuk memicu satu kontroversi. Tapi, pernyataan ini tidak tepat dalam bentuknya. Perubahan kualitatif hanya dapat terjadi sebagai hasil dari sebuah akumulasi atas perubahan kuantitatif. Satu kejadian acak yang kebetulan (seekor kupu-kupu yang mengepakkan sayapnya) hanya dapat menghasilkan efek yang dramatis jika semua kondisi untuk timbulnya badai telah tersedia. Dalam kasus ini, keharusan dapat menyatakan dirinya melalui sebuah kebetulan. Tapi hanya dalam kasus ini. Hubungan dialektik antara keharusan dan peluang dapat dilihat dalam proses seleksi alam. Jumlah mutasi acak di dalam satu organisme adalah besar tak berhingga. Tapi, dalam lingkungan tertentu, salah satu mutasi ini ditemukan bermanfaat bagi organisme tersebut dan dipertahankan, sementara mutasi yang lain lenyap. Keharusan sekali lagi mewujudkan dirinya melalui perantara kebetulan. Dalam makna tertentu, kemunculan hidup di bumi dapat pula dilihat sebagai sebuah "kebetulan". Tidaklah ditakdirkan bahwa bumi harus berada pada jarak yang tepat dari matahari, dengan besar gravitasi dan jenis atmosfer yang tepat, bahwa semua ini harus terjadi. Tapi, karena kejadian-lingkup yang berantai ini, reaksi kimia yang jumlahnya tak berhingga, yang terjadi dalam waktu yang sangat panjang, kehidupan niscaya akan muncul. Hal ini tidak hanya

berlaku untuk planet kita saja, tapi juga pada sejumlah besar planet lain di mana kondisi yang sama juga ada, sekalipun tidak di dalam tata-surya kita. Walau demikian, sekali kehidupan muncul, ia berhenti menjadi kebetulan, dan berkembang melalui hukum-hukum internalnya sendiri.

Kesadaran itu sendiri tidaklah muncul dari sebuah rencana ilahi, tapi, dalam makna tertentu, juga muncul dari sebuah "kebetulan", yaitu dalam bentuk bipedalisme (posisi berjalan tegak), yang membebaskan tangan, dan dengan demikian memungkinkan mahluk-mahluk hominid awal untuk ber-evolusi sebagai hewan yang dapat membuat alat. Boleh jadi bahwa kecelakaan evolusioner ini adalah hasil dari perubahan iklim di Afrika Timur, yang menghancurkan sebagian hutan yang menjadi habitat kera-kera purba yang menjadi nenek-moyang kita. Ini adalah satu kebetulan. Seperti yang dijelaskan Engels dalam *The Part Played by Labour in the Transition of Ape to Man*, inilah basis bagi berkembangnya kesadaran manusia. Tapi, dalam makna yang lebih luas, kemunculan kesadaran - *materi yang sadar akan dirinya sendiri* - tidaklah dapat dianggap sebagai sebuah kecelakaan, tapi merupakan hasil yang niscaya dari evolusi materi, yang melaju dari bentuk-bentuk yang sederhana ke yang lebih rumit, dan yang, di mana kondisinya memungkinkan, niscaya akan melahirkan kehidupan yang memiliki intelektualitas, dan bentuk-bentuk kesadaran yang lebih tinggi, masyarakat yang kompleks, dan apa yang kita kenal sebagai peradaban.

Dalam bukunya *Metaphysics*, Artistoteles menyediakan ruang yang sangat besar untuk diskusi tentang hakikat keharusan dan kebetulan. Ia memberi kita satu contoh, kata-kata kebetulan yang akan membawa kita pada pertengkaran. Dalam satu situasi yang tegang, contohnya ketika perkawinan sedang mengalami krisis, bahkan komentar yang sangat tidak bermaksud apa-apa dapat memicu pertengkaran yang panjang. Tapi jelas bahwa kata-kata yang diucapkan bukanlah penyebab pertengkaran itu sendiri. Pertengkaran itu adalah buah dari satu akumulasi stres dan ketegangan, yang cepat atau lambat akan mencapai titik ledaknya. Ketika titik ini tercapai, hal yang sekecil apapun akan dapat memprovokasi sebuah ledakan. Kita dapat melihat gejala yang serupa di pabrik-pabrik. Selama bertahun-tahun, kaum buruh yang nampaknya pasrah, yang takut akan pemecatan, siap menerima segala pemaksaan - pemotongan upah, pemecatan rekan kerja mereka, kondisi kerja yang semakin buruk, dsb. Di permukaan, tidak sesuatupun yang terjadi. Tapi, pada kenyataannya, ada peningkatan yang kontinyu dalam ketidakpuasan mereka, yang, pada titik tertentu, haruslah menemukan perwujudannya. Satu hari, para buruh

memutuskan: "cukuplah sudah." Persis pada titik ini, bahkan kejadian yang paling dangkal sekalipun dapat memicu sebuah pemogokan. Seluruh situasi telah berubah menjadi kebalikannya.

Ada satu analogi yang luas antara perjuangan kelas dengan konflik antar bangsa. Di bulan Agustus 1914, Pangeran Mahkota Austro-Hungaria dibunuh di Sarajevo. Orang mengatakan bahwa inilah penyebab Perang Dunia I. Pada kenyataannya, kecelakaan sejarah ini boleh terjadi maupun tidak. Sebelum 1914, telah terjadi beberapa insiden lain (insiden Maroko, insiden Agadir) yang sama mungkin untuk memicu perang. Sebab sebenarnya dari Perang Dunia I adalah akumulasi dari kontradiksi yang tak bertanggung antara kekuatan-kekuatan imperialis utama - Inggris, Perancis, Jerman, Austro-Hungaria dan Rusia. Hal ini mencapai tahapan yang kritis, di mana semua ramuan peledaknya dapat dipicu oleh percikan kecil yang terjadi di Balkan.

Akhirnya, kita melihat gejala yang sama di dunia ekonomi. Pada saat kami sedang menuliskan bab ini, Kota London sedang terguncang oleh bangkrutnya Barings Bank. Kejadian ini dengan bersegera dipersalahkan kepada penggelapan yang dilakukan oleh salah satu pegawainya di Singapura. Tapi bangkrutnya Barings hanyalah satu gejala paling mutakhir dari satu krisis yang lebih dalam, yang terjadi dalam sistem keuangan dunia. Kepala berita dalam *The Independent* berbunyi "satu kecelakaan pasti akan terjadi." Pada skala dunia, kini ada USD 25 milyar yang ditanamkan dalam berbagai saham derivatif. Hal ini menunjukkan bahwa kapitalisme tidak lagi didasarkan pada produksi, tapi pada kegiatan-kegiatan spekulatif yang makin hari makin luas. Fakta bahwa Mr. Leeson kehilangan sejumlah besar uang di bursa saham Jepang boleh dikaitkan dengan kebetulan terjadinya gempa bumi di Kobe. Tapi para analis ekonomi yang serius akan paham bahwa hal ini hanyalah satu perwujudan dari ketidakstabilan dari sistem keuangan internasional. Dengan atau tanpa Mr. Leeson, satu kejatuhan adalah niscaya. Perusahaan-perusahaan dan lembaga keuangan besar internasional, semua yang terlibat dalam perjudian tanpa kenal hitungan ini, sedang bermain api. Satu kejatuhan keuangan sangatlah implisit dalam situasi ini.

Boleh jadi bahwa ada terdapat banyak gejala yang didasari oleh proses dan hubungan sebab-akibat yang tidak dipahami sepenuhnya sehingga mereka kelihatannya bersifat acak. Untuk keperluan praktis, semuanya hanya dapat diperlakukan secara statistik, seperti roda roulette pada pemutarnya. Tapi, di dasar semua "kebetulan" ini masih ada kekuatan-kekuatan dan proses yang

menentukan hasil akhirnya. Kita hidup dalam sebuah jagad raya yang diatur oleh determinisme dialektik.

Marxisme dan Kebebasan

Persoalan hubungan antara "kebebasan dan keharusan" telah dikenal oleh Aristoteles dan didiskusikan tanpa henti oleh Orang-orang Terpelajar di abad pertengahan. Kant menggunakannya sebagai salah satu "antinomi"-nya yang terkenal, di mana hal itu disajikan sebagai satu kontradiksi yang tak terpecahkan. Di abad ke-17 dan ke-18 persoalan ini muncul dalam matematik sebagai teori peluang, yang berhubungan dengan perjudian.

Hubungan dialektik antara kebebasan dan keharusan telah muncul kembali dalam teori *chaos*. Doyne Farmer, seorang fisikawan Amerika yang menyelidiki dinamika yang terkomplikasi, berkomentar:

"Pada tingkat filsafati, terasa bagi saya sebagai satu cara yang operasional untuk mendefinisikan kehendak bebas, dengan cara yang mengijinkan Anda mendamaikan kehendak bebas dengan determinisme. Sistemnya adalah deterministik, tapi Anda tidak dapat mengatakan dengan tepat apa yang akan terjadi kemudian. Pada saat bersamaan, saya selalu merasa bahwa persoalan-persoalan yang penting di seluruh dunia selalu berhubungan dengan penciptaan organisasi, baik dalam kehidupan maupun dalam intelektualitas. Tapi bagaimana Anda dapat mempelajari hal itu? Apa yang sedang dilakukan para ahli biologi saat ini kelihatannya sangat bersifat terapan dan spesifik; apa yang dilakukan para ahli kimia tidak terlalu bersifat demikian; yang dilakukan para ahli matematika sama sekali tidak demikian, dan para fisikawan sama sekali tidak melakukannya. Saya selalu merasa bahwa kemunculan spontan pengorganisirandiri harus menjadi bagian dari fisika. Di sini kita menemui satu keping mata uang dengan dua sisi. Di sini ada keteraturan, dengan keacakan yang muncul di mana-mana, dan selangkah berikutnya justru keacakan itulah yang mendasari segala keteraturan."**[xxii]**

Determinisme dialektik sama sekali tidak mirip dengan pendekatan deterministik yang mekanistik, apalagi dengan fatalisme. Seperti adanya hukum-hukum yang mengatur materi organik dan anorganik, demikian pula ada hukum yang mengatur evolusi masyarakat manusia. Pola yang dapat diamati melalui sejarah sama sekali bukanlah satu kebetulan. Marx dan Engels menjelaskan bahwa peralihan dari satu sistem sosial ke sistem yang lain ditentukan oleh perkembangan dari kekuatan produktif, ujung-ujungnya. Ketika sistem sosial-ekonomi tertentu tidak lagi sanggup mengembangkan kekuatan produktif, ia

akan masuk ke dalam krisis, menyiapkan lahan bagi sebuah pembalikan revolusioner.

Dengan hal ini, kita sama sekali tidak menyangkal peran para individu dalam sejarah. Seperti yang telah kita lihat di muka, manusia menulis sendiri sejarahnya. Walau demikian, sangatlah dungu jika kita membayangkan bahwa umat manusia adalah "agen-agen bebas" yang dapat menentukan masa depannya murni berdasarkan kehendak mereka sendiri. Umat manusia harus mendasarkan diri pada kondisi-kondisi yang telah diciptakan terpisah dan tak tergantung dari kehendak mereka - ekonomi, sosial, politik, agama, dan budaya. Dalam makna ini, ide tentang kehendak bebas adalah tidak masuk nalar. Sikap sejati Marx dan Engels terhadap peran individu dalam sejarah ditunjukkan oleh kutipan berikut dari *The Holy Family*:

"Sejarah tidak melakukan apa-apa, ia 'tidak memiliki kekayaan yang berlimpah', 'ia tidak melancarkan pertempuran apapun'. Manusia-lah, manusia yang hidup, yang nyata, yang melakukan semua itu, yang memiliki dan yang bertempur; 'sejarah' bukanlah sesuatu yang berdiri terpisah, yang menggunakan manusia sebagai sarana untuk mencapai tujuan-tujuannya sendiri; sejarah bukan apa-apa kecuali aktivitas manusia dalam mencapai tujuan manusia itu sendiri." [xxiii]

Bohong besar jika dikatakan bahwa manusia hanyalah sekedar boneka-boneka mati di panggung nasib, yang tidak berdaya mengubah takdirnya sendiri. Walau demikian, manusia *nyata* ini hidup dalam dunia nyata, yang seperti ditulis oleh Marx dan Engels, tidak dapat dan tidak akan berdiri di luar masyarakat di mana mereka hidup. Secara sadar atau tidak, para aktor individual dalam panggung sejarah pada akhirnya akan mencerminkan kepentingan, pendapat, prasangka, moralitas dan aspirasi dari kelas atau kelompok tertentu dalam masyarakat. Hal ini sebenarnya tidak perlu dibuktikan lebih lanjut bahkan dari pembacaan sejarah yang paling remeh-temeh sekalipun.

Walaupun demikian, khayalan tentang "kehendak bebas" bertahan terus. Filsuf Jerman, Leibniz, menyatakan bahwa sebuah jarum magnetik, jika ia dapat berpikir, tentu akan berpendapat bahwa mereka menunjuk arah utara karena mereka menginginkan demikian. Di abad ke-20, Sigmund Freud menghancurkan sama sekali prasangka bahwa manusia memegang kendali sepenuhnya atas pikiran mereka sendiri. Gejala dalam *salah bicara Freudian* adalah satu contoh sempurna akan hubungan dialektik antara keharusan dan kebetulan. Freud memberi berbagai contoh tentang kesalahan dalam berbicara, "kelupaan", dan "kecelakaan-kecelakaan" lain, yang dalam banyak kasus, dipastikan mencerminkan satu proses psikologis yang lebih dalam. Mengutip Freud:

"Ketidakcukupan tertentu dalam kapasitas kejiwaan kita ... dan unjuk kerja tertentu yang tidak diniatkan sebelumnya terbukti memiliki motivasi yang kuat ketika dihadapkan pada penyelidikan psiko-analisa, dan ditentukan melalui kesadaran akan motif-motif yang tidak diketahui." [xxiv]

Satu tenet sentral dalam pendekatan Freud adalah bahwa tidak satupun perilaku manusia yang kebetulan. Kesalahan-kesalahan kecil dalam kehidupan sehari-hari, mimpi, dan gejala yang kelihatannya tak terjelaskan dari orang-orang yang sakit mental bukanlah sesuatu yang "kebetulan". Secara definisi, pikiran manusia tidaklah menyadari proses-proses yang terjadi di bawah sadarnya. Semakin dalam motivasi bawah sadar itu, dari sudut pandang psiko-analisis, semakin jelas bahwa seseorang *tidak* akan menyadari motivasi itu. Sejak awal Freud telah menyadari prinsip-prinsip umum bahwa proses-proses bawah sadar ini menyatakan diri mereka (dan dengan demikian dapat dipelajari) melalui petikan-petikan perilaku yang oleh pemikiran sadar dianggap sebagai kesalahan atau kecelakaan.

Mungkinkah kita mencapai kebebasan? Jika yang dimaksudkan dengan tindakan "bebas" adalah tindakan yang tidak ada sebabnya, atau tidak ada yang menentukannya, kita harus dengan terus terang menyatakan bahwa tindakan semacam itu tidak pernah ada, dan tidak akan pernah ada. "Kebebasan" khayal semacam itu adalah bagian dari filsafat metafisik. Hegel menjelaskan bahwa kebebasan sejati adalah pengakuan terhadap apa yang merupakan keharusan. Sampai tingkat di mana manusia memahami hukum-hukum yang mengatur alam dan masyarakat, mereka akan berada dalam posisi menguasai hukum-hukum ini dan dapat menggunakannya untuk keuntungan mereka sendiri. Basis material sejati di mana umat manusia dapat menjadi bebas telah ditegakkan oleh perkembangan industri, ilmu pengetahuan dan teknik. Dalam sistem masyarakat yang rasional - sistem di mana alat-alat produksi dirancang secara serasi dan dikendalikan dengan sadar - kita akan benar-benar dapat bicara tentang perkembangan umat manusia yang bebas. Mengutip Engels, inilah "lompatan umat manusia dari dunia keharusan menuju dunia kebebasan."

[i] I. Asimov, *New Guide to Science*, p. 375.

[ii] D. Bohm, *Casuality and Chance in Modern Physics*, pp. 86 dan 87.

[iii] T. Ferris, *The World Treasury of Physics, Astronomy, and Mathematics*, pp. 103 dan 106.

[iv] E. J. Lerner, *The Big Bang Never Happened*, pp. 362-3.

[v] Lenin, *Collected Works (LCW)*, Vol. 14, p. 55.

[vi] Ferris, op. cit., pp. 95-6.

- [vii] Spinoza, *Ethics*, p. 8.
- [viii] Dikutip dalam I. Stewart, *Does God Play Dice?*, pp.10-2.
- [ix] Engels, *The Dialectics of Nature*, pp. 289-90.
- [x] D. Bohm, op. cit., p. 20.
- [xi] J. Gleick, *Chaos, Making a New Science*, p. 124.
- [xii] Bohm, op. cit., pp. x dan xi.
- [xiii] Ibid., pp. 50-1.
- [xiv] Hoffmann, op. cit., p. 152.
- [xv] Bohm, op. cit., pp. 24 dan 4.
- [xvi] Hegel, *Philosophy of Right*, p. 10.
- [xvii] Marx-Engels, *Selected Works* (MESW), Vol. 3, pp. 338-9.
- [xviii] Marx-Engels, *Selected Correspondence* (MESC), *Marx to Kugelmann*, 17 April 1871, p. 264.
- [xix] Ibid., *Engels to Starkenburg*, 25 januari 1894, p. 467.
- [xx] Engels, *The Dialectics of Nature*, pp. 17 dan 304.
- [xxi] Engels, *Anti-Dühring*, p. 32.
- [xxii] Dikutip dalam Gleick, op. cit., pp. 251-2.
- [xxiii] Marx-Engels, *Collected Works* (MECW), Vol. 4, p. 93.
- [xxiv] Freud, *The Psychopathology of Everyday Life*, p. 193.

Teori Relativitas

Apa itu Waktu?

Sedikit saja ide yang telah merasuki kesadaran manusia sedalam ide tentang waktu. Ide tentang waktu dan ruang telah mengganggu pemikiran manusia selama ribuan tahun. Hal-hal ini sekilas nampak sederhana dan mudah dipahami, karena mereka sangat dekat dengan pengalaman sehari-hari. Segala hal hadir dalam ruang dan waktu, sehingga mereka nampak sebagai hal-hal yang akrab dengan kita. Walau demikian, apa yang akrab dengan kita tidaklah otomatis dipahami. Dengan penelitian yang lebih dekat, ruang dan waktu bukanlah hal yang mudah dipahami. Di abad ke-5, Santo Agustinus mengatakan: "Lalu, apakah waktu itu? Jika tidak ada yang bertanya, saya tahu apa waktu itu. Jika saya ingin menjelaskannya pada seseorang yang bertanya kepada saya, saya tidak tahu." Kamus juga tidak banyak bermanfaat. Waktu didefinisikan sebagai "satu periode", dan satu periode didefinisikan sebagai "waktu". Kita tidak tambah pintar, bung! Pada kenyataannya, hakikat waktu dan ruang adalah sebuah masalah filsafat yang cukup kompleks.

Manusia jelas membedakan antara yang lalu dan yang akan datang. Satu rasa tentang waktu, walau demikian, tidaklah unik milik manusia atau hewan. Berbagai organisme sering memiliki "jam internal", seperti tumbuhan, yang berputar ke satu sisi di kala siang, dan ke sisi yang lain di kala malam. Waktu adalah satu pernyataan objektif tentang keadaan material yang berubah. Hal ini ditunjukkan bahkan oleh cara kita ketika berbicara tentangnya. Sangat jamak kita bicara tentang waktu yang "mengalir". Pada kenyataannya, hanya materi yang berbentuk cairan yang mengalir. Waktu bukan sekedar hal yang subjektif. Ia adalah cara kita menyatakan satu proses aktual yang hadir dalam dunia fisik. Waktu hanyalah satu pernyataan akan fakta bahwa segala materi hadir dalam sebuah keadaan *yang terus berubah*. Adalah takdir dan keharusan bagi semua hal yang material untuk berubah menjadi hal yang lain daripada dirinya sendiri. "Segala hal yang ada layak untuk dihancurkan."

Satu rasa tentang irama mendasari segalanya: detak jantung manusia, irama dalam berbicara, pergerakan dari bintang-bintang dan planet-planet, pasang naik dan pasang surut, pergantian musim. Hal-hal ini terukir sangat dalam pada kesadaran manusia, bukan sebagai pencitraan yang acak, tapi sebagai gejala riil yang menyatakan satu kebenaran mendasar tentang alam raya. Di sini intuisi manusia tidaklah keliru. Waktu adalah cara untuk menyatakan perubahan dalam keadaan dan pergerakan yang merupakan ciri tak terpisahkan dari materi dalam

segala bentuknya. Dalam tata bahasa, kita memiliki *tenses: past tense, future tense* dan *present tense*. Penaklukan kolosal yang dilakukan nalar manusia memungkinkannya untuk membebaskan dirinya sendiri dari perbudakan waktu, untuk mengatasi situasi kongkrit dan menjadi "hadir" [*present*], bukan hanya di sini dan sekarang, tapi juga di masa lalu dan di masa datang, setidaknya di dalam pikiran.

Waktu dan gerak adalah dua konsep yang tidak terpisahkan. Keduanya hakiki bagi semua kehidupan dan semua pengetahuan di dunia, termasuk tiap perwujudan yang diambil oleh pikiran dan khayalan. Pengukuran, batu penjuror dari semua ilmu pengetahuan, akan mustahil tanpa ruang dan waktu. Musik dan tari didasarkan atas waktu. Seni sendiri mencoba mencapai satu rasa tentang waktu dan gerak, yang hadir bukan hanya diwakilkan oleh energi fisik tapi juga oleh disainnya. Warna, bentuk dan garis dari sebuah lukisan membimbing mata melintasi permukaan dalam irama dan tempo tertentu. Inilah yang menumbuhkan rasa, ide dan emosi tertentu pada kita setelah kita menikmati karya seni tersebut. Keabadian adalah kata yang sering digunakan untuk menggambarkan berbagai karya seni, tapi justru sebenarnya menyatakan persis kebalikan dari apa yang dimaksudkan. Kita tidak akan dapat merasakan ketiadaan waktu, karena waktu hadir dalam segala sesuatunya.

Ada satu perbedaan antara ruang dan waktu. Ruang dapat juga menyatakan perubahan, sebagaimana perubahan dalam posisi. Materi hadir dan bergerak melalui ruang. Tapi jumlah cara yang dapat dilalui oleh perubahan ini besar tak berhingga: maju, mundur, naik atau turun, dengan derajat apapun. Pergerakan dalam ruang juga dapat berlaku *kebalikannya*. Pergerakan dalam waktu *tidak dapat diputar balik*. Keduanya adalah dua cara yang berbeda (bahkan bertentangan) dalam menyatakan satu ciri yang hakiki dari materi - perubahan. Inilah satu-satunya Kemutlakan yang ada.

Ruang adalah "kembaran" materi, kalau kita pakai istilah Hegel, sementara ruang adalah proses di mana materi (dan energi, yang merupakan pernyataan lain materi) terus-menerus berubah menjadi hal yang lain daripada dirinya sendiri. Waktu - "api yang menelan kita semua" - biasanya dilihat sebagai suatu hal yang destruktif. Tapi sebenarnya waktu juga merupakan pernyataan dari proses permanen penciptaan diri sendiri [*self-creation*], di mana materi terus-menerus berubah menjadi bentuk-bentuk lain yang jenisnya tak berhingga. Proses ini dapat dilihat dengan cukup jelas dalam materi-materi yang anorganik, terutama di tingkat sub-atomik.

Pandangan tentang perubahan, seperti yang dinyatakan dalam berlalunya waktu, dengan dalam merasuki kesadaran manusia. Inilah basis dari semua unsur tragis dalam kesusastraan, perasaan sedih karena berlalunya kehidupan, yang mencapai bentuknya yang paling indah dalam soneta-soneta Shakespeare, seperti yang satu ini, yang dengan gemilang menggambarkan satu rasa akan pergerakan waktu yang penuh keresahan:

"Like as the waves make toward the pebbled shore,
So do our minute hasten to their end;
Each changing place with that which goes before,
In sequent toil all forward to contend."

["Laksana ombak yang melaju ke pantai berpasir,
demikianlah menit demi menit berpacu menuju kehancuran;
semuanya bertukar tempat dengan para pendahulu,
berturutan mereka menyeret diri ke dalam pertempuran"]

Kemustahilan kita untuk membalik waktu tidak hanya berlaku untuk mahluk-mahluk hidup. Bukan hanya manusia, tapi bintang-bintang dan galaksi juga dilahirkan dan mengalami kematian. Perubahan berlaku untuk segala hal, tapi bukan hanya dalam makna yang negatif. Berdampingan dengan kematian, hadirilah kehidupan, dan keteraturan lahir secara spontan dari kekacauan. Tanpa kematian, kehidupan itu sendiri tidaklah akan dimungkinkan. Tiap orang bukan hanya sadar akan dirinya sendiri, tapi juga akan negasi dari diri mereka, dari batasan terhadap diri mereka sendiri. Kita dari alam dan akan kembali ke alam.

Mahluk-mahluk fana memahami bahwa sebagai mahluk fana mereka akan menemui kematian di ujung jalan yang mereka tempuh. Sebagaimana kitab Ayub mengingatkan kita: "Manusia yang lahir dari perempuan, singkat umurnya dan penuh kegelisahan."^[i] Hewan tidaklah gentar akan kematian dengan cara yang sama dengan kita karena mereka tidak memahaminya seperti kita. Umat manusia telah berupaya meloloskan diri dari takdir mereka dengan mendirikan perkumpulan-perkumpulan istimewa yang menjanjikan satu kehidupan khayal setelah kematian. Ide tentang hidup abadi hadir dalam hampir tiap agama melalui bentuk yang satu atau yang lain. Inilah kekuatan penggerak di balik satu kehausan egoistis bagi suatu keabadian khayal dalam Surga yang tak kelihatan, yang diangankan akan menjadi penghiburan bagi "Lembah Kedukaan" yang ada di bumi yang penuh dosa ini. Maka, selama berabad-abad, manusia telah diajari untuk menyerah pasrah pada penderitaan dan kerasnya hidup di dunia karena mengharapkan satu hidup yang penuh kebahagiaan - setelah mereka mati.

Bahwa setiap *individu* harus meninggalkan dunia ini, itu semua orang tahu. Di masa datang, usia hidup manusia akan diperpanjang jauh melampaui harapan hidup "alamiah"-nya; walau demikian, kematian itu pasti akan datang. Tapi, apa yang terjadi pada individu tidak harus terjadi pada spesies. Kita terus hidup melalui anak-anak kita, melalui ingatan kawan-kawan kita dan melalui sumbangan yang kita buat untuk perbaikan nasib umat manusia. Inilah satu-satunya keabadian yang harus kita kejar. Bergenerasi umat manusia akan datang dan pergi, tapi akan selalu digantikan oleh generasi yang baru, yang akan mengembangkan dan memperkaya cakupan aktivitas dan pengetahuan umat manusia. Pencarian sejati bagi keabadian diwujudkan dalam proses tanpa henti atas perkembangan dan penyempurnaan manusia, karena umat manusia akan terus memperbaharui diri dalam tingkatan yang semakin lama semakin tinggi. Tujuan tertinggi yang dapat kita tetapkan bagi diri kita sendiri, dengan demikian, bukanlah satu firdaus khayal nun jauh di atas sana, tapi untuk berjuang meraih kondisi sosial riil yang akan memungkinkan pembangunan firdaus di bawah sini, di dunia ini.

Sejak pengalaman kita yang paling awal, kita telah mencapai pemahaman tentang pentingnya waktu. Sehingga sangatlah mengejutkan bahwa masih ada orang yang beranggapan bahwa waktu adalah suatu khayalan, satu ciptaan pikiran belaka. Ide ini telah bertahan bahkan sampai saat ini. Pada kenyataannya, ide bahwa waktu dan perubahan adalah sekedar khayalan bukanlah sesuatu yang baru. Ia hadir dalam agama-agama kuno seperti Buddhisme, dan juga dalam filsafat idealis seperti Phytagoras, Plato, dan Potinus. Aspirasi dari Buddhisme adalah untuk mencapai *nirwana*, satu keadaan di mana waktu berhenti berputar. Heraclitus, bapak dialektika, memahami dengan tepat hakikat waktu dan perubahan, ketika ia menulis bahwa "segalanya adalah dirinya sendiri sekaligus bukan dirinya sendiri, karena segalanya selalu berada dalam fluktuasi" dan "kita melangkah dan juga sekaligus tidak melangkah dalam arus yang sama, kita adalah diri kita sendiri dan sekaligus bukan."

Ide tentang perubahan sebagai sesuatu yang siklik adalah hasil dari masyarakat pertanian yang sangat bergantung pada perubahan cuaca. Cara hidup statis yang berakar dalam cara produksi masyarakat-masyarakat terdahulu menemukan perwujudannya dalam filsafat-filsafat yang statis. Gereja Katolik tidak sanggup mencerna kosmologi ala Copernicus dan Galileo karena itu adalah sebuah tantangan bagi pandangan mereka terhadap dunia dan masyarakat. Hanya dalam masyarakat kapitalislah perkembangan industri berlangsung sedemikian rupa sehingga sanggup menggerus irama masyarakat pedesaan yang kuno dan lambat

itu. Bukan hanya perbedaan dalam iklim kini diabaikan dalam produksi, tapi bahkan perbedaan siang dan malam, karena mesin-mesin bekerja 24 jam sehari, tujuh hari seminggu, 52 minggu per tahun, di bawah sorotan sinar buatan manusia. Kapitalisme telah merevolusionerkan pikiran manusia. Walau demikian, kemajuan pikiran itu terbukti jauh lebih lambat dari kemajuan industri. Konservatisme pikiran ditunjukkan dalam upaya yang terus muncul untuk terus mempertahankan ide-ide lama, ketidakpastian kuno yang seharusnya sudah dikubur sejak lama dan, akhirnya, pada harapan yang telah bertahan melewati berbagai jaman akan satu kehidupan setelah kematian.

Ide bahwa jagad ini harus memiliki awal dan akhir telah dibangkitkan kembali pada dasawarsa mutakhir ini oleh teori kosmologi mengenai Ledakan Besar [*"the Big Bang"*]. Teori ini niscaya yang melibatkan satu makhluk supernatural yang menciptakan dunia dari ketiadaan menurut satu rencana yang tak dapat kita pahami, dan memeliharanya selama Ia menganggapnya perlu. Kosmologi religius kuno dari Musa, Yesaya, Tertullian dan *Timaeus*-nya Plato, dengan menakjubkan bangkit kembali dalam tulisan-tulisan dari beberapa kosmologis dan fisikawan teoritik modern. Tidak ada sesuatupun yang baru dalam hal ini. Tiap sistem sosial yang memasuki tahap kemunduran yang tak dapat dihentikan lagi selalu mengajukan gambaran bahwa dirinya adalah akhir dari segala jaman, akhir dari dunia atau, lebih baik lagi, akhir dari jagad raya. Walau demikian, jagad raya ini masih terus berputar, tanpa mempedulikan takdir yang menimpa formasi sosial yang fana di dunia ini. Umat manusia terus hidup, berjuang dan, sekalipun terjadi kemunduran-kemunduran, terus berkembang dan maju. Sehingga satu masa akan menyiapkan masa yang lebih maju dan lebih tinggi dari yang sebelumnya. Dan, secara prinsip, tidak ada batasan untuk hal ini.

Waktu dan Filsafat

Orang-orang Yunani kuno sebenarnya memiliki pemahaman yang jauh lebih dalam mengenai makna waktu, ruang dan gerak dari orang-orang modern. Bukan hanya dalam filsafat Heraclitus, ahli dialektika yang paling besar dari Jaman Kuno, tapi para filsuf Eleatic (Parmenides, Zeno) pun telah sampai pada satu pemahaman yang sangat ilmiah tentang gejala ini. Para atomis Yunani telah memajukan satu gambaran akan sebuah jagad raya yang tidak memerlukan seorang Pencipta, tanpa awal dan tanpa akhir. Ruang dan materi biasanya dilihat sebagai dua hal yang bertentangan, seperti yang dinyatakan dalam ide "kosong" dan "penuh". Dalam prakteknya, yang satu tidak dapat hadir tanpa kehadiran yang lain. Mereka saling menyaratkan, saling menentukan, saling membatasi dan saling mendefinisikan. Kesatuan ruang dan materi adalah kesatuan dari hal-hal

bertentangan yang paling mendasar. Hal ini telah dipahami oleh para atomis Yunani yang menggambarkan alam raya sebagai tersusun dari hanya dua hal - "atom" dan "kehampaan". Pada hakikatnya, pandangan tentang jagad ini adalah tepat.

Relativisme telah seringkali didapati dalam sejarah filsafat. Para sophis memandang bahwa "manusia adalah tongkat pengukur bagi segala sesuatu". Mereka adalah para relativis yang terbaik yang pernah ada. Dengan menyangkal adanya kebenaran yang absolut, mereka cenderung pada satu subjektivisme yang ekstrim. Pada masa kini para sophis memiliki reputasi yang buruk, tapi pada kenyataannya mereka adalah satu langkah maju pada jamannya untuk sejarah filsafat. Walau di dalamnya terdapat banyak penipu, mereka juga memiliki sejumlah ahli dialektik yang berbakat seperti Protagoras. Sophisme dialektik didasarkan pada ide yang tepat bahwa *kebenaran memiliki banyak segi*. Satu hal dapat dibuktikan memiliki banyak hakikat. Sangat perlu untuk memiliki kemampuan untuk melihat satu gejala tertentu dari segala seginya. Bagi para pemikir yang tidak dialektik, dunia ini adalah tempat yang sangat bersahaja. Tiap "hal" menikmati satu kesendirian dalam waktu dan ruang. Ia ada di hadapan saya "kini" dan "di sini". Walau demikian, penelitian yang lebih dekat akan menunjukkan bahwa kata-kata yang demikian bersahaja dan akrab ini ternyata adalah hasil dari satu abstraksi yang sepihak.

Artistoteles, seperti di banyak bidang lainnya, mengurus juga ruang, waktu dan gerak dengan keperkasaan dan kemendasaran yang besar. Ia menulis bahwa hanya ada dua hal yang tidak mungkin dimusnahkan: waktu dan perubahan, yang dengan tepat dianggapnya sebagai *sama dan sebangun*:

"Walaupun demikian mustahillah kita menciptakan atau memusnahkan gerak; ia pasti telah hadir sepanjang segala masa. Demikian pula dengan waktu, yang tidak dapat dimulai dan tidak dapat dihentikan; karena tidak mungkin ada "sebelum" dan "sesudah" di mana waktu tidak hadir. Gerak, dengan demikian, juga kontinyu dalam makna yang serupa dengan waktu, karena waktu adalah salah satu: sama dengan gerak, atau merupakan salah satu dari hakikat gerak itu sendiri; sehingga gerak harus terus berlanjut seperti mengalirnya waktu, dan jika demikian ia harus bersifat lokal dan sirkular." Di bagian lain ia menulis bahwa "Gerak tidak dapat lahir dan tidak dapat mati: demikian pula waktu tidak dapat lahir, atau mati."^[ii] Betapa jauh lebih bijaksananya para filsuf dari Jaman Kuno dibandingkan mereka yang kini menulis tentang "awal waktu", bahkan tanpa sambil tersenyum!

Filsuf idealis Jerman, Emmanuel Kant, adalah orang yang, setelah Aristoteles, menyelidiki masalah hakikat waktu dan ruang dengan paling penuh, sekalipun penyelesaian yang dibuatnya akhirnya tidak memuaskan. Setiap hal material adalah tersusun dari berbagai hakikat. Jika kita ambil semua hakikat-hakikat kongkrit ini, kita akan menemui dua abstraksi yang tersisa: waktu dan ruang. Ide tentang waktu dan ruang sebagai mahluk metafisik yang benar ada diberi basis filsafat oleh Kant, yang mengklaim bahwa ruang dan waktu adalah "gejala riil", tapi yang tidak dapat dipahami "dalam dirinya sendiri".

Waktu dan ruang adalah ciri dari materi, dan tidak dapat dipahami terpisah dari materi. Dalam bukunya *The Critique of Pure Reason*, Kant mengklaim bahwa ruang dan waktu bukan satu konsep objektif yang ditarik dari pengamatan terhadap dunia nyata, tapi sesuatu yang dilahirkan oleh pemikiran manusia. Faktanya, semua konsepsi geometri diturunkan dari pengamatan atas objek-objek material. Salah satu pencapaian teori relativitas umum Einstein persis adalah pengembangan geometri sebagai ilmu yang empirik, aksioma yang dipahami melalui pengukuran aktual, dan yang berbeda dari aksioma geometri Euclides yang klasik, yang dianggap (secara keliru) sebagai murni hasil dari pemikiran, dideduksi semata dari logika.

Kant berusaha membenarkan klaimnya dalam bagian terkenal dari *The Critique of Pure Reason* yang disebut *Antinomies*, yang menangani gejala-gejala kontradiktif di dunia nyata, termasuk ruang dan waktu. Keempat antinomi (kosmologis) pertama Kant menangani masalah ini. Kant mendapat berkah sehingga dapat mengungkap keberadaan kontradiksi-kontradiksi semacam ini, tapi penjelasannya sangatlah tidak lengkap. Tugas untuk menyelesaikan kontradiksi itu jatuh pada Hegel, ahli dialektika besar itu, dalam bukunya *The Science of Logic*.

Sepanjang abad ke-18, ilmu pengetahuan didominasi oleh teori mekanika klasik, dan satu orang menerakan stempelnya pada seluruh epos. Penyair Alexander Pope menyimpulkan seluruh pemujaan dari para rekan sejawan Newton dalam bait-baitnya:

"Nature and Nature's law lay hid in night:

God said 'Let Newton be!' and all was light."

["Alam dan seluruh hukumnya tersembunyi di kegelapan:

Tuhan bersabda 'Baiklah Kita ciptakan Newton' dan jadilah siang."]

Newton memandang waktu sebagai sesuatu yang mengalir dalam garis lurus ke manapun. Bahkan jika di situ tidak terdapat materi, akan tetap ada satu kerangka tetap dari ruang dan waktu yang terus mengalir "melalui"-nya. Kerangka ruang

Newton yang mutlak itu dianggap dipenuhi oleh satu zat hipotetik yang disebut "ether" yang merupakan medium di mana cahaya mengalir. Newton berpendapat bahwa waktu adalah seperti satu "kaleng" raksasa di mana segala sesuatu ada dan berubah. Dalam ide ini, waktu dipandang sebagai sesuatu yang memiliki keberadaan terpisah dari alam raya. Waktu akan tetap ada sekalipun alam raya ini telah musnah. Ini adalah ciri dari metode mekanik (dan idealis) di mana waktu, ruang, materi dan gerak dipandang sebagai hal yang mutlak terpisah. Pada kenyataannya, mustahil untuk memisahkan mereka.

Fisika Newton dikondisikan oleh mekanika yang di abad ke-18 merupakan ilmu pengetahuan yang paling maju. Pandangan ini juga dianut oleh kelas penguasa yang baru karena ia menyajikan pandangan atas alam raya yang pada hakikatnya statis, abadi dan tidak berubah, di mana semua kontradiksi diabaikan - tanpa lompatan mendadak, tanpa revolusi, tapi sebuah keserasian sempurna, di mana segala sesuatu cepat atau lambat kembali menuju titik keseimbangan, seperti halnya parlemen Inggris mencapai satu keseimbangan yang memuaskan dengan monarki di bawah William dari Orange. Abad ke-20 telah meruntuhkan tanpa ampun pandangan atas dunia yang seperti ini. Satu demi satu, mekanisme kuno yang kaku dan statis itu telah digeser dan digantikan. Ilmu pengetahuan modern dicirikan oleh satu perubahan tanpa henti, kecepatan yang luar biasa, kontradiksi dan paradoks di segala tingkatannya.

Newton membedakan antara waktu mutlak dan "relatif, kasat mata dan jamak", seperti yang nampak pada jam yang ada di dunia. Ia mengajukan satu pandangan tentang "*waktu mutlak*", satu skala waktu ideal yang akan menyederhanakan hukum-hukum mekanika. Abstraksi tentang waktu dan ruang ini terbukti merupakan ide yang dahsyat yang telah memajukan pemahaman kita akan alam raya secara luar biasa. Maka ide-ide ini kemudian lama dianggap sebagai hal yang mutlak. Namun, setelah pengamatan yang lebih teliti, "kebenaran mutlak" dari mekanika klasik Newton terbukti adalah - *relatif*. Mekanika Newton hanya benar *di dalam batas-batas tertentu*.

Newton dan Hegel

Teori mekanistik yang mendominasi ilmu pengetahuan selama dua abad setelah Newton pertama kali mendapatkan tantangan serius dari bidang biologi oleh penemuan revolusioner Charles Darwin. Teori evolusi Darwin menunjukkan bahwa kehidupan dapat muncul dan berkembang tanpa campur-tangan ilahi, berdasarkan hukum-hukum alam, pada akhir abad ke-19, ide tentang "panah waktu" dikemukakan oleh Ludwig Boltzmann dalam Hukum Kedua Termodinamika. Penggambaran yang mengejutkan ini tidak lagi menyajikan

waktu sebagai satu siklus yang tak terputus, melainkan bahwa waktu adalah laksana *panah* yang meluncur ke satu arah tunggal. Teori-teori ini mengasumsikan bahwa waktu adalah riil dan bahwa alam raya sendiri adalah satu proses perubahan yang kontinyu, seperti yang telah dilihat oleh Heraclitus tua beribu tahun yang lalu.

Hampir setengah abad sebelum karya Darwin yang menandai datangnya epos baru itu, Hegel telah mengantisipasi bukan hanya karya itu, tapi banyak penemuan lain dari ilmu pengetahuan modern. Dengan berani ia menantang asumsi-asumsi dari mekanika Newton yang masa itu masih berjaya. Ia mengajukan satu pandangan yang dinamik atas dunia, yang berdasarkan proses dan *perubahan melalui kontradiksi*. Antisipasi yang gemilang dari Heraclitus diubah oleh Hegel menjadi satu sistem berpikir dialektik yang lengkap dan menyeluruh. Tidak ada keraguan bahwa, kalau Hegel lebih serius, proses ilmu pengetahuan akan berjalan lebih cepat dari apa yang telah ditempuhnya sekarang.

Kebesaran Einstein terletak pada kemampuannya keluar dari abstraksi-abstraksi ini dan mengungkapkan watak relatifnya. Aspek relatif dari waktu bukanlah sesuatu yang baru. Hal itu telah ditelaah secara menyeluruh oleh Hegel. Dalam karya awalnya *The Phenomenology of Mind*, ia menjelaskan hakikat kerelatifan dari kata-kata "di sini" dan "sekarang". Ide-ide ini, yang kelihatannya cukup sederhana dan lurus-lurus saja, ternyata sangatlah kompleks dan kontradiktif. "Terhadap pertanyaan, Apa itu Sekarang?, kami menjawab, misalnya, Sekarang adalah waktu-malam. Untuk menguji kebenaran dari kepastian makna ini, kita hanya memerlukan satu percobaan sederhana saja: tuliskan kebenaran itu. Satu kebenaran tidak dapat kehilangan apapun hanya karena dituliskan, dan sama tetapnya jika kita memelihara dan menjaganya. Jika kita melihat lagi kebenaran yang telah kita tuliskan, lihatlahsekarang, pada waktu-siang, kita akan melihat bahwa kebenaran itu telah basi dan ketinggalan jaman."^[iii]

Sangat mudah untuk mengabaikan Hegel (atau juga Engels) karena tulisan mereka tentang ilmu pengetahuan pasti terbatas oleh keadaan aktual ilmu pengetahuan pada masa mereka. Apa yang mengagumkan sebenarnya adalah betapa majunya sebenarnya pandangan Hegel atas ilmu pengetahuan. Dalam buku mereka *Order out of Chaos*, Prigogine dan Stengers menunjukkan bahwa Hegel menolak metode mekanistik dari fisika Newtonian, pada waktu di mana ide-ide Newton disakralkan secara universal:

"Filsafat alam Hegelian secara sistematis mencakup segala yang ditolak oleh pandangan Newton. Secara khusus, ia bersandar pada perbedaan kualitatif

antara perilaku sederhana yang digambarkan oleh mekanika dan perilaku dari makhluk-mahluk yang lebih kompleks seperti makhluk hidup. Ia menolak kemungkinan mereduksi tingkatan-tingkatan itu, menolak ide bahwa perbedaan hanya pada penampakkannya dan bahwa alam pada hakikatnya pada dasarnya homogen dan sederhana. Ia membenarkan keberadaan satu hirarki, tiap tingkatan mengandaikan adanya satu tingkatan di bawahnya."**[iv]**

Hegel menulis dengan tajam tentang apa yang dianggap sebagai kebenaran-kebenaran mutlak oleh mekanika Newton. Ia adalah orang pertama yang menempatkan pendekatan mekanistik dari abad ke-18 pada kritisisme yang menyeluruh, sekalipun keterbatasan ilmu pengetahuan pada masanya tidak memungkinkannya mengajukan satu alternatif yang rapi. Bagi Hegel, segala yang fana *termediasi*, yaitu relatif terhadap sesuatu yang lain. Lebih jauh lagi, hubungan ini bukanlah satu hubungan berseberangan [*juxtaposition*] yang formal, tapi sebuah proses yang hidup: segala sesuatu adalah *terbatas, terkondisi dan ditentukan oleh hal yang lain*. Dengan demikian, sebab dan akibat hanya berlaku dalam hubungannya dengan hubungan-hubungan yang terisolasi (seperti yang kita temukan dalam mekanika klasik), tapi jika kita memandang segala hal sebagai proses, di mana segala sesuatu adalah hasil *darikesalingterhubungan dan interaksi yang universal*.

Waktu adalah bentuk keberadaan materi. Matematika dan logika formal tidak dapat menangani waktu dengan baik, melainkan memperlakukannya sebagai sekedar *sebuah hubungan kuantitatif*. Kini tidak ada keraguan lagi tentang makna penting hubungan kuantitatif demi pemahaman terhadap realitas, karena tiap hal fana dapat didekati dari sudut pandang kuantitatif. Tanpa satu pemahaman akan hubungan kuantitatif, ilmu pengetahuan mustahil lahir. Tapi, di dalam dan dari dirinya sendiri, hubungan-hubungan ini tidaklah cukup untuk menyatakan kompleksitas kehidupan dan pergerakan, proses perubahan tanpa henti di mana perkembangan yang bertahap dan halus tiba-tiba menimbulkan perubahan yang penuh kekacauan.

Hubungan yang murni kuantitatif, mengutip istilah Hegel, menghadirkan proses alam "hanya dalam bentuk yang lumpuh dan terantai".**[v]** Jagad raya ini adalah satu keseluruhan yang tanpa batas, dan mengerakkan dirinya sendiri, yang menghidupi dirinya sendiri dan mengandung kehidupan di dalam rahimnya. Gerak adalah sebuah gejala yang kontradiktif, yang mengandung baik yang positif maupun yang negatif. Ini adalah satu dari proposisi paling mendasar dari dialektika, yang lebih dekat pada kenyataan hakikat alam daripada aksioma-aksioma matematika.

Hanya geometri klasik yang memungkinkan satu pandangan akan ruang yang seluruhnya kosong. Lagi-lagi ini adalah abstraksi matematik, yang memainkan satu peran penting, tapi hanya dapat menggambarkan realitas secara pendekatan saja. Geometri pada hakikatnya *membandingkan berbagai besaran spasial*. Berlawanan dengan apa yang dipercayai Kant, abstraksi matematika bukanlah sesuatu yang "a priori" dan lahir dari dirinya sendiri, tapi diturunkan dari pengamatan akan dunia material. Hegel menunjukkan bahwa orang-orang Yunani telah memahami keterbatasan dari penggambaran alam yang murni kuantitatif, dan berkomentar:

"Berapa jauh mereka telah maju dalam pemikiran daripada mereka yang pada masa kita - ketika beberapa dari kita menempatkan angka-angka dan determinasi angka-angka (seperti pangkat) sebagai ganti determinasi pikiran, di sisi hal-hal yang besar tak terhingga dan yang kecil tak terhingga, seperti angka satu yang dibagi tak berhingga, dan lain-lain determinasi macam itu, yang seringkali merupakan satu formalisme matematik yang salah kaprah - memilih kembali pada watak kekanakan yang impoten ini daripada menerima sesuatu yang berharga dan bahkan sesuatu yang menyeluruh dan mendasar seperti itu."**[vi]**

Kalimat-kalimat ini lebih tepat di masa kini daripada di masa ketika mereka dituliskan. Sangat mencengangkan ketika beberapa kosmologis dan ahli matematik membuat klaim yang sangat absurd mengenai hakikat alam raya tanpa upaya sedikitpun untuk membuktikannya melalui fakta-fakta yang dapat diamati, lalu menyandarkan diri pada keindahan dan kesederhanaan persamaan matematik yang mereka ciptakan sebagai pemegang keputusan tertinggi. Pemujaan terhadap matematika lebih besar di masa kini ketimbang di masa apapun setelah masa Pythagoras, yang berpendapat bahwa "segala hal adalah Angka". Dan, seperti halnya Pythagoras, terdapat pula satu nuansa mistis di dalamnya. Matematika menyingkirkan segala determinasi *kualitatif* kecuali *angka*. Ia mengabaikan hakikat isi, dan menerapkan hukum-hukum internalnya pada segala hal. Tidak satupun dari abstraksi-abstraksi ini memiliki keberadaan yang nyata. Hanya dunia material yang nyata ada. Fakta ini sudah terlalu sering terabaikan, dengan hasil yang benar-benar merusak.

Relativitas

Tak diragukan lagi, Albert Einstein adalah salah satu dari jenius terbesar sepanjang jaman. Antara ulang tahunnya yang ke-21 dan ke-28 ia telah menyelesaikan satu revolusi dalam ilmu pengetahuan, dengan akibat-akibat yang mendasar di banyak tingkatan. Dua terobosan besar itu adalah Teori Relativitas

Khusus (1905) dan Teori Relativitas Umum (1915). Relativitas khusus menangani kecepatan tinggi, relativitas umum menangani gravitasi.

Sekalipun sangat bersifat abstrak, teori-teori Einstein pada akhirnya diturunkan dari percobaan-percobaan, dan telah mendapat penerapan praktis yang membuktikan ketepatannya berkali-kali. Einstein berangkat dari percobaan Michelson-Morley yang terkenal itu, "percobaan negatif yang terbesar sepanjang sejarah ilmu pengetahuan" (Bernal), yang mengungkapkan kontradiksi internal yang terkandung dalam fisika a la abad ke-19. Percobaan ini mencoba menggeneralisasi teori elektromagnetis cahaya dengan menunjukkan bahwa kecepatan cahaya yang terukur seharusnya tergantung dari kecepatan dari pengamat yang bergerak melalui "ether" yang diam. Pada akhirnya, tidak ada satu perbedaanpun ditemukan dalam kecepatan cahaya, bagaimanapun pengukuran dilakukan, bagaimana dan ke mana pun sang pengamat bergerak.

J. J. Thomson kemudian menunjukkan bahwa kecepatan elektron dalam medan listrik tegangan tinggi lebih rendah daripada yang telah diramalkan oleh fisika Newtonian klasik. Kontradiksi dalam fisika abad ke-19 ini dipecahkan oleh teori relativitas khusus. Teori fisika yang lama tidak mampu menjelaskan gejala-gejala radioaktivitas. Einstein menjelaskan hal ini sebagai satu pelepasan sebagian kecil dari satu kumpulan energi raksasa yang terjebak dalam suatu materi yang "diam". Di tahun 1905, Einstein mengembangkan teori relativitas khususnya di waktu luang yang dimilikinya, sambil bekerja sebagai juru tulis pada sebuah kantor paten Swiss. Berangkat dari penemuan-penemuan dari mekanika kuantum, yang waktu itu masih baru, ia menunjukkan bahwa cahaya melintasi ruang dalam bentuk kuantum (sebagai berkas-berkas energi). Hal ini jelas bertentangan dengan teori yang sebelumnya diterima orang bahwa cahaya adalah gelombang. Pada hakikatnya, Einstein menghidupkan kembali teori yang lama, tapi dengan cara yang sama sekali berbeda. Di sini cahaya diperlihatkan sebagai satu jenis partikel baru, dengan watak yang kontradiktif, yang sekaligus menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang. Teori yang mengejutkan ini memungkinkan orang mempertahankan penemuan-penemuan besar abad ke-19 di bidang optika, termasuk spektroskop dan persamaan Maxwell. Tapi teori ini justru memasung mati ide bahwa cahaya membutuhkan satu kendaraan khusus untuk berjalan melintasi ruang, apa yang disebut sebagai "ether".

Teori relativitas khusus berangkat dari asumsi bahwa kecepatan cahaya dalam ruang hampa akan selalu terukur pada nilai yang sama, tidak tergantung dari kecepatan sumber cahaya relatif terhadap kecepatan pengamat. Dari sini disimpulkan bahwa kecepatan cahaya adalah batas kecepatan bagi segala sesuatu

di jagad ini. Sebagai tambahan, relativitas khusus menyatakan bahwa massa dan energi pada kenyataannya adalah setara. Hal ini adalah pembenaran yang mengejutkan atas postulat filsafati yang mendasar dari materialisme dialektik - tak terpisahkannya materi dan energi, ide bahwa gerak ("energi") adalah cara mengada (*mode of existence*) dari materi.

Penemuan Einstein akan hukum kesetaraan massa dan energi dinyatakan dalam persamaannya yang terkenal $E = mc^2$, yang menyatakan energi raksasa yang terkunci di dalam atom. Inilah sumber dari segala pemusatan energi di jagad. Simbol e mewakili energi (dalam satuan erg), m untuk massa (dalam gram) dan c adalah kecepatan cahaya (dalam cm/detik). Nilai aktual dari c^2 adalah 900 milyar milyar. Ini sama dengan menyatakan bahwa satu gram energi yang terkunci dalam materi akan menghasilkan jumlah yang menggentarkan hati, 900 milyar milyar erg. Untuk memberi contoh kongkrit akan hal ini, energi yang terkandung dalam satu gram materi adalah setara dengan energi yang dihasilkan dengan membakar bensin seberat 2.000 ton.

Energi dan massa bukan hanya "dapat saling dipertukarkan", seperti dolar dipertukarkan dengan Mark Jerman. Keduanya adalah hakikat yang satu dan sama, yang digambarkan Einstein sebagai "massa-energi". Ide ini melangkah jauh lebih dalam dan lebih tepat ketimbang konsep mekanika lama di mana, misalnya, gesekan diubah menjadi panas. Di sini, materi hanyalah satu bentuk tertentu dari energi yang "dibekukan", sementara berbagai bentuk lain energi, termasuk cahaya, memiliki massa tertentu yang diasosiasikan padanya. Untuk alasan ini, akan sangat keliru jika kita mengatakan bahwa materi "lenyap" ketika ia berubah menjadi energi.

Hukum Einstein menggantikan hukum lama tentang kekekalan massa, yang dikerjakan oleh Lavoisier, yang menyatakan bahwa materi, yang dipahami sebagai massa, tidak akan dapat diciptakan atau dihancurkan. Pada kenyataannya, tiap reaksi kimia yang melepaskan energi mengubah sejumlah kecil massa menjadi energi. Hal ini tidak dapat diukur dengan jenis reaksi kimia yang dikenal di abad ke-19, seperti pembakaran batu bara. Tapi reaksi nuklir melepaskan energi yang cukup besar sehingga jumlah massa yang hilang dapat terukur. Segala materi, bahkan yang berada dalam keadaan "diam", mengandung sejumlah energi yang mengagumkan. Walau demikian, karena hal ini tidak dapat diamati, hal ini tidak dapat dipahami sampai datang masanya Einstein memaparkan itu semua.

Einstein sama sekali tidak menggulingkan materialisme. Teori Einstein justru mendirikan kembali materialisme dengan basis yang lebih kokoh. Sebagai ganti

teori mekanistik lama tentang "kekekalan massa", kita kini memiliki hukum-hukum yang jauh lebih ilmiah dan umum tentang *kekekalan massa-energi*, yang menggambarkan hukum pertama termodinamika dalam sebuah bentuk yang umum dan tak tergoyahkan. Massa sama sekali tidak "hilang", melainkan diubah menjadi energi. Jumlah total massa-energi akan tetap sama. Tidak satupun partikel materi yang dapat diciptakan atau dihancurkan. Ide kedua adalah sifat membatasi yang dikandung oleh kecepatan cahaya: penilaian bahwa tidak satupun partikel yang dapat melaju dengan kecepatan di atas kecepatan cahaya, karena sejalan dengan semakin dekatnya ia pada kecepatan kritis ini, massanya akan semakin dekat pada titik tak berhingga, sehingga ia akan semakin lama semakin sulit untuk melaju lebih cepat lagi. Ide ini nampaknya abstrak dan sulit dipahami. Ia menantang segala asumsi dari "nalar sehat". Hubungan antara "nalar sehat" dan ilmu pengetahuan telah diringkaskan oleh ilmuwan Sovyet Profesor L. D. Landau dalam baris-baris berikut:

"Apa yang disebut nalar sehat tidak mewakili apapun kecuali satu generalisasi sederhana dari pandangan-pandangan dan kebiasaan yang telah tumbuh dalam kehidupan kita sehari-hari. Ia hanya memiliki tingkat pemahaman yang terbatas, mencerminkan satu tingkat percobaan tertentu." Dan ia menambahkan: "Ilmu pengetahuan tidak gentar untuk berbenturan dengan apa yang disebut nalar sehat. Ia hanya gentar akan ketidakcocokan antara ide-ide yang ada dengan fakta-fakta percobaan baru dan jika ketidakcocokan itu terjadi ilmu pengetahuan akan tanpa ampun menghancurkan ide yang tadinya ia bangun dan meningkatkan pengetahuan kita pada tingkat yang lebih tinggi."**[vii]**

Bagaimana mungkin satu objek yang bergerak meningkatkan massanya? Pandangan semacam ini jelas bertentangan dengan pengalaman kita sehari-hari. Sebuah topi yang diputar tidak terlihat menambah massanya ketika ia berputar. Nyatanya, massanya bertambah, tapi pertambahan itu demikian kecilnya sehingga dapat diabaikan secara praktis. Efek relativitas khusus tidak dapat diamati pada tingkat gejala yang terjadi sehari-hari. Walau demikian, di bawah kondisi-kondisi yang ekstrim, misalnya, pada kecepatan yang demikian tinggi mendekati kecepatan cahaya, efek relativitas mulai memainkan perannya.

Einstein meramalkan bahwa massa dari benda bergerak akan bertambah pada tingkat kecepatan yang sangat tinggi. Hukum ini dapat diabaikan ketika kita berurusan dengan kecepatan normal. Walau demikian, partikel-partikel sub-atomik bergerak pada kecepatan hampir 10.000 mil per detik (± 16.000 km/detik), dan pada kecepatan semacam itu efek-efek relativitas muncul. Penemuan mekanika kuantum menunjukkan ketepatan dari teori relativitas

khusus ini, bukan hanya secara kualitatif tapi juga secara kuantitatif. Sebuah elektron mendapat tambahan massa sebesar $3 \frac{1}{6}$ kali massa-diamnya ketika ia bergerak pada kecepatan sebesar $\frac{9}{10}$ kecepatan cahaya; tepat seperti yang diramalkan oleh teori Einstein. Sejak itu, relativitas khusus telah diuji berulang kali, dan sejauh ini ia selalu memberi hasil seperti yang diramalkan. Elektron yang muncul dari satu akselerator partikel yang kuat meluncur dengan massa 40.000 kali lebih berat dari massa-diamnya, massa tambahan itu merupakan satu bentuk lain dari energi gerak.

Pada kecepatan yang jauh lebih tinggi, penambahan dalam massa menjadi teramati. Dan fisika modern berurusan persis dengan kecepatan tinggi ini, seperti kecepatan partikel-partikel sub-atomik, yang mendekati kecepatan cahaya. Di sini, hukum-hukum mekanika klasik, yang cukup untuk menjelaskan gejala-gejala sehari-hari, tidak dapat diterapkan. Bagi nalar sehat, massa sebuah objek tidak akan berubah. Dengan demikian, satu topi yang berputar akan memiliki berat yang sama dengan topi yang diam. Dengan cara ini diturunkan satu hukum yang menyatakan bahwa massa adalah konstan, tidak tergantung dari kecepatannya.

Kemudian, hukum ini ternyata keliru. Ditemukan bahwa massa bertambah sejalan dengan bertambahnya kecepatan. Walau demikian, karena pertambahan itu baru nampak jelas ketika mendekati kecepatan cahaya, kita dapat menganggapnya sebagai konstan. Hukum yang tepat akan berbunyi: "Jika sebuah objek bergerak dengan kecepatan kurang dari 100 mil per detik [± 160 km/detik], massa dapat dikatakan konsisten, dengan kemungkinan penyimpangan seper sejuta bagian." Untuk keperluan sehari-hari, kita dapat menganggap bahwa massa adalah tetap, tidak tergantung pada kecepatannya. Tapi, untuk kecepatan yang tinggi, hal ini adalah keliru. Dan semakin tinggi kecepatannya, semakin keliru perhitungan kita. Seperti pemikiran yang didasarkan pada logika formal, hukum itu dapat diterima untuk keperluan-keperluan praktis. Feynman menunjukkan:

" ... Secara filsafati, kita sepenuhnya keliru bila memegang hukum-hukum pendekatan itu. Seluruh pandangan kita atas dunia harus diubah sekalipun massa hanya berubah sedikit saja. Ini adalah hal yang sangat aneh bagi filsafat, atau ide, yang melatarbelakangi hukum-hukum itu. Bahkan perubahan yang sangat kecil kadang kala memaksa kita mengubah ide kita secara mendasar."**[viii]**

Ramalan-ramalan relativitas khusus telah terbukti sesuai dengan fakta-fakta dari percobaan. Para ilmuwan menemukan melalui percobaan bahwa sinar gamma

dapat menghasilkan partikel atomik, mengubah energi cahaya menjadi materi. Mereka juga menemukan bahwa energi minimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu partikel tergantung dari energi-diamnya, seperti yang diramalkan oleh Einstein. Nyatanya, bukan hanya satu, melainkan *dua* partikel yang dihasilkan: satu partikel dan lawannya, "anti-partikel". Dalam percobaan dengan sinar gamma, kita mendapatkan satu elektron dan satu anti-elektron (positron). Kebalikannya berlaku pula: ketika sebuah positron bertumbukan dengan elektron, mereka saling menghancurkan dan menghasilkan sinar gamma. Dengan demikian, energi diubah menjadi materi, dan materi menjadi energi. Penemuan Einstein menyediakan basis bagi pemahaman yang jauh lebih mendasar akan tata-kerja alam raya ini. Ia menyediakan satu penjelasan tentang sumber energi matahari, yang telah menjadi misteri sepanjang segala abad. Lumbung energi raksasa itu ternyata adalah - materi itu sendiri. Energi yang mengerikan, yang terkunci dalam materi telah ditunjukkan kepada dunia di bulan Agustus 1945 dalam keganasan ledakan bom atom di Hiroshima dan Nagasaki. Semua ini terkandung dalam rumus yang kelihatannya demikian bersahaja; $E = mc^2$.

Teori Relativitas Umum

Teori relativitas khusus cukup kuat ketika menangani sebuah objek yang bergerak pada kecepatan dan arah yang tetap relatif terhadap pengamat. Walau demikian, dalam prakteknya, gerak tidak pernah tetap. Selalu terdapat gaya yang menyebabkan berbagai variasi dalam kecepatan dan arah dari benda bergerak. Karena partikel-partikel sub-atomik bergerak pada kecepatan yang teramat tinggi dengan jarak yang teramat pendek, mereka tidak memiliki waktu banyak untuk berakselerasi, dan teori relativitas khusus dapat diterapkan. Walau demikian, dalam pergerakan planet dan bintang-bintang, relativitas khusus terbukti tidak mencukupi. Di sini kita berurusan dengan percepatan yang dahsyat, yang disebabkan oleh medan gravitasi maha besar. Sekali lagi kita menjumpai kasus kuantitas dan kualitas. Pada tingkat sub-atomik, gravitasi sangat kecil dibanding gaya-gaya yang lain, dan dapat diabaikan. Pada dunia yang kita jumpai sehari-hari, sebaliknya, semua gaya lain dapat kita abaikan - kecuali gravitasi.

Einstein berusaha menerapkan relativitas pada gerak secara umum, bukan hanya pada gerak yang tetap. Dengan demikian kita sampai pada teori relativitas umum, yang mengurus masalah gravitasi. Ia adalah satu tonggak penentu yang menandai perpisahan dengan fisika klasik Newton, dengan jagadnya yang mekanik dan absolut, tapi juga dengan geometri klasik Euclides yang sama

absolutnya dengan fisika Newton. Einstein menunjukkan bahwa geometri Euclides hanya dapat diterapkan pada "ruang kosong", satu abstraksi yang ditarik secara idealis. Pada kenyataannya, ruang tidaklah "kosong". Ruang tidak dapat dipisahkan dari materi. Einstein menegaskan bahwa ruang itu sendiri dikondisikan oleh kehadiran benda-benda material. Dalam teori umumnya, ide ini digambarkan melalui pernyataan yang nampaknya kontradiktif bahwa, di dekat benda-benda berat, "ruang dilengkungkan".

Jagad raya yang nyata, yaitu yang material, tidaklah seperti dunia yang digambarkan oleh geometri Euclides, dengan lingkaran-lingkarannya yang sempurna, garis lurus yang sempurna, dan seterusnya. Dunia nyata penuh dengan ketidakteraturan. Ia tidaklah lurus tapi persis "terpuntir" ["*warped*"]. Di pihak lain, ruang bukanlah sesuatu yang hadir terpisah dari materi. Lengkung ruang adalah salah satu cara saja untuk menyatakan lengkungan materi yang "mengisi" ruang. Contohnya, telah dibuktikan bahwa berkas cahaya berjalan melengkung di bawah pengaruh medan gravitasi dari benda-benda langit.

Teori relativitas umum ini pada hakikatnya memiliki sifat-sifat geometris, tapi geometrinya sama sekali berbeda dengan geometrinya Euclides. Dalam geometri Euclides, misalnya, dua garis paralel tidak akan pernah bertemu, dan sudut-sudut segitiga selalu berjumlah 180° . *Ruang-waktu* [*space-time*]-nya Einstein (yang sebenarnya pertama kali dikembangkan oleh ahli matematik keturunan Rusia-Jerman, Hermann Minkowski, salah satu dari guru Einstein, di tahun 1907) merupakan satu sintesis dari ruang tiga dimensi (tinggi, lebar dan panjang) dengan waktu. Geometri empat-dimensi ini berurusan dengan bidang-bidang lengkung ("ruang-waktu yang terpuntir"). Di sini sudut dari sebuah segitiga boleh jadi tidak berjumlah 180° , dan garis-garis sejajar boleh jadi saling menyilang atau bersinggungan.

Dalam geometrinya Euclides, seperti yang ditunjukkan Engels, kita menemui serangkaian abstraksi yang sama sekali tidak bersesuaian dengan dunia nyata: satu titik yang tidak memiliki dimensi, yang menjadi sebuah garis lurus, yang, pada gilirannya, menjadi satu bidang datar sempurna, dan sebagainya, dan seterusnya. Di antara abstraksi-abstraksi ini kita mendapati abstraksi yang paling kosong dibandingkan yang lain, yaitu tentang "ruang kosong". Ruang, apapun yang dipercayai Kant tentang hal itu, tidak dapat hadir tanpa sesuatu yang akan mengisinya, dan bahwa sesuatu itu persis adalah materi (dan energi, yang merupakan hal yang sama dengan materi). *Geometri ruang ditentukan oleh materi yang dikandungnya*. Inilah makna sejati dari "ruang terpuntir". Ia hanyalah satu cara untuk menyatakan ciri sejati dari materi. Hal ini hanya

dibiaskan oleh metafora yang keliru, yang digunakan untuk mempopulerkan Einstein: "Pikirkanlah ruang sebagai selembar karet," atau "Pikirkanlah ruang sebagai selembar kaca," dan seterusnya. Pada kenyataannya, ide yang harus disimpan baik-baik dalam pikiran sepanjang waktu adalah *kesatuan yang tak terpisahkan antara waktu, ruang, materi dan gerak*. Seketika kita melupakan kesatuan ini, kita akan tergelincir ke dalam mistifikasi idealistik.

Jika kita memandang ruang sebagai Dirinya-Sendiri, ruang kosong, seperti menurut Euclides, jelas bahwa ia tidak akan dapat dilengkungkan. Ia "tidak ada". Walau demikian, seperti yang dinyatakan Hegel, tidak sesuatupun di jagad ini yang tidak mengandung ada dan tiada sekaligus. Ruang dan materi bukanlah dua hal yang berlawanan secara berseberangan, gejala yang saling meniadakan. Ruang mengandung materi, dan materi mengandung ruang. Keduanya saling tidak terpisahkan. Kesatuan dialektik antara materi dan ruang adalah persis seperti adanya jagad ini. Dengan cara yang sangat mendasar, teori relativitas umum menggambarkan ide tentang kesatuan materi dan ruang ini. Dengan cara yang sama, angka nol dalam matematik bukanlah "ketiadaan", tapi menyatakan satu kuantitas yang riil, dan memainkan peran yang menentukan.

Einstein menyajikan gravitasi sebagai salah satu sifat ruang, bukan sebagai sebuah "gaya" yang bekerja atas satu benda. Menurut pandangan ini, ruang itu sendiri melengkung sebagai satu hasil dari kehadiran materi. Ini adalah cara yang unik untuk menyatakan kesatuan ruang dan waktu, dan yang membuka peluang besar untuk kesalahpahaman yang serius. Ruang itu sendiri, tentu saja, tidak dapat melengkung jika dipahami sebagai "ruang kosong". Pointnya adalah bahwa mustahil ada ruang tanpa materi. Keduanya tidak terpisahkan. Apa yang kita pikirkan di sini adalah satu hubungan definitif antara ruang terhadap materi. Para atomis Yunani dahulu kala menunjukkan bahwa atom hadir dalam "kekosongan". Yang satu tidak dapat ada tanpa keberadaan yang lain. Materi tanpa ruang adalah sama dengan ruang tanpa materi. Satu kekosongan yang sama sekali kosong adalah ketiadaan, itu saja. Tapi demikian pula halnya dengan materi yang tidak memiliki pembatas. Ruang dan materi, dengan demikian, adalah dua hal bertentangan yang saling mengandaikan keberadaan yang lain, saling menentukan, saling membatasi, dan tak dapat hadir tanpa kehadiran yang lain.

Teori relativitas umum berfungsi menjelaskan setidaknya satu gejala yang tidak dapat dijelaskan oleh teori klasik Newton. Semakin planet Merkurius mendekati titik terdekatnya dengan matahari, orbit putarannya menunjukkan satu ketidakteraturan yang aneh, yang dahulu dikatakan disebabkan oleh gangguan

yang disebabkan oleh gravitasi planet lain. Walau demikian, bahkan ketika gangguan ini diperhitungkan, hal itu tetap tidak dapat menjelaskan keadaan ini. Penyimpangan orbit Merkurius di dekat matahari (pada titik "perihelion"-nya) sangatlah kecil, tapi cukup untuk mengganggu perhitungan para astronom. Teori relativitas Einstein meramalkan bahwa perihelion dari segala benda langit yang berputar harus memiliki sebuah gerak di luar yang dicakup oleh hukum-hukum Newton. Hal ini terbukti tepat bagi Merkurius, dan setelah itu juga untuk Venus. Ia juga meramalkan bahwa medan gravitasi akan melengkungkan berkas cahaya. Maka, klaimnya, seberkas cahaya yang melintas dekat permukaan matahari akan dilengkungkan dengan sudut 1,75 arc-detik. Di tahun 1919, satu pengamatan astronomi atas sebuah gerhana matahari membuktikan bahwa hal ini benar terjadi. Teori Einstein yang gemilang itu telah dibuktikan benar dalam praktek. Ia sanggup menjelaskan pergeseran dalam posisi bintang yang dekat dengan matahari melalui pelengkungan terhadap berkas sinar mereka, dan juga gerak tidak teratur dari planet Merkurius, yang tidak dapat dihitung dengan menggunakan teori-teori Newton.

Newton menciptakan teori yang mengatur pergerakan benda-benda, menurut teori ini kekuatan tarikan gravitasi tergantung pada massanya. Ia juga menegaskan bahwa segala gaya yang dikenakan pada satu benda akan menghasilkan percepatan yang berbanding terbalik dengan massa benda tersebut. Perlawanan terhadap percepatan ini disebut inersia. Semua massa diukur atau melalui efek gravitasionalnya atau efek inersianya. Pengamatan langsung telah menunjukkan bahwa massa inersia dan massa gravitasional adalah identik, dengan penyimpangan sebesar satu per satu trilyun. Einstein memulai teorinya tentang relativitas umum dengan menganggap bahwa massa inersia dan massa gravitasional adalah persis setara, karena keduanya pada hakikatnya adalah hal yang sama.

Bintang-bintang yang nampaknya tidak bergerak itu sesungguhnya bergerak dengan kecepatan maha dahsyat. Persamaan kosmis Einstein di tahun 1917 mengimplikasikan bahwa jagad itu sendiri tidaklah tetap, tidak bergeming sepanjang segala abad, tapi dapat mengembang. Galaksi-galaksi bergerak menjauh dari kita dengan kecepatan sekitar 700 mil per detik [± 1120 km per detik]. Bintang-bintang dan galaksi-galaksi terus berubah, lahir dan mati. Seluruh alam raya adalah arena raksasa di mana drama kelahiran dan kematian bintang-bintang dan galaksi-galaksi dimainkan di seluruh sudutnya sepanjang segala waktu. Ini adalah kejadian yang benar-benar revolusioner! Galaksi-galaksi yang meledak, supernova, benturan-benturan dahsyat antar bintang, lubang

hitam dengan kerapatan milyaran kali dari matahari kita yang dengan rakus menelan bulat-bulat bintang-bintang lain. Imajinasi para penyair tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan segala kedahsyatan ini.

Hubungan Antar Benda-benda

Banyak konsep murni bersifat kualitatif dalam hakikatnya. Misalnya, jika kita diminta mengatakan apakah sebuah jalan berada di sisi kiri atau kanan dari sebuah rumah, mustahil untuk memberi jawaban. Jawabannya akan tergantung pada arah mana yang ditempuh oleh orang yang bergerak relatif terhadap rumah tersebut. Di sisi lain, kita dapat bicara tentang tepian kanan dari sebuah sungai, karena aliran sungai menentukan arah dari sungai tersebut. Mirip dengan itu, kita dapat mengatakan bahwa mobil berjalan di sebelah kiri (setidaknya di Inggris!) karena pergerakan dari sebuah mobil memilih salah satu dari dua kemungkinan arah sepanjang jalan itu. Dalam semua contoh ini, walau demikian, konsep tentang "kiri" dan "kanan" terbukti sebagai *relatif*, karena mereka hanya mendapatkan maknanya sesuai dengan arah yang menjadi patokan untuk menentukan makna mereka.

Mirip pula dengan itu, jika kita bertanya "Apakah saat ini siang atau malam?" jawabannya akan tergantung di mana kita sedang berada. Di London saat ini siang, tapi di Australia saat ini sedang malam hari. Siang dan malam adalah konsep yang relatif, ditentukan oleh kedudukan kita pada bola dunia. Satu objek akan nampak lebih besar atau lebih kecil tergantung atas jaraknya dari kedudukan pengamat. "Atas" dan "bawah" juga memiliki makna yang relatif, yang berubah ketika ditemukan bahwa bumi ini bulat, bukan datar. Bahkan sampai hari ini, sangat sulit bagi "nalar sehat" untuk menerima bahwa penduduk Australia dapat berjalan "dengan kepala di bawah" - jika dilihat dari Inggris! Tapi tetap tidak ada kontradiksi di sini jika kita paham bahwa konsep tentang tegak lurus tidaklah mutlak melainkan relatif. Untuk keperluan praktis, kita dapat menganggap permukaan bumi sebagai "datar" dan, dengan demikian, semua yang tegak lurus dapat dianggap sejajar, ketika kita melihat misalnya, dua rumah di satu kota. Tapi ketika kita harus memperhitungkan jarak yang jauh lebih besar, yang melibatkan seluruh permukaan bumi, kita akan menemukan bahwa upaya untuk menggunakan konsepsi tegak lurus yang mutlak akan membawa kita pada hal-hal yang absurd dan kontradiktif.

Jika kita meluaskan konsep ini, posisi benda-benda langit pastilah relatif terhadap posisi benda langit yang lain. Mustahil bagi kita untuk menetapkan kedudukan satu objek tanpa rujukan terhadap objek lainnya. Konsep tentang "pergantian tempat" dari satu benda langit tidak bermakna lebih dari bahwa ia

bertukar posisi relatif terhadap benda langit lain. Sejumlah hukum alam yang penting memiliki sifat yang relatif, misalnya prinsip relativitas gerak dan hukum inersia. Hukum yang disebut terakhir itu menyatakan bahwa sebuah benda yang tidak dikenai satu gaya dari luar dirinya tidak hanya dapat hadir dalam keadaan diam, melainkan juga dalam sebuah gerak yang seragam, membentuk garis lurus. Hukum dasar fisika ini ditemukan oleh Galileo.

Dalam praktek, kita tahu bahwa benda-benda yang tidak dikenai satu gaya dari luar dirinya cenderung akan berada dalam keadaan diam, setidaknya dalam kehidupan sehari-hari. Di dunia nyata, kondisi-kondisi untuk berlakunya hukum inersia, yaitu ketiadaan total atas gaya dari luar benda, tidak akan pernah ada. Gaya-gaya seperti gesekan bekerja atas satu benda untuk membuatnya berhenti. Walau demikian, dengan terus memperbaiki kondisi percobaan, dimungkinkanlah untuk semakin dekat pada kondisi ideal yang dibayangkan oleh hukum inersia, dan dengan demikian menunjukkan bahwa ia berlaku bahkan untuk gerak yang diamati dalam kehidupan sehari-hari. Aspek *relatif* (kuantitatif) dari waktu dinyatakan dengan jelas oleh teori Einstein, yang membawanya ke tingkat yang jauh lebih mendasar daripada yang dapat dilakukan oleh teori klasik Newton.

Gravitasi bukanlah "gaya", tapi sebuah *hubungan* antara benda-benda nyata. Bagi seseorang yang sedang jatuh dari sebuah gedung tinggi, akan nampak bahwa tanah sedang "melaju ke arahnya". Dari sudut pandang relativitas, pengamatan ini tidaklah keliru. Hanya jika kita menganut konsepsi tentang "gaya" yang mekanistik dan sepihaklah kita akan melihat proses ini sebagai proses bekerjanya gravitasi bumi dalam menarik tubuh orang itu ke bawah, bukannya melihat bahwa ini adalah satu proses di mana dua benda berinteraksi satu terhadap yang lain. Untuk kondisi-kondisi "normal" teori gravitasi Newton sesuai dengan teori gravitasi Einstein. Tapi dalam kondisi ekstrim, keduanya sama sekali tidak bersesuaian. Kenyataannya, teori Newton bertentangan dengan teori relativitas umum dengan cara yang serupa dengan pertentangan antara logika formal dengan dialektika. Dan, sampai hari ini, bukti-bukti menunjukkan bahwa baik relativitas maupun dialektika adalah tepat.

Seperti yang dijelaskan oleh Hegel, tiap pengukuran sebenarnya adalah pernyataan tentang rasio. Walau demikian, karena tiap pengukuran sebenarnya adalah perbandingan, harus ada satu standard yang tidak dapat diperbandingkan dengan apapun kecuali dirinya sendiri. Secara umum, kita hanya dapat memahami segala sesuatu dengan membandingkan mereka dengan hal lain. Hal ini menyatakan konsepsi dialektik tentang kesalingterhubungan universal.

Analisa atas segala hal dalam pergerakan, perkembangan dan hubungan mereka, persis inilah hakikat dari metode dialektik. Ia persis adalah satu antitesis terhadap cara berpikir mekanistik (metode "metafisik" dalam makna yang dipergunakan oleh Marx dan Engels) yang memandang segala sesuatu sebagai statis dan mutlak. Persis inilah cacat dari pandangan klasik Newton atas jagad, yang, sekalipun telah mencapai banyak hal, tidak pernah dapat lolos dari kesepihakan yang mencirikan satu cara pandang yang mekanistik atas dunia.

Sifat-sifat dari satu benda bukanlah hasil dari hubungannya terhadap benda lain, tapi hanya dapat mewujudkan dirinya dalam hubungannya dengan benda lain. Hegel merujuk pada hubungan-hubungan ini secara umum sebagai "kategori refleksi". Konsep relativitas adalah satu konsep yang penting, dan telah dikembangkan sepenuhnya oleh Hegel dalam jilid pertama dari adi karyanya, *The Science of Logic*.

Kita melihatnya, misalnya, pada kelembagaan sosial seperti sebuah *kerajaan*.

"Baiklah," demikian pengamatan Trotsky, "anggaplah bahwa kuasa kerajaan bersemayam di tubuh raja itu sendiri, dalam jubah dan mahkotanya, dalam daging dan tulangnya. Pada kenyataannya, kuasa kerajaan adalah satu kesalingterhubungan antar seluruh penduduk kerajaan. Sang Raja hanya dapat menjadi raja karena kepentingan dan prasangka dari jutaan orang tercermin melalui dirinya. Ketika banjir perkembangan menyapu kesalingterhubungan ini, maka sang Raja akan nampak sebagai orang yang basah kuyup, yang bibirnya bengkak kedinginan. Dia yang dahulu disebut Alphonso XIII dapat berbincang dengan kita tentang itu dari pengalaman pribadinya.

"Para pemimpin yang memimpin karena kehendak rakyat berbeda dengan mereka yang memimpin atas nama Tuhan dalam makna bahwa yang disebut pertama itu diwajibkan membuka jalan bagi dirinya sendiri atau, setidaknya, untuk membantu terjadinya berbagai kejadian sampai ia ditemukan. Meski demikian, kepemimpinan selalu merupakan hubungan antar orang, setiap pribadi menyumbang untuk memenuhi kebutuhan kolektif. Kontroversi tentang kepribadian Hitler menjadi semakin tajam bila rahasia tentang kesuksesannya semakin dicari dari dalam diri orang itu sendiri. Sementara itu, sulit bagi kita untuk menemukan figur politik lain yang menjadi perwujudan dari pemusatan yang demikian dahsyat dari berbagai kekuatan historis yang tidak teridentifikasi. Tidak setiap borjuis kecil yang putus asa dapat menjadi Hitler, tapi satu partikel dari Hitler bersemayam dalam tiap orang borjuis kecil yang putus asa." [ix]

Dalam *Capital*, Marx menunjukkan betapa kerja manusia yang kongkrit menjadi medium untuk menyatakan kerja manusia yang abstrak. Kerja kongkrit itu

adalah bentuk yang diambil oleh lawannya, kerja manusia yang abstrak, untuk mewujudkan diri. Nilai bukanlah satu benda material yang dapat diturunkan dari sifat-sifat fisik sebuah komoditi. Pada kenyataannya, ia adalah abstraksi di dalam pikiran. Tapi itu bukan alasan untuk menyebutnya satu ciptaan yang acak. Pada kenyataannya, ia adalah pernyataan dari sebuah proses objektif, dan ditentukan oleh jumlah kerja sosial yang perlu, yang dihabiskan dalam proses produksi. Mirip dengan itu, waktu adalah satu abstraksi yang, sekalipun tidak dapat dilihat, didengar atau disentuh, dan hanya dapat *dinyatakan* dalam bentuk-bentuk pengukuran *relatif*, bagaimanapun juga merujuk pada sebuah proses fisik yang objektif.

Ruang dan waktu adalah abstraksi yang memungkinkan kita untuk mengukur dan memahami dunia material. Segala pengukuran dilakukan relatif terhadap ruang dan waktu. Gravitasi, sifat-sifat kimia, bunyi, cahaya, semua ditelaah dari kedua sudut pandang ini. Dengan demikian, kecepatan cahaya adalah 186.000 kaki per detik [± 300.000 km per detik], sementara suara ditentukan oleh jumlah getaran per detik. Bunyi dari sebuah alat musik petik, misalnya, ditentukan oleh waktu di mana sejumlah getaran terjadi dan unsur-unsur spasial (panjang dan tebal) dari benda bergetar itu. Keserasian yang terasa bagi estetika dalam pikiran juga bentuk lain dari rasio, pengukuran, dan, dengan demikian, waktu.

Waktu tidak dapat *dinyatakan* kecuali dalam cara yang relatif. Mirip dengan itu, nilai besaran dari sebuah komoditi hanya dapat dinyatakan relatif terhadap komoditi yang lain. Walau demikian, nilai adalah intrinsik bagi komoditi, dan waktu adalah sifat objektif dari materi secara umum. Ide bahwa waktu itu sendiri adalah subjektif, yaitu hanya merupakan khayalan dari pikiran manusia, hanya mengingatkan kita pada prasangka bahwa uang hanyalah sebuah *simbol*, yang tidak memiliki makna yang penting. Upaya untuk "men-demonetisasi" [menghilangkan nilainya sebagai alat tukar] emas, yang muncul dari premis yang keliru ini, selalu membawa inflasi setiap kali dicoba dilakukan. Di Kekaisaran Romawi, nilai uang ditetapkan melalui dekrit kekaisaran, dan ada larangan untuk memperlakukan uang sebagai sebuah komoditi. Hasilnya adalah kejatuhan yang terus terjadi atas nilai mata uang mereka. Satu gejala yang serupa telah terjadi di tengah kapitalisme modern, terutama sejak Perang Dunia II. Dalam perekonomian, dalam kosmologi, tercampuraduknya *pengukuran* dengan sifat hakiki dari benda itu sendiri selalu membawa pada kerancuan-kerancuan di dalam praktek.

Pengukuran Atas Waktu

Walaupun upaya untuk mendefinisikan apa itu waktu merupakan satu kesulitan, pengukuran atasnya tidaklah demikian. Para ilmuwan sendiri tidaklah menjelaskan apa itu waktu, tapi membatasi diri mereka dengan *pengukuran* atas waktu. Dari pencampuradukan atas kedua konsep inilah kebingungan tanpa akhir itu muncul. Maka, kata Feynman:

"Mungkin sebaiknya kita menghadapi kenyataan bahwa waktu adalah salah satu hal yang tidak dapat kita definisikan (dalam makna kamus), dan kita dapat mengatakan bahwa ia adalah apa yang selama ini kita ketahui ia seperti apa: ia adalah berapa lama kita harus menunggu! Yang penting bukanlah bagaimana kita mendefinisikan waktu, tapi bagaimana kita mengukurnya." [x]

Pengukuran atas waktu pasti melibatkan satu kerangka rujukan, dan tiap gejala yang berkelanjutan berubah sejalan dengan waktu - misalnya, rotasi bumi, atau ayunan pendulum. Rotasi harian bumi pada sumbunya menyediakan satu skala waktu. Peluruhan unsur-unsur radioaktif dapat digunakan untuk mengukur waktu dalam jangka yang sangat panjang. Pengukuran atas waktu melibatkan satu unsur subjektif. Orang-orang Mesir membagi siang dan malam menjadi dua belas bagian. Orang-orang Sumeria memiliki sistem angka berbasis 60, dan dengan demikian membagi jam menjadi 60 menit dan menit menjadi 60 detik. Satu meter didefinisikan sebagai seper sepuluh juta jarak dari kutub bumi ke katulistiwa (sekalipun definisi ini tidaklah sepenuhnya akurat). Sentimeter adalah seper seratus meter, dan seterusnya. Pada awal abad ini, penyelidikan atas dunia sub-atomik membawa orang pada penemuan dua unit pengukuran alami: kecepatan cahaya, c , dan tetapan [konstanta] Planck, h . Kedua unit itu bukanlah massa, panjang, atau waktu secara langsung, melainkan kesatuan dari ketiganya.

Ada satu perjanjian internasional bahwa satu meter didefinisikan sebagai jarak antara dua guratan pada sebuah batangan yang disimpan dalam satu laboratorium di Perancis. Baru-baru ini, telah disadari bahwa definisi ini atau tidak cukup akurat sehingga berguna, atau cukup permanen dan universal sehingga disukai orang. Kini sedang dipertimbangkan untuk mengambil satu definisi baru, satu panjang gelombang tertentu (yang berdasarkan persetujuan) dari garis spektral terpilih. Di pihak lain, pengukuran atas waktu bervariasi tergantung pada skala dan rentang-usia dari objek yang sedang diteliti.

Jelaslah bahwa konsep tentang waktu akan berbeda tergantung pada kerangka rujukannya. Satu tahun di bumi tidaklah sama dengan satu tahun di Yupiter. Demikian pula ide tentang waktu dan ruang bagi seorang manusia akan berbeda

dengan bagi seekor nyamuk yang rentang-usianya hanya beberapa hari, atau bagi sebuah partikel sub-atomik yang rentang-usianya hanya seper semilyar detik (tentu dengan menganggap bahwa partikel itu dapat memikirkan salah satu konsep ...). Apa yang kita rujuk di sini adalah cara untuk memandang waktu dalam berbagai konteks yang berbeda. Jika kita menerima satu kerangka rujukan tertentu, cara kita memandang waktu akan berbeda. Bahkan dalam praktek hal ini dapat dilihat, sampai derajat tertentu. misalnya, cara normal untuk mengukur waktu tidak dapat diterapkan pada pengukuran terhadap rentang-usia partikel-partikel sub-atomik, dan standard yang berbeda harus pula digunakan untuk mengukur "waktu geologis".

Dari sudut pandang ini, waktu dapat dikatakan relatif. Pengukuran pasti melibatkan keterhubungan. Pikiran manusia mengandung banyak konsep yang pada hakikatnya relatif, misalnya besaran relatif, seperti "besar" atau "kecil". Manusia kecil dibandingkan dengan gajah, tapi besar jika dibandingkan dengan semut. Konsep kecil dan besar, dalam diri mereka sendiri, tidaklah memiliki makna. Seper sejuta detik, dalam makna sehari-hari, kelihatannya adalah waktu yang teramat singkat, tapi bagi partikel-partikel sub-atomik itu adalah waktu yang teramat panjang. Di titik ekstrim yang lain, sejuta tahun adalah waktu yang teramat singkat di tingkat kosmologi.

Semua ide tentang ruang, waktu dan gerak tergantung pada pengamatan kita akan hubungan-hubungan dan perubahan-perubahan di dunia material. Walau demikian, pengukuran atas waktu berbeda betul ketika kita meneliti berbagai jenis materi. Pengukuran ruang dan waktu niscaya akan relatif terhadap sejenis kerangka rujukan tertentu - bumi, matahari atau titik statis lainnya - yang dapat dijadikan rujukan bagi peristiwa-peristiwa lain di jagad. Kini jelaslah bahwa materi mengalami segala jenis perubahan yang berbeda-beda: perubahan dalam posisi, yang pada gilirannya melibatkan perubahan dalam kecepatan, perubahan keadaan, yang melibatkan perubahan dalam tingkat energi, kelahiran, pembusukan dan kematian, pengorganisasian dan peruntuhan organisasi, dan banyak lagi perubahan yang lain, yang semua dapat dinyatakan dan diukur dalam bentuk waktu.

Pada Einstein, waktu dan ruang tidak dianggap sebagai gejala yang saling terisolasi, dan sesungguhnya mustahil untuk menganggap mereka sebagai "benda di dalam diri mereka sendiri". Einstein mengajukan satu pandangan bahwa waktu tergantung pada pergerakan dari sebuah sistem dan bahwa selang waktu berubah dengan cara sedemikian rupa sehingga kecepatan cahaya pada sistem tersebut tidaklah tergantung pada pergerakannya. Skala spasial juga dapat

berubah sewaktu-waktu. Teori klasik Newton tetap sah untuk keperluan sehari-hari, dan bahkan merupakan pendekatan yang baik bagi tata-kerja umum alam raya. Mekanika Newton tetap berlaku pada banyak cabang ilmu pengetahuan, bukan hanya astronomi, tapi juga dalam ilmu praktis seperti permesinan. Pada kecepatan rendah, efek relativitas khusus dapat diabaikan. Misalnya, kesalahan pada pengukuran atas sebuah pesawat yang terbang dengan kecepatan 250 mil per jam [± 400 km/jam] akan mencapai sepuluh per milyar dari satu persen. Walau demikian, di luar batas tertentu, hukum ini gagal dan runtuh. Pada tingkat kecepatan yang kita temui pada mesin akselerator partikel, misalnya, sangatlah perlu untuk memperhitungkan ramalan Einstein bahwa massa tidaklah konstan tapi berubah sebanding dengan kecepatannya.

Dari sudut pandang konsepsi sehari-hari yang normal tentang pengukuran waktu, rentang-usia yang teramat singkat dari partikel-partikel sub-atomik tidak akan dapat dengan tepat dinyatakan. Sebuah pi-meson, misalnya, memiliki rentang-usia hanya sekitar 10^{-16} detik, sebelum ia meluruh. Seperti itulah masa dari sebuah getaran inti atom, atau rentang usia dari satu partikel resonansi, yang hanya 10^{-24} detik, kira-kira sama dengan waktu yang dibutuhkan cahaya untuk melintasi sebuah inti atom hidrogen. Satu skala pengukuran lain kita butuhkan di sini. Waktu yang sangat singkat, katakanlah 10^{-12} detik, diukur dengan menggunakan sebuah osiloskop sorot elektron. Waktu yang bahkan lebih singkat lagi dapat diukur dengan bantuan teknik laser. Pada titik terjauh dari skala itu, waktu yang sangat panjang dapat diukur dengan bantuan "jam" radioaktif.

Dalam makna tertentu, tiap atom di jagad ini adalah sebuah jam, karena ia menyerap cahaya (yaitu, berkas elektromagnetik) dan memancarkannya persis pada frekuensi tertentu. Sejak 1967, para pejabat secara internasional mengakui standard waktu yang didasarkan pada jam atomik (caesium). Satu detik didefinisikan sebagai 9.192.631.770 kali getaran radiasi gelombang mikro dari atom caesium-133 selama satu penataan ulang atomik tertentu. Bahkan jam yang teramat akurat ini tidaklah sepenuhnya sempurna. Beberapa pembacaan yang berbeda telah diambil dari jam atomik yang terdapat di 80 negara, dan satu perjanjian pun dibuat, "memberatkan" waktu sesuai dengan jam yang paling stabil. Dengan cara ini dimungkinkanlah untuk sampai pada pengukuran waktu yang akurat dengan derajat kesalahan seper sejuta detik dalam satu hari, atau bahkan kurang dari itu.

Untuk keperluan sehari-hari, pengukuran waktu "normal" yang didasarkan pada putaran bumi dan pergerakan semu matahari dan bintang-bintang, sudah

mencukupi. Tapi bagi serangkaian operasi di bidang teknologi modern yang maju, seperti alat-alat bantu navigasi pada kapal laut dan pesawat terbang, pengukuran semacam itu tidaklah mencukupi, karena akan membawa tingkat kesalahan yang serius. Pada tingkat seperti inilah efek relativitas mulai terasa. Percobaan telah menunjukkan bahwa jam atomik berjalan lebih lambat di permukaan tanah ketimbang di ketinggian, di mana efek gravitasional lebih lemah. Jam atomik, yang diterbangkan dengan ketinggian 30.000 kaki (± 10.000 meter) bertambah panjang tiga per milyar detik dalam satu jam. Hal ini sesuai dengan ramalan Einstein dengan tingkat kesalahan kurang dari satu persen.

Masalah yang Belum terselesaikan

Teori relativitas khusus adalah salah satu pencapaian terbesar dalam ilmu pengetahuan. Ia telah merevolusionerkan cara kita memandang jagad sampai tingkat di mana ia telah diperbandingkan dengan penemuan bahwa bumi berbentuk bulat. Langkah raksasa ini telah dimungkinkan oleh fakta bahwa relativitas menegaskan satu cara pengukuran yang jauh lebih akurat daripada hukum-hukum Newtonian, yang telah disingkirkannya. Walau demikian, masalah filsafati tentang waktu belumlah dapat disingkirkan dengan teori relativitas Einstein. Malah masalah itu bertambah akut, jauh melebihi yang sudah-sudah. Bahwa terdapat sesuatu yang subjektif dan acak dalam pengukuran waktu, itu adalah hal yang jelas, seperti yang telah kami kemukakan. Tapi hal ini tidaklah membawa kita pada kesimpulan bahwa waktu adalah satu hal yang sepenuhnya subjektif. Seluruh hidup Einstein telah diabdikannya untuk mencari hukum-hukum objektif jagad. Masalahnya adalah apakah hukum-hukum alam, termasuk waktu, adalah sama bagi tiap orang, tidak tergantung tempat mereka berada dan kecepatan gerak mereka. Tentang masalah ini, Einstein bimbang. Pada satu waktu, ia nampak menyетуinya, di waktu yang lain menolaknya.

Proses objektif jagad tidaklah ditentukan oleh apakah mereka diamati atau tidak. Mereka ada di dalam dan bagi diri mereka sendiri. Jagad raya, dan demikian pula waktu, telah ada sebelum manusia ada untuk mengamatinya, dan akan terus ada jauh setelah tidak ada lagi manusia yang berpikir tentang hal itu. Jagad material adalah abadi, tidak berhingga dan terus berubah. Walau demikian, supaya nalar manusia dapat memahami jagad yang tak berhingga ini, perlulah untuk menerjemahkannya dalam istilah-istilah yang berhingga, menelaah dan mengkuantifikasinya, sehingga hal itu dapat menjadi realitas *bagi kita*. Cara kita mengamati jagad tidak dapat mengubahnya (kecuali kalau itu melibatkan satu proses fisik yang turut-campur dalam apa yang sedang diamati). Tapi cara jagad

ini menampakkan dirinya bagi kita tentu dapat berubah. Dari sudut pandang kita, bumi kelihatannya diam. Tapi bagi seorang astronot yang terbang melintasi planet kita, bumi akan tampak melaju dengan kecepatan tinggi. Einstein, yang nampaknya memiliki rasa humor yang sangat garing, kabarnya pernah bertanya pada seorang petugas karcis, yang terkejut setengah mati mendengar pertanyaan ini: "Jam berapa Oxford berhenti pada kereta ini?"

Einstein bertekad menulis ulang hukum-hukum fisika dengan cara tertentu sehingga ramalan yang diturunkan darinya akan selalu tepat, tidak tergantung dari pergerakan berbagai benda, atau "sudut pandang" yang diturunkan daripadanya. Dari sudut pandang relativitas, gerak teratur pada sebuah garis lurus tidak dapat dibedakan dari keadaan diamnya. Ketika dua benda saling melintas pada kecepatan tetap, kita dapat mengatakan bahwa A melintasi B, sama mungkin dengan mengatakan B-lah yang sedang melintasi A. Maka kita sampai pada satu yang nampak sebagai kontradiksi, bahwa bumi sekaligus diam dan bergerak pada saat yang bersamaan. Dalam contoh astronot tadi, "harus benar keduanya, pernyataan bahwa bumi memiliki energi gerak yang besar, dan pernyataan bahwa ia tidak memiliki baik energi maupun gerak; sudut pandang astronot itu sama sahnya dengan sudut pandang orang terpelajar yang ada di bumi."^[xi]

Sekalipun nampaknya lurus-lurus saja, pengukuran atas waktu tetap saja menimbulkan persoalan, karena tingkat perubahan waktu harus dibandingkan pada sesuatu yang lain. Jika ada semacam waktu absolut, ia pun harus mengalir, maka ia harus pula diukur menurut waktu yang lain, dan demikian seterusnya tanpa akhir. Sangat penting untuk disadari bahwa persoalan ini hanya hadir dalam hubungannya dengan *pengukuran* waktu. Persoalan filsafati tentang *hakikat* waktu itu sendiri tidaklah turut serta di dalamnya. Untuk keperluan praktis perhitungan dan pengukuran, sangat pentinglah bagi kita untuk menetapkan satu kerangka rujukan tertentu. Kita harus mengetahui posisi dari seorang pengamat relatif terhadap gejala yang diamati. Teori relativitas menunjukkan bahwa pernyataan semacam "di tempat yang satu dan sama" dan "di waktu yang satu dan sama" tidak memiliki makna sama sekali.

Teori relativitas melibatkan kontradiksi. Ia menunjuk bahwa kesekaligusan [*simultaneity*] adalah relatif pada satu sumbu rujukan tertentu. Jika satu sumbu rujukan bergerak relatif terhadap yang lain, maka kejadian-kejadian yang berlangsung bersamaan relatif terhadap yang satu tidaklah berlangsung bersamaan relatif terhadap yang lain, dan sebaliknya. Fakta ini, yang tidak akan tertangkap oleh nalar sehat, telah didemonstrasikan secara fisik. Sayangnya, ia

masih saja dapat jatuh dalam interpretasi idealis atas waktu, misalnya, penilaian bahwa dimungkinkan ada perbedaan atas makna kata "sekarang". Lebih jauh lagi, masa datang dapat digambarkan sebagai benda-benda dan proses yang "lahir" dalam ujud empat dimensi setelah sebelumnya menempuh keberadaan dalam "potongan-potongan waktu".

Kecuali permasalahan ini diselesaikan, segala macam kesalahan dapat terjadi: contohnya, ide bahwa masa depan sebenarnya telah ada sebelumnya, dan tiba-tiba mewujud dalam "masa kini", layaknya sepotong batu yang tadinya tenggelam dalam air tiba-tiba muncul ketika air surut. Nyatanya, baik masa lalu maupun masa datang tergabung dalam masa kini. Masa datang adalah keberadaan-yang-masih-potensial. Masa lalu adalah apa-yang-telah-terjadi. "Masa kini" adalah kesatuan dari keduanya. Ia adalah keberadaan *aktual* kalau dibandingkan dengan keberadaan potensial. Persis karena alasan inilah kita biasanya merasakan penyesalan akan masa lalu dan ketakutan akan masa depan, bukan sebaliknya. Perasaan penyesalan datang dari kesadaran, yang dibenarkan oleh seluruh pengalaman manusia, bahwa masa lalu telah hilang selamanya; sementara masa depan penuh dengan ketidakpastian, yang mengandung sejumlah besar keadaan potensial.

Benjamin Franklin pernah mengatakan bahwa hanya dua hal yang pasti dalam kehidupan ini - kematian dan pajak, dan orang-orang Jerman memiliki pepatah: "*Man muss nur sterben*" - "Orang hanya harus mati", yang berarti bahwa segala hal yang lain berupa pilihan. Tentu saja, hal ini tidaklah sepenuhnya benar. Banyak lagi hal yang niscaya, bukan hanya kematian, atau bahkan pajak. Dari tak berhingga banyaknya keadaan potensial, dalam prakteknya kita tahu bahwa hanya sedikit saja yang benar-benar mungkin. Dari jumlah ini, lebih sedikit lagi yang boleh terjadi pada saat tertentu. Dan dari yang terakhir ini, pada akhirnya, hanya satu yang akan benar-benar terjadi. Cara yang tepat di mana proses ini berlangsung adalah persis tugas dari berbagai ilmu pengetahuan untuk mengungkapnya. Tapi tugas ini akan terbukti mustahil jika kita tidak menerima bahwa kejadian-kejadian dan proses-proses berlangsung dalam waktu, dan bahwa waktu adalah gejala objektif yang menyatakan fakta yang paling mendasar dari segala bentuk materi dan energi - perubahan. Dunia material berada dalam keadaan berubah terus-menerus, maka ia "adalah dirinya sendiri dan sekaligus bukan dirinya sendiri". Inilah proposisi fundamental dari dialektika. Filsuf semacam Alfred North Whitehead dan institusionis Perancis Henry Begson percaya bahwa aliran waktu adalah satu fakta metafisik yang hanya dapat ditangkap oleh intuisi yang non-ilmiah. "Filsuf proses" semacam ini, sekalipun

memiliki nada yang mistik, setidaknya dengan tepat menyatakan bahwa masa depan terbuka dan tidak dapat ditentukan sementara masa lalu tidak dapat diubah, tetap dan tentu. Inilah "penggumpalan waktu". Di pihak lain kita melihat "filsuf-filsuf banyak segi" yang menganggap bahwa peristiwa-peristiwa di masa mendatang boleh terjadi tapi tidak dapat dihubungkan dengan cara yang teratur dengan kejadian-kejadian di masa lalu. Jika kita mengikuti pandangan filsafati yang tidak tepat seperti ini, kita akan sampai pada mistisisme yang telanjang, seperti pandangan tentang "multiverse" - sejumlah tak berhingga dari jagad raya "paralel" (jika istilah ini tepat, karena mereka seharusnya tidak hadir dalam ruang "seperti yang kita kenal") yang hadir dalam waktu yang bersamaan (jika istilah ini tepat, karena mereka seharusnya tidak hadir dalam waktu "seperti yang kita kenal"). Demikianlah kebingungan yang muncul dari interpretasi idealis atas relativitas.

Interpretasi Idealistik

*"There was a young lady named Bright
Whose speed was faster than light;
She set out one day
In a relative way
And returned home the previous night."
(A. Buller, *Punch*, 19th December 1923)*

Seperti halnya dengan mekanika kuantum, relativitas juga telah direbut oleh mereka yang ingin memasukkan mistisisme ke dalam ilmu pengetahuan. "Relativitas" diubah maknanya menjadi bahwa kita tidak dapat benar-benar memahami dunia. Seperti yang dijelaskan oleh J. D. Bernal:

"Benar juga bahwa karya Einstein memiliki efek, di luar batasan bidang spesialis yang sempit di mana ia dapat diterapkan, sebagai salah satu mistifikasi umum. Karya itu dengan rakus ditelan oleh para intelektual yang mengalami keputusasaan pasca Perang Dunia I untuk membantu mereka menolak realitas. Mereka hanya butuh untuk menggunakan kata "relativitas" dan mengatakan 'Segala sesuatu adalah relatif,' atau 'Tergantung apa yang Anda maksud.'" **[xii]**

Ini adalah satu kesalahpahaman yang sempurna terhadap ide-ide Einstein. Nyatanya, kata "relativitas" itu sendiri adalah sebuah istilah yang salah kaprah. Einstein sendiri lebih menyukai nama teori invariansi [*invariance theory*] yang memberi kita gambaran yang lebih tepat akan apa yang dimaksudkannya - persis kebalikan dari ide vulgar tentang teori relativitas. Tidak benar bahwa bagi Einstein "segala sesuatunya adalah relatif". Kita ambil satu contoh sebagai pembuka, energi-diam (yaitu, kesatuan dari materi dan energi) adalah salah

satuhal mutlak dalam teori relativitas. Kecepatan cahaya yang menjadi pembatas segala kecepatan di jagad ini adalah contoh yang lain. Einstein sangat jauh dari interpretasi yang subjektif dan acak atas realitas, di mana satu pendapat dianggap sama benarnya dengan pendapat lain, dan "semuanya tergantung bagaimana Anda melihat hal itu," Einstein justru "menemukan apa yang 'mutlak' dan dapat diandalkan *sekalipun* nampak ada kebingungan, ilusi dan kontradiksi yang dihasilkan oleh pergerakan atau aksi gravitasi yang relatif." [xiii]

Alam raya ini hadir dalam keadaan yang terus berubah. Dalam makna itu, tidak ada sesuatupun yang "mutlak" atau abadi. *Satu-satunya hal yang mutlak adalah gerak dan perubahan, cara mengada materi yang paling mendasar* - sesuatu yang ditunjukkan Einstein secara meyakinkan di tahun 1905. Waktu dan ruang, sebagai cara mengada dari materi adalah gejala yang objektif. Mereka bukanlah sekedar abstraksi atau pandangan acak yang diciptakan oleh manusia (atau dewa) bagi kepentingan mereka sendiri, tapi merupakan sifat materi yang mendasar, yang menyatakan keuniversalan materi itu sendiri.

Ruang memiliki tiga dimensi tapi waktu hanya memiliki satu. Sambil meminta maaf pada para produser film, di mana dimungkinkan satu "perjalanan kembali ke masa depan" ["*Back to the Future*"], kita hanya mungkin melintasi waktu dalam satu arah, yaitu dari masa lalu ke masa datang. Sama sekali kita tidak terancam akan kemungkinan adanya seorang petualang waktu yang muncul di bumi ketika ia belum dilahirkan, atau akan kemungkinan seseorang menikahi ibunya sendiri, semua itu hanya fantasi idiot yang diciptakan oleh orang-orang Hollywood. Waktu *tidak mungkin diputar balik*. Yaitu, semua kekuatan material berkembang dalam hanya satu arah - dari masa lalu menuju masa datang. Waktu hanyalah satu cara untuk menyatakan pergerakan riil dan materi yang berada dalam keadaan berubah. Materi, gerak, waktu dan ruang tidak dapat dipisahkan. Kekurangan dari teori Newton adalah karena ia menganggap ruang dan waktu sebagai dua hal yang sama sekali terpisah, yang satu berjalan sejajar dengan yang lain, tidak tergantung dari materi dan gerak. Sampai abad ke-20 para ilmuwan menyamakan ruang dengan sebuah kehampaan (satu "ketiadaan"), yang dilihat sebagai sesuatu yang mutlak, yaitu, selalu sama di manapun, satu "benda" yang tidak pernah berubah. Abstraksi-abstraksi kosong ini telah dilecehkan oleh fisika modern, yang telah menunjukkan hubungan mendasar antara waktu, ruang, materi dan gerak. Teori relativitas Einstein telah menyatakan dengan tegas bahwa waktu dan ruang tidak hadir dalam dan dari diri mereka sendiri, terpisah dari materi, tapi merupakan bagian dari satu kesalingterhubungan universal antar semua gejala. Hal ini dinyatakan oleh konsep ruang-waktu yang utuh dan

tak terbagi, di mana waktu dan ruang dilihat sebagai aspek-aspek relatifnya. Satu ide yang kontroversial di sini adalah ramalan bahwa sebuah jam yang bergerak akan menunjukkan waktu yang lebih lambat daripada jam yang diam. Walau demikian, sangatlah penting untuk dipahami bahwa efek ini baru nampak pada kecepatan yang teramat tinggi, yang mendekati kecepatan cahaya.

Jika teori relativitas umum Einstein tepat, maka kita akan memiliki kemungkinan teoritik di masa datang akan sebuah perjalanan yang tak terkira jauhnya. Secara teoritik, umat manusia akan dimungkinkan terus bertahan hidup ribuan tahun ke masa mendatang. Seluruh masalahnya terletak pada apakah perubahan yang terjadi pada tingkat jam atomik terjadi juga pada rentang usia itu sendiri. Di bawah dampak gravitasi yang kuat, jam atomik bergerak lebih lambat daripada ketika di ruang kosong. Pertanyaannya adalah apakah kesalingterhubungan yang kompleks antar molekul yang menyusun kehidupan akan berperilaku yang sama. Isaac Asimov, yang paham satu dua hal mengenai fiksi ilmiah, menulis: "Jika waktu benar-benar dapat melambatkan pergerakan, kita boleh jadi dapat melakukan perjalanan ke bintang-bintang yang jauh di masa hidup kita. Tapi tentu saja kita harus mengucapkan selamat tinggal pada generasi kita dan, jika kita kembali, kita akan kembali ke dunia di masa yang akan datang." [xiv]

Argumen untuk hal ini adalah tingkat kecepatan proses kehidupan yang ditentukan oleh tingkat kecepatan aksi di tingkat atomik. Dengan demikian, di bawah gravitasi yang kuat, jantung akan berdetak lebih lambat, otak berdenyut lebih lambat pula. Nyatanya, seluruh energi meredup di bawah tekanan gravitasi. Jika seluruh proses berjalan lebih lambat, mereka juga berjalan lebih lama dalam waktu. Jika sebuah pesawat angkasa sanggup berjalan dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya, jagad akan terlihat melaju melintasinya, walaupun bagi mereka yang ada di dalam pesawat waktu kelihatannya akan tetap berjalan "normal", yaitu pada tingkat yang jauh lebih lambat. Kesan yang didapat adalah bahwa waktu yang ada di luar pesawat dipercepat. Apakah hal ini tepat? Apakah ia *nyatanya* akan hidup di masa datang, relatif terhadap penduduk bumi, atau tidak? Einstein kelihatannya memberikan jawaban ya terhadap pertanyaan ini.

Segala jenis pandangan mistis muncul dari spekulasi semacam ini - contohnya tentang melompat ke dalam lubang hitam dan keluar di jagad yang lain. Jika lubang hitam benar-benar ada, dan hal itu belumlah dibuktikan secara definitif, apa yang akan kita temui di pusatnya pastilah hanya sisa-sisa dari sebuah bintang raksasa yang telah mati, bukan jagad yang lain. Siapapun yang masuk ke dalamnya akan dirobek-robek dan diubah menjadi energi murni. Jika itu yang

dinamakan pergi ke jagad lain, maka kami mengundang mereka yang mengajukan ide itu untuk menjadi yang pertama mencobanya! Nyatanya, ini adalah murni sebuah spekulasi, betapapun menyenangkannya. Seluruh ide tentang "perjalanan waktu" niscaya akan mendaratkan kita pada segudang kontradiksi, bukan kontradiksi yang dialektik tapi yang absurd. Einstein pasti mengalami shock pada interpretasi mistik atas teorinya, yang melibatkan pandangan tentang perjalanan ulang-alik melewati waktu, mengubah masa depan, dan segala omong kosong semacam itu. Tapi ia sendiri harus bertanggungjawab atas situasi ini karena unsur idealis dalam cara pandangnya, terutama pada persoalan tentang waktu.

Mari kita anggap bahwa sebuah jam atomik pada ketinggian yang besar berjalan lebih cepat daripada ketika ia diletakkan di atas tanah, karena efek gravitasi. Mari kita anggap juga bahwa, ketika jam ini dikembalikan ke bumi, ia ditemukan, katakanlah, lebih tua 50 per milyar dari satu detik dari jam serupa yang tidak pernah meninggalkan tanah. Apakah itu berarti bahwa orang yang turut bersama jam itu di ketinggian juga akan lebih tua? Proses ketuaan tergantung pada tingkat metabolisme. Hal ini dipengaruhi sebagian oleh gravitasi, tapi juga oleh berbagai faktor lainnya. Ia adalah sebuah proses biologis yang kompleks, dan tidak mudah untuk melihat bagaiman ia akan dipengaruhi secara mendasar baik oleh kecepatan atau gravitasi, kecuali bahwa kecepatan dan gravitasi yang ekstrim akan menghasilkan kerusakan material pada makhluk hidup.

Jika memang dimungkinkan untuk memperlambat tingkat metabolisme dalam cara yang telah diramalkan, sehingga, misalnya, detak jantung akan melambat sampai satu detak tiap dua puluh menit, proses menua pasti akan berjalan lebih lambat pula. Nyatanya, memang dimungkinkan untuk memperlambat metabolisme, contohnya, melalui pembekuan. Namun, apakah hal ini akan pula menjadi efek dari perjalanan dengan kecepatan amat tinggi, tanpa membunuh organisme itu sendiri, persoalan itu masih dapat diperdebatkan. Menurut teori yang sudah dikenal, sang pengelana-angkasa relativistik itu, jika ia berhasil kembali ke bumi, akan kembali setelah, katakanlah, 10.000 tahun, dan mengikuti analogi yang biasa, akan dapat menikahi salah satu cicitnya. Tapi ia tidak akan pernah dapat kembali ke waktu-"nya" sendiri.

Percobaan yang dilakukan dengan partikel subatomik (muon) menunjukkan bahwa partikel-partikel yang melaju dengan kecepatan 99,94 persen dari kecepatan cahaya memperpanjang rentang usia mereka sebanyak hampir tiga puluh kali lipat, tepat seperti yang diramalkan oleh Einstein. Walau demikian, apakah kesimpulan ini dapat diterapkan pada materi dalam skala yang lebih

besar, khususnya pada materi hidup, hal ini masih merupakan hal yang harus ditinjau lebih lanjut. Banyak kesalahan serius telah dibuat dengan mencoba menerapkan hasil-hasil yang dicapai di satu bidang ke bidang yang lain, yang berbeda sama sekali. Di masa depan, perjalanan-angkasa pada kecepatan sangat tinggi - bahkan mungkin mencapai sepersepuluh kecepatan cahaya - boleh jadi akan dimungkinkan. Pada kecepatan semacam itu, satu perjalanan yang menempuh lima tahun cahaya akan membutuhkan waktu tempuh lima puluh tahun (walau menurut Einstein, perjalanan itu akan lebih cepat tiga bulan dari perhitungan biasa). Apakah kelak akan benar-benar dimungkinkan untuk melakukan perjalanan pada kecepatan cahaya, yang akan memungkinkan umat manusia mencapai bintang-bintang? Pada saat ini, prospek untuk itu masih terasa jauh sekali. Tapi, seratus tahun yang lalu - hanya sekejap mata saja dalam rentang sejarah - ide untuk berjalan-jalan ke bulan baru merupakan satu impian yang dituangkan secara indah dalam sebuah novel oleh Jules Verne.

Mach dan Positivisme

"The object, however, is the real truth, is the essential, reality; it is, quite indifferent to wheter it is known or not; it remains and stand even though it is not known, while the knowledge does not exist if the object is not there." (Hegel)[xv]

Keberadaan masa silam, masa kini dan masa depan telah terukir dalam pada kesadaran manusia. Kita hidup sekarang, tapi kita dapat mengingat kejadian-kejadian lampau, dan, sampai tahap tertentu, meramalkan kejadian-kejadian yang akan datang. Ada yang disebut "sebelum" dan yang disebut "setelah". Tapi beberapa filsuf dan ilmuwan membantah hal ini. Mereka menganggap waktu sebagai satu produk dari pikiran, satu khayalan. Dalam pandangan mereka, jika tidak ada manusia yang mengamatinya, tidak akan ada waktu, tidak ada masa silam, masa kini maupun masa depan. Inilah sudut pandang *idealisme subjektif*, satu cara pandang yang sepenuhnya irasional dan anti-ilmiah yang walau demikian telah mencoba selama seratus tahun terakhir untuk mendasarkan dirinya pada penemuan-penemuan fisika untuk memperoleh wibawa bagi pandangan atas dunia yang sepenuhnya mistik ini. Sangatlah ironis bahwa aliran filsafat yang telah memiliki dampak terbesar bagi ilmu pengetahuan di abad ke-20, yaitu positivisme-logika, persis adalah salah satu cabang dari idealisme subjektif.

Positivisme adalah pandangan sempit yang menganggap bahwa ilmu pengetahuan harus membatasi dirinya pada "fakta-fakta yang dapat diamati". Para pendiri dari aliran ini sangat enggan untuk mengatakan satu teori benar

atau salah, melainkan lebih menyukai untuk menyebutnya kurang atau lebih "berguna". Sangatlah menarik untuk dicatat bahwa Ernst Mach, bapak spritual sejati dari neo-positivisme, menolak teori atom dari bidang fisika dan kimia. Ini adalah hasil alamiah dari empirisisme sempit dari cara pandang kaum positivis. Karena atom tidak dapat dilihat, bagaimana mungkin ia ada? Atom mereka anggap paling-paling sebagai satu fiksi yang menghibur, atau sebagai satu hipotesis *ad hoc* yang tidak dapat diterima. Salah satu rekan berpikir Mach, Wilhelm Ostwald telah benar-benar mencoba untuk menurunkan hukum-hukum dasar kimia tanpa bantuan hipotesis tentang atom!

Boltzmann dengan tajam mengkritik Mach dan kaum Positivis, seperti halnya yang dilakukan Max Planck, bapak fisika kuantum. Lenin menempatkan pandangan-pandangan Mach dan Richard Avenarius, pendiri aliran Empirio-kritisisme, pada hujan badai kritik dalam bukunya *Materialism and Empirio-criticism* (1908). Walau demikian, pandangan-pandangan Mach memiliki dampak yang besar dan, di antaranya, turut pula mengesankan Albert Einstein muda. Berangkat dari pandangan bahwa semua ide harus diturunkan dari "apa yang ada", yaitu dari informasi yang disediakan semata oleh indera kita, mereka meneruskannya dengan penyangkalan terhadap dunia natural, yang tidak tergantung dari indera-perasa manusia. Mach dan Avenarius merujuk pada objek fisik sebagai "himpunan kompleks dari sensasi". Maka, misalnya, meja ini tidaklah lebih dari dari sekumpulan kesan-perasaan seperti kekerasannya, warnanya, massanya dan seterusnya. Tanpa hal-hal ini, menurut mereka, tidak akan ada yang tersisa. Dengan demikian, ide tentang materi (dalam makna filsafati, yaitu, dunia objektif yang ada bagi kita melalui indera-perasa kita) dinyatakan sebagai *tidak bermakna sama sekali*.

Seperti yang telah kami tunjukkan, ide-ide ini membawa kita langsung pada solipsisme - ide bahwa hanya "saya" yang ada. Jika saya menutup mata saya, dunia ini berhenti ada. Mach menyerang ide Newton bahwa ruang dan waktu adalah mutlak dan merupakan makhluk yang riil, tapi ia melakukannya dari sudut pandang idealisme subjektif. Yang mengherankan, aliran filsafat modern yang paling berpengaruh (dan yang memiliki pengaruh paling kuat di kalangan ilmuwan) diturunkan dari idealisme subjektif Mach dan Avenarius.

Obsesi terhadap "sang pengamat" yang merupakan benang yang menjalin seluruh fisika teoritik di abad ke-20 diturunkan dari filsafat idealisme subjektif Ernst Mach. Dengan mengambil titik berangkatnya dari argumen empiris bahwa "semua pengetahuan kita diturunkan dari perasaan langsung dari indera-perasa kita", Mach berargumen bahwa objek tidak dapat hadir secara terpisah

dari kesadaran kita. Jika kita membawa ini kepada kesimpulan logisnya, ini akan berarti bahwa dunia ini tidak mungkin ada sebelum ada orang untuk mengamatinya. Nyatanya, dunia ini tidak mungkin ada sebelum saya ada, karena saya hanya dapat mengetahui apa yang dirasakan oleh indera saya, dan dengan demikian saya tidak akan pernah yakin bahwa kesadaran lain juga benar-benar ada.

Yang penting, Einstein sendiri pada awalnya terkesan oleh argumen-argumen ini, yang meninggalkan bekasnya pada tulisan-tulisan awalnya tentang relativitas. Hal ini, tak diragukan lagi, telah menimbulkan pengaruh yang sangat buruk terhadap ilmu pengetahuan modern. Sementara Einstein berhasil menyadari kesalahannya, dan mencoba membetulkannya, mereka yang membuntut pada sang guru, telah gagal menyaring beras dari gabah. Seperti yang telah sering terjadi, para murid yang terlalu bersemangat malah menjadi dogmatis. Mereka lebih Paus daripada Paus itu sendiri! Dalam otobiografinya, Karl Popper menunjukkan dengan jelas bahwa di akhir hayatnya Einstein menyesali idealisme subjektif yang pernah dianutnya, atau "operasionalisme", yang menuntut keberadaan seorang pengamat untuk menentukan apakah satu proses terjadi di alam atau tidak:

"Fakta yang sangat menarik adalah bahwa Einstein sendiri selama bertahun-tahun adalah seorang positivis dan operasionalis yang dogmatis. Ia kemudian menyangkal interpretasi ini: ia mengatakan pada saya di tahun 1950 bahwa ia tidak pernah menyesali satu kesalahanpun dalam hidupnya seperti ia menyesali kesalahan ini. Kesalahan itu mengambil bentuk yang benar-benar serius dalam buku populernya, *Relativity: The Special and General Theory*. Di sana ia mengatakan, 'Saya akan meminta para pembaca untuk tidak maju lebih jauh sampai ia benar-benar yakin akan hal ini.' Hal itu adalah, singkatnya, bahwa 'kesekaligusan' harus didefinisikan - dan didefinisikan dengan cara yang operasional - karena jika tidak demikian 'Saya membiarkan diri saya diperdaya ... ketika saya membayangkan bahwa saya sanggup melekatkan satu makna pada pernyataan tentang kesekaligusan.' Atau, dengan kata lain, satu istilah harus didefinisikan secara operasional atau ia akan menjadi tidak bermakna. (Di sini, dalam cangkang yang keras, terkandung positivisme yang kemudian dikembangkan oleh Lingkaran Vienna di bawah pengaruh *Tractatus*-nya Wittgenstein, dan dalam bentuk yang sangat dogmatis)."

Hal ini penting, karena ia menunjukkan bahwa Einstein pada akhirnya menolak interpretasi subjektif atas teori relativitasnya. Semua omong kosong tentang "sang pengamat" adalah satu faktor penentu yang bukan merupakan bagian

hakiki dari teori tersebut, melainkan satu satu cerminan dari *kesalahan filsafati*, seperti yang kemudian diakui oleh Einstein sendiri.

Hal itu, sayangnya, tidak menghalangi para pengikut Einstein untuk mengambil alih kesalahan itu, dan mengembangkannya sampai titik di mana ia nampak sebagai salah satu batu penjur utama dari teori relativitas. Di sinilah kita menemukan asal-muasal dari idealisme subjektif Heisenberg:

"Tapi, banyak fisikawan yang gemilang," lanjut Popper, "sangat terkesan oleh operasionalisme Einstein, yang mereka anggap (seperti Einstein sendiri juga menganggap demikian untuk waktu yang lama) sebagai satu bagian tak terpisahkan dari teori relativitas. Dan terjadilah bahwa operasionalisme menjadi ilham bagi paper Heisenberg di tahun 1925, dan usulannya yang telah diterima luas bahwa konsep tentang jalur sebuah elektron, atau tentang posisi-cum-momentum klasiknya, adalah tidak bermakna sama sekali." [xvi]

Fakta bahwa waktu adalah sebuah gejala objektif, yang mencerminkan proses riil di alam pertama kali ditunjukkan oleh hukum-hukum termodinamika, yang ditemukan di abad ke-19 dan yang masih terus memainkan peran sentral dalam fisika modern. Hukum-hukum ini, khususnya yang dikembangkan oleh Boltzmann menegaskan ide bahwa waktu bukan hanya hadir secara objektif, tapi bahwa ia hanya mengalir ke satu jurusan, dari masa silam ke masa depan. *Waktu tidak dapat diputar balik, waktu juga tidak tergantung dari "pengamat" apapun.*

Boltzmann dan Waktu

Masalah mendasar yang harus dijawab adalah: Apakah waktu sebuah ciri objektif dari jagad fisik? Atau ia adalah sesuatu yang murni subjektif, satu khayalan dari pikiran, atau satu cara yang enak untuk menjelaskan berbagai hal yang tidak memiliki hubungan riil dengan waktu itu sendiri? Posisi yang disebut terakhir ini telah diambil, pada satu atau lain tingkat, oleh berbagai aliran pemikiran, yang semuanya berkaitan erat dengan filsafat idealisme subjektif. Menjelang akhir abad ke-19, masalah ini telah dijawab dengan tegas oleh pelopor ilmu tentang termodinamika, Ludwig Boltzmann.

Einstein, di bawah pengaruh Ernst Mach, memperlakukan waktu sebagai satu hal yang subjektif, yang tergantung pada sang pengamat, setidaknya pada awalnya sebelum ia menyadari bahaya dari akibat yang ditimbulkan oleh pendekatannya. Di tahun 1905, papernya tentang teori relativitas khusus memperkenalkan konsep tentang "waktu lokal" yang berhubungan dengan tiap pengamat yang berbeda. Konsep tentang waktu di sini mengandung satu ide yang diambil alih dari fisika klasik, yaitu bahwa waktu *dapat diputar balik*. Ini benar-benar pandangan yang

luar biasa, dan yang akan segera hancur bila dihadapkan dengan pengalaman manusia. Para sutradara film biasanya menyandarkan diri pada satu tipuan fotografis, di mana kamera diputar terbalik, yang mengakibatkan segala hal yang aneh terjadi: susu mengalir dari gelas kembali ke botol, bus dan mobil berjalan mundur, telur kembali ke cangkangnya, dan seterusnya. Reaksi kita terhadap semua ini adalah tertawa, persis seperti yang menjadi tujuannya. Kita tertawa karena kita tahu bahwa apa yang kita lihat itu bukan saja mustahil, tapi aneh sekali. Kita tahu bahwa proses yang sedang kita lihat itu *tidak dapat diputar balik* [*irreversible*].

Boltzmann memahami hal ini, dan konsep tentang waktu yang tidak dapat diputar balik terletak dalam teorinya yang terkenal tentang panah waktu. Hukum-hukum termodinamika merupakan satu terobosan besar dalam ilmu pengetahuan, tapi terobosan yang kontroversial. Hukum-hukum ini tidak dapat didamaikan dengan hukum-hukum fisika yang telah ada menjelang akhir abad ke-19. Hukum kedua termodinamika tidak dapat diturunkan dari hukum-hukum mekanika atau kuantum, dan pada kenyataannya, membuat perpisahan yang menentukan dengan teori-teori fisika yang sebelumnya. Ia menyatakan bahwa entropi [tingkat kekacauan dalam sebuah sistem] bertambah dalam satu jurusan, ke masa depan, bukan masa lalu. Ia menunjukkan satu perubahan keadaan seiring dengan waktu, yang tidak mungkin diputar balik. Konsep tentang pelepasan panas (disipasi) berbenturan dengan ide yang waktu itu diterima luas bahwa tugas fisika adalah untuk mereduksi kompleksitas alam ini menjadi beberapa hukum gerak yang sederhana.

Ide tentang entropi, yang biasanya dipahami sebagai suatu kecenderungan segala hal untuk menuju tingkat disorganisasi dan degenerasi sejalan dengan berlalunya waktu, mengandung seluruh apa yang telah dipercaya orang sepanjang segala masa: bahwa waktu hadir secara objektif dan bahwa ia adalah sebuah proses yang searah. Kedua hukum termodinamika menunjukkan proses-proses yang tidak dapat diputar balik. Definisinya didasarkan pada sifat lain yang dikenal sebagai ketersediaan energi. Entropi dari sebuah sistem yang terisolasi dapat bertambah atau tetap, tapi tak dapat berkurang. Salah satu hasil dari kondisi ini adalah kemustahilan dari apa yang dikenal sebagai "*perpetuum mobile*" - mesin yang menggerakkan dirinya sendiri selama-lamanya.

Einstein menganggap ide tentang waktu yang tak dapat diputar balik sebagai satu khayalan yang tidak memiliki tempat di dalam fisika. Mengutip Max Planck, hukum kedua termodinamika menyatakan ide bahwa di alam terdapat satu kuantitas yang berubah, di mana hal ini selalu berlaku dalam segala proses alam

itu. Hal ini tidak tergantung pada sang pengamat, tapi merupakan sebuah proses yang objektif. Tapi pandangan Planck hanyalah pandangan kaum minoritas pada masa itu. Mayoritas ilmuwan, termasuk Einstein, memasukkan hal itu sebagai faktor yang subjektif. Posisi Einstein tentang masalah ini menunjukkan kelemahan sentral dari sudut pandangnya yang membuat proses objektif menjadi tergantung pada ada atau tidak adanya satu "pengamat". Tak diragukan lagi bahwa inilah titik terlemah dari seluruh cara pandangnya, dan, persis karena alasan itu, justru menjadi bagian yang paling populer di kalangan penerusnya, yang kelihatannya tidak sadar akan fakta bahwa Einstein sendiri mengubah cara pandang itu menjelang akhir hayatnya.

Dalam fisika dan matematika, waktu dinyatakan sebagai hal yang *dapat diputar balik*. Satu "Varian bolak-balik" menyatakan bahwa hukum-hukum fisika yang sama berlaku baik dalam situasi yang satu maupun dalam situasi yang lain. Kejadian yang kedua tidak dapat dibedakan dari yang pertama dan aliran waktu tidak memiliki arah tertentu dalam kasus interaksinya yang mendasar. Contohnya, sebuah film tentang dua bola bilyar yang bertumburan dapat diputar ke depan atau ke belakang, tanpa memberi gambaran apapun mengenai urutan kejadian yang sebenarnya. Hal ini dianggap juga berlaku pada interaksi pada tingkat sub-atomik, tapi bukti yang menunjukkan kebalikannya telah ditemukan di tahun 1964 dalam interaksi *weak force* pada inti atom. Untuk waktu yang lama, dipercaya bahwa hukum-hukum alam yang mendasar bersifat "simetris dalam muatan". Contohnya, satu antiproton dan positron memiliki perilaku yang sama persis dengan proton dan elektron. Percobaan telah menunjukkan kini bahwa hukum-hukum alam dapat disebut simetris jika tiga hal dasar dapat digabungkan - waktu, muatan dan paritas - *time, charge, parity*. Hal ini dikenal sebagai "cermin CPT".

Dalam dinamika, arah dari satu perlintasan [*trajectory*] tertentu tidaklah penting. Contohnya, satu bola yang memantul pada tanah akan kembali pada posisi awalnya. Tiap sistem, dengan demikian, dapat "berputar kembali dalam waktu", jika semua titik di dalamnya dijalani secara terbalik. Semua keadaan yang telah ditempuhnya akan begitu saja ditempuhnya kembali dalam arah yang berlawanan. Dalam dinamika klasik, perubahan seperti pembalikan waktu ($t \rightarrow -t$) dan pembalikan kecepatan ($v \rightarrow -v$) diperlakukan sebagai kesetaraan matematik. Perhitungan semacam ini berlaku bagi sistem sederhana yang tertutup, di mana tidak ada interaksi. Sesungguhnya, tiap sistem tunduk pada berbagai macam interaksi. Salah satu problem yang paling penting dalam fisika adalah sistem "tiga-benda", contohnya pergerakan bulan yang dipengaruhi oleh

bumi dan matahari. Dalam dinamika klasik, satu sistem berubah menurut satu perlintasan yang tertentu dan tetap, yang titik awalnya tidak pernah dilupakan. Kondisi awal menentukan perlintasannya sepanjang segala waktu. Semua perlintasan dalam fisika klasik adalah sederhana dan deterministik. Tapi ada berbagai perlintasan yang tidak demikian mudah ditetapkan semacam itu, contohnya, sebuah pendulum kaku, di mana satu gangguan sekecil apapun akan cukup untuk membuatnya berotasi atau beresilasi.

Makna penting dari karya Boltzmann adalah bahwa ia menangani fisika *proses* bukan fisika *benda*. Pencapaian terbesarnya adalah dengan menunjukkan bahwa ciri-ciri atom (massa, muatan, struktur) menentukan ciri materi yang kasat mata (viskositas, konduktivitas panas, difusi, dan lain-lain). Ide-idenya dengan ganas diserang orang selama masa hidupnya, tapi telah dibenarkan oleh penemuan-penemuan fisika atomik beberapa saat sebelum abad ke-19 berakhir, dan kesadaran bahwa pergerakan acak dari partikel mikroskopik yang terkandung dalam fluida ("gerak Brown") hanya dapat dijelaskan dengan mekanika statistik yang ditemukan oleh Boltzmann.

Kurva Gauss yang berbentuk lonceng menggambarkan gerak acak dari molekul-molekul gas. Satu pertambahan suhu akan membawa pertambahan dalam kecepatan rata-rata dari molekul dan energi yang diasosiasikan dengan gerakannya. Sementara Clusius dan Maxwell mendekati masalah ini dari sudut pandang perlintasan yang ditempuh oleh *tiap* molekul, Boltzmann mendekatinya dari *populasi* molekul itu. Persamaan kinetiknya memainkan peranan penting dalam fisika gas. Hal itu adalah satu kemajuan besar dalam fisika proses. Boltzmann adalah satu pelopor besar, yang diperlakukan sebagai orang gila oleh para pemuka fisika di jamannya. Ia akhirnya dipaksa untuk melakukan bunuh diri di tahun 1906, setelah sebelumnya dipaksa untuk mundur dari upayanya untuk menegaskan sifat tidak dapat dibalikinya waktu sebagai sebuah ciri objektif alam. Sementara dalam teori mekanika klasik, kejadian dalam film yang digambarkan di atas sangat dimungkinkan, *dalam praktek*, hal ini mustahil. Dalam teori dinamika, contohnya, kita mendapati satu dunia ideal di mana segala hal semacam gesekan dan benturan tidak ada sama sekali. Dalam dunia ideal ini, segala invariansi yang terlibat dalam satu gerak tertentu sudah ditetapkan sejak awal. Tidak sesuatupun yang dapat mengubah arah perlintasannya. Hal ini berarti, kita akan sampai pada satu pandangan atas alam raya yang statis, di mana segala hal direduksi menjadi persamaan-persamaan yang lancar dan linear. Sekalipun ia mencapai kemajuan yang revolusioner melalui teori

relativitas, Einstein, di dalam hatinya, tetap tinggal sebagai penganut ide tentang jagad yang statis dan serasi ini - seperti halnya Newton.

Persamaan gerak Newton, atau juga mekanika kuantum, tidak memiliki sifat tidak-dapat-dibalik yang inheren di dalam dirinya. Dimungkinkan bagi kita untuk menjalankan satu film ke depan atau ke belakang. Tapi hal ini tidak berlaku di alam secara umum. Hukum kedua termodinamika meramalkan satu kecenderungan yang tak dapat dibalik ke arah keadaan ketidakberarturan. Hukum ini menyatakan bahwa tingkat keacakan akan selalu bertambah sejalan dengan waktu. Sampai beberapa saat terakhir, orang masih berpendapat bahwa hukum-hukum alam bersifat simetris-waktu. Tapi Waktu bersifat asimetris dan berjalan searah, dari masa silam ke masa depan. Kita melihat fosil, jejak kaki, foto dan rekaman dari masa silam, tapi tidak pernah dari masa depan. Mudah bagi kita untuk mengaduk telur untuk membuat telur dadar atau memasukkan susu dan gula ke dalam secangkir kopi, tapi tidak mudah bagi kita untuk membalik proses itu. Air panas di dalam bak mandi memindahkan panasnya ke udara sekitar tapi tidak sebaliknya.

Hukum kedua termodinamika adalah "panah waktu". Kaum subjektivis menyangkal hal itu, mereka mengatakan bahwa proses yang tak dapat dibalik seperti afinitas kimia, penghantaran panas, viskositas, dsb., akan tergantung pada "sang pengamat". Pada kenyataannya, semua ini adalah proses *objektif* yang terjadi di alam, dan hal ini jelas bagi setiap orang dalam hubungannya dengan kehidupan dan kematian. Satu pendulum (setidaknya dalam keadaan ideal) dapat berayun kembali ke posisinya semula. Tapi semua orang tahu bahwa kehidupan seseorang bergerak hanya ke satu arah, dari ayunan bayi ke liang kubur. Itu adalah proses *yang tak dapat dibalik*. Ilya Prigogine, salah satu teoritis terkemuka dalam teori *chaos* mengingatkan bahwa ia "terkejut akan fakta bahwa ilmu pengetahuan hanya sedikit saja menangani persoalan waktu, khususnya karena pendidikan yang ditempuhnya sejak awal memusatkan diri terutama pada sejarah dan arkeologi." Dalam hubungan dengan konflik antara mekanika klasik (dinamika) dengan termodinamika, Prigogine dan Stenger menulis:

"Sampai tahap tertentu, terdapat analogi antara konflik ini dengan apa yang melahirkan Materialisme yang Dialektik. Kami telah menggambarkan ... satu alam raya yang dapat disebut sebagai 'historis' - yaitu yang mampu melahirkan perkembangan dan inovasi. Ide akan satu sejarah alam raya sebagai satu bagian integral dari materialisme telah ditegaskan oleh Marx dan, secara lebih rinci, oleh Engels. Perkembangan mutakhir dalam fisika, penemuan atas peran konstruktif

yang dimainkan oleh ireversibilitas, telah menimbulkan satu masalah dalam ilmu-ilmu alam, satu masalah yang telah lama diangkat oleh para materialis. Bagi mereka, pemahaman terhadap alam bermakna bahwa ia mampu menghasilkan manusia dan masyarakatnya.

"Lebih jauh lagi, pada masa Engels menulis *Dialectics of Nature*-nya, ilmu-ilmu fisika kelihatannya telah mulai menolak pandangan mekanistik dan mulai mendekati pada ide tentang perkembangan historis alam raya. Engels menyebut tiga penemuan mendasar: energi dan hukum-hukum yang mengatur transformasi kualitatifnya, sel sebagai penyusun dasar kehidupan, dan penemuan Darwin atas evolusi spesies. Engels sampai pada kesimpulan bahwa pandangan atas dunia yang statis sudah mati."

Terhadap interpretasi yang subjektif atas waktu, sang penulis menyimpulkan:

"Waktu mengalir searah, dari masa silam ke masa depan. Kita tidak dapat merekayasa waktu, kita tidak dapat menempuh perjalanan ke masa silam."**[xvii]**

Relativitas dan Lubang Hitam

Dalam pandangan Einstein, tidak seperti Newton, gravitasi mempengaruhi waktu karena ia mempengaruhi cahaya. Jika kita dapat membayangkan satu partikel cahaya yang mengapung di tepi sebuah lubang hitam, ia akan mengapung di sana tanpa batas, tidak maju tapi juga tidak mundur, tidak mendapat tambahan energi atau kehilangan energi. Dalam keadaan seperti itu, dimungkinkan untuk mengatakan "waktu berhenti". Inilah argumen dari kaum relativis penganjur lubang hitam dan segala ciri yang dikandungnya. Pada ujung semua ini adalah bahwa segala gerak akan berhenti, maka tidak akan ada perubahan baik atas keadaan maupun kedudukan, dan dengan demikian tidak akan ada waktu, makna apapun yang dilekatkan padanya. Situasi seperti ini katanya terjadi tepat di tepi sebuah lubang hitam. Hal ini, walau demikian, sangat bersifat spekulatif dan merupakan interpretasi mistis atas satu gejala, yang keberadaannya sendiri belumlah terbukti.

Segala materi hadir dalam keadaan bergerak dan berubah terus-menerus, dan dengan demikian, segala yang dikatakan di sini adalah jika materi dan gerak dilenyapkan, waktu juga akan lenyap; pernyataan yang sebenarnya adalah tautologi sempurna. Ini seperti mengatakan - jika tidak ada materi, maka tidak akan ada materi; atau jika tidak ada waktu maka tidak akan ada waktu. Kedua pernyataan itu bermakna sama. Anehnya, kita telah mencari dengan sia-sia dalam teori relativitas satu definisi tentang apa itu waktu dan ruang. Einstein sendiri kelihatannya kesulitan menerangkan hal ini. Walau demikian, ia telah hampir sampai ke sana ketika ia menjelaskan perbedaan antara geometrinya

dengan geometri klasik Euclides. Ia mengatakan bahwa kita dapat membayangkan sebuah alam raya di mana ruang tidak terpuntir sama sekali, tapi ruang itu tidak akan berisi materi. Pernyataan ini jelas mengarah ke arah yang benar. Setelah semua keributan mengenai lubang hitam, Anda mungkin masih akan terkejut bahwa persoalan ini sama sekali tidak pernah disebutkan oleh Einstein. Ia bersandar pada pendekatan yang ketat, yang terutama didasarkan pada matematika yang rumit, dan membuat peramalan yang dapat dibuktikan melalui pengamatan dan percobaan. Fisika lubang hitam, yang tidak memiliki satupun data empirik yang jelas, memiliki sifat yang sangat spekulatif.

Sekalipun ia mencapai kesuksesan, teori relativitas umum masih mungkin dibuktikan keliru. Tidak seperti relativitas khusus, percobaan yang telah dilakukan berdasarkan teori ini masih sedikit sekali. Tidak ada bukti yang meyakinkan tentang teori ini, sekalipun percobaan-percobaan yang telah dilakukan sejauh ini masih belum menemukan konflik antara teori dengan fakta yang teramati. Ini juga belum sama sekali mencoret kemungkinan bahwa penegasan relativitas khusus, bahwa tidak ada satupun yang dapat berjalan melebihi kecepatan cahaya, di masa depan dibuktikan keliru.[1]

Teori alternatif terhadap relativitas telah diajukan, contohnya, oleh Robert Dicke. Teori Dicke meramalkan satu penyimpangan atas orbit bulan beberapa kaki ke arah matahari. Dengan menggunakan teknologi laser yang maju, observatorium McDonald di Texas tidak dapat menemukan penyimpangan ini. Walau demikian, tidak ada alasan untuk menganggap bahwa persoalannya telah selesai sampai di sini. Sejauh ini, teori Einstein telah dibuktikan oleh berbagai percobaan. Tapi penjelajahan yang terus dilakukan atas kondisi-kondisi ekstrim cepat atau lambat akan menemukan satu himpunan kejadian-lingkup yang tidak dapat dihitung melalui persamaan Einstein, keadaan yang akan menyiapkan medan bagi sebuah penemuan baru yang akan menandai epos baru. Teori relativitas tidak mungkin merupakan akhir cerita, sama seperti teori mekanika Newton, teori elektromagnet Maxwell dan teori-teori lain sebelumnya.

Selama dua ratus tahun teori Newton telah dianggap mutlak sah. Kebenarannya tidak boleh disangkal. Setelah wafatnya Newton, Laplace dan beberapa orang lain membawa teorinya ke tingkat ekstrim sehingga justru menjadi absurd. Perpecahan radikal dengan Kemutlakan mekanika lama adalah satu prasyarat untuk kemajuan fisika di abad ke-20. Para fisikawan modern menepuk dada bahwa mereka telah mengubur monster Kemutlakan untuk selama-lamanya. Tiba-tiba pikiran dibebaskan untuk menjelajah ke dunia yang sampai saat itu belum terpikirkan. Masa-masa itu adalah masa-masa yang

memabukkan! Sayangnya, kebahagiaan semacam itu tidak mungkin bertahan selamanya. Mengutip Robert Burne:

"But pleasures are like poppies spread:

You seize the flow'r, its bloom is shed."

["Namun kebahagiaan itu laksana bunga rumput:

Kau petik bunganya, dan kelopaknyapun runtuh."]

Fisika modern dapat menyelesaikan berbagai masalah, tapi tetap dengan menghasilkan kontradiksi-kontradiksi baru, yang masih belum dapat diselesaikan sampai sekarang. Sebagian besar abad ini, fisika telah didominasi oleh dua teori besar: mekanika kuantum dan relativitas. Apa yang secara umum tidak disadari adalah bahwa kedua teori ini tidak dapat digabungkan. Nyatanya, keduanya tidak cocok satu sama lain. Teori relativitas umum tidak memperhitungkan prinsip ketidakpastian sama sekali. Einstein menghabiskan saat-saat terakhir dari hidupnya untuk menyelesaikan kontradiksi ini, tapi ia gagal.

Teori relativitas adalah sebuah teori yang besar dan revolusioner. Demikian pula mekanika Newton di masa lalu. Namun merupakan takdir dari semua teori untuk berubah menjadi ortodoks, untuk menderita sejenis penebalan pembuluh darah, sampai mereka tidak lagi sanggup menjawab pertanyaan yang diajukan oleh semakin majunya ilmu pengetahuan. Untuk waktu yang panjang, para fisikawan teoritik telah berpuas diri dengan bersandar pada penemuan-penemuan Einstein, mirip dengan generasi sebelumnya yang puas ketika dapat bersumpah atas nama Newton. Dan mirip pula dengan nasib yang dialami teori Newton, orang-orang ini juga bersalah dengan memperlakukan relativitas umum dengan membawanya ke dalam pandangan-pandangan yang paling absurd dan fantastis, yang tidak pernah dipikirkan bahkan oleh para penemunya.

Singularitas, lubang hitam di mana waktu berhenti berputar, *multiverse*[pandangan bahwa ada beberapa alam semesta yang secara sejajar hadir dalam waktu bersamaan, bahwa kita memiliki kembaran di 'dunia lain'], waktu sebelum dimulainya waktu, hal-hal yang tidak dapat dipertanyakan sama sekali - kita dapat membayangkan Einstein memukul-mukul kepalanya sendiri! Semua ini dianggap niscaya diturunkan dari relativitas umum, dan setiap orang yang mengajukan keberatan sekecil apapun akan segera berhadapan dengan otoritas dari Einstein sang Maha Agung. Ini tidak sedikitpun lebih baik daripada situasi sebelum datangnya relativitas, di mana otoritas Newton ditempa sedemikian rupa untuk mempertahankan ortodoksi. Satu-satunya perbedaan adalah bahwa pandangan-pandangan fantastis dari Laplace masih kelihatan

sangat masuk nalar dibandingkan dengan segala abrakadabra mistis yang ditulis oleh beberapa fisikawan modern. Dan bahkan Einstein sendiri, tidak seperti Newton, tidak dapat dipersalahkan atas segala impian di siang bolong dari para penerusnya, yang menciptakan satu *reductio ad absurdum* [reduksi sampai tingkat absurd] dari teori asli yang ditulisnya.

Spekulasi yang tak masuk nalar dan asal-asalan ini adalah bukti terbaik bahwa cangkang teoritik dari fisika modern telah sampai pada keadaan butuh turun mesin. Karena persoalannya di sini terletak pada metodenya. Bukan sekedar bahwa mereka tidak menyediakan satu atau lain jawaban. Persoalannya terletak bahwa mereka bahkan tidak tahu bagaimana mengungkapkan pertanyaan yang tepat. Ini lebih pada persoalan filsafati daripada persoalan ilmiah. Jika segala sesuatu dimungkinkan, maka tiap teori (tepatnya, tebakan) akan sama baiknya dengan teori lainnya. Seluruh sistem ini telah didorong sampai batas titik kemampuannya. Dan untuk menutupi fakta ini, mereka bersandar pada sejenis bahasa mistis, di mana pernyataan-pernyataan yang tidak jelas maknanya menutupi kegagalan untuk memberi hakikat yang tegas ke dalam pernyataan itu. Keadaan ini sama sekali tidak dapat ditoleransi, dan telah mendorong beberapa ilmuwan untuk mempertanyakan asumsi dasar di mana ilmu pengetahuan selama ini beroperasi. Penyelidikan David Bohm terhadap teori mekanika kuantum, interpretasi baru Ilya Prigogine terhadap Hukum Kedua Termodinamika, upaya Hannes Alfén untuk mengajukan satu alternatif terhadap kosmologi ortodoks yang bersandar pada Ledakan Besar [*Big Bang*], dan terutama, kemunculan spektakular dari teori kompleksitas dan *chaos* - semua ini menunjukkan satu kebangkitan baru dalam ilmu pengetahuan. Walaupun masih terlalu dini untuk meramalkan apa yang sebenarnya akan muncul dari semua ini, kelihatannya sangat mungkin bahwa kita sedang memasuki masa-masa yang menggairahkan dari sejarah ilmu pengetahuan, ketika satu cara pendekatan yang benar-benar baru sedang menempuh kemunculannya.

Ada segala macam alasan untuk menganggap bahwa pada akhirnya teori Einstein akan digantikan oleh teori yang baru, yang lebih luas basisnya. Sambil memelihara segala yang berguna dalam teori relativitas, teori baru ini akan mengoreksi dan memperkuatnya sekaligus. Dalam proses ini, kita pasti sampai pada satu pemahaman yang lebih tepat dan seimbang akan masalah-masalah yang berkaitan dengan sifat-sifat waktu, ruang dan sebab-akibat. Hal ini tidaklah berarti kembali pada fisika mekanik yang lama, seperti halnya berkembangnya fisika unsur tidaklah berarti kita kembali ke jaman alkimia. Seperti yang telah kita lihat, sejarah ilmu pengetahuan seringkali melibatkan satu pembalikan yang

kelihatannya membawa kita kembali ke posisi awal kita, tapi sebenarnya terjadi dalam tingkat kualitas yang lebih tinggi.

Satu hal yang dapat kita ramalkan dengan kepercayaan diri mutlak: ketika fisika yang baru ini benar-benar muncul dari kekacauan yang terjadi sekarang ini, tidak akan ada tempat di dalamnya bagi perjalanan-waktu, *multiverse*, atau singularitas yang memeras seluruh jagad menjadi satu titik tunggal, yang tidak mengijinkan kita mengajukan keberatan apapun tentang dirinya sendiri. Fisika baru ini akan bersedih karena ia akan kehilangan peluang memenangkan hadiah bila dapat menyediakan pembenaran 'ilmiah' baru bagi mistisisme, fakta yang akan disesali beberapa orang, tapi yang, dalam jangka panjang, pastilah bukan sesuatu yang berakibat buruk bagi ilmu pengetahuan secara keseluruhan!

[1] Ramalan ini mungkin telah dibuktikan lebih cepat dari apa yang kami harapkan. Sebelum buku ini dikirim ke percetakan, telah muncul berita di media massa tentang sebuah percobaan yang dilakukan para ilmuwan Amerika yang kelihatannya menunjukkan bahwa foton dapat berjalan dengan kecepatan di atas kecepatan cahaya. Percobaan ini adalah percobaan yang sangat rumit, berdasarkan satu gejala aneh yang dikenal sebagai "lorong kuantum" (*quantum tunnelling*). Jika kelak percobaan ini telah dikoroborasi, ia akan menuntut satu perombakan terhadap seluruh konsepsi relativitas.

[i] Kitab Ayub 14:1.

[ii] Aristoteles, *Metaphysics*, pp. 342 dan 1b.

[iii] Hegel, *Phenomenology of Mind*, p. 151.

[iv] Prigogine dan Stengers, op. cit., p. 89.

[v] Hegel, *Phenomenology of Mind*, p. 104.

[vi] Hegel, *Science of Logic*, Vol. 1, p. 229.

[vii] Landau dan Rumer, *What is Relativity?*, pp. 36 dan 37.

[viii] R. P. Feynmann, *Lectures on Physics*, Vol. 1, 1-2.

[ix] Trotsky, *The Struggle Against Facism in Germany*, p. 399.

[x] Feynmann, op. cit., Bab 5, p. 2.

[xi] N. Calder, *Einstein's Universe*, p. 22.

[xii] J. D. Bernal, *Science in History*, pp. 527-8.

[xiii] Calder, op. cit., p. 13.

[xiv] Asimov, op. cit., p. 359.

[xv] Hegel, *Phenomenology of Mind*, p. 151.

[xvi] K. Popper, *Unended Quest*, pp. 96-7 dan 98.

[xvii] Prigogine dan Stengers, op. cit., pp. 10-252-3 dan 277.

BAB 8. Panah Waktu

Hukum Kedua Termodinamika

*"This is the way the world ends
Not with a bang but a whimper."*

"Beginilah caranya dunia ini berakhir
Bukan dengan ledakan tapi dengan isakan."

(T. S. Elliot)

Termodinamika adalah satu cabang fisika teoritik yang berkaitan dengan hukum-hukum pergerakan panas, dan perubahan dari panas menjadi bentuk-bentuk energi yang lain. Istilah ini diturunkan dari bahasa Yunani *therme* ("panas") dan *dynamis* ("gaya"). Cabang ilmu ini didasarkan pada dua prinsip dasar yang aslinya diturunkan dari eksperimen, tapi kini dianggap sebagai aksiom. Prinsip pertama adalah hukum kekekalan energi, yang mengambil bentuk hukum kesetaraan panas dan kerja. Prinsip yang kedua menyatakan bahwa panas itu sendiri tidak dapat mengalir dari benda yang lebih dingin ke benda yang lebih panas tanpa adanya perubahan di kedua benda tersebut.

Ilmu termodinamika adalah hasil dari revolusi industri. Pada awal abad ke-19, ditemukan bahwa energi dapat diubah-ubah menjadi berbagai bentuk, tapi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan. Inilah hukum pertama termodinamika - salah satu hukum dasar fisika. Lalu, di tahun 1850, Robert Clausius menemukan hukum kedua termodinamika. Hukum ini menyatakan bahwa "entropi" (yaitu, perbandingan antara energi yang dikandung sebuah benda dengan suhunya) selalu bertambah dalam tiap perubahan bentuk energi, contohnya, dalam sebuah mesin uap.

Entropi biasanya dipahami sebagai satu kecenderungan inheren menuju disorganisasi. Setiap keluarga pasti sadar bahwa sebuah rumah, tanpa campurtangan secara sadar, pasti berubah dari keadaan teratur menjadi tidak teratur, khususnya ketika ada anak kecil di sana. Besi berkarat, kayu melapuk, daging mati membusuk, air di bak mandi mendingin. Dengan kata lain, nampaknya ada satu kecenderungan menuju pembusukan. Menurut hukum kedua termodinamika, atom, ketika dibiarkan sendiri, akan bercampur dan mengacak dirinya sendiri sejauh mungkin. Karat terjadi karena atom-atom besi cenderung bercampur dengan oksigen dari udara di sekelilingnya untuk membentuk oksida besi. Molekul-molekul yang bergerak cepat pada permukaan air mandi bertumbukan dengan molekul-molekul di udara yang mengelilinginya dan memindahkan energi mereka ke udara.

Ini adalah hukum yang terbatas, yang tidak memiliki makna apapun dalam sebuah sistem yang terdiri dari sejumlah kecil partikel (mikrosistem) atau pada sistem yang memiliki jumlah partikel besar tak berhingga (jagad). Walau demikian, telah terjadi berbagai upaya untuk memperluas penerapannya di luar bidang yang seharusnya, yang membawa kita pada segala macam kesimpulan filsafati yang keliru. Di pertengahan abad lalu, R. Clausius dan W. Thomson, penemu prinsip kedua termodinamika, mencoba menerapkan hukum kedua itu pada jagad secara keseluruhan, dan sampai pada teori yang benar-benar keliru, yang dikenal sebagai "kematian termal", teori tentang akhir alam semesta.

Hukum ini disempurnakan di tahun 1877 oleh Ludwig Boltzmann, yang mencoba untuk menurunkan hukum kedua termodinamika dari teori materi atomik, yang pada waktu itu sedang naik daun. Dalam versi Boltzmann, entropi nampak sebagai satu fungsi peluang dari satu keadaan materi tertentu: semakin tinggi peluang dari satu keadaan, semakin tinggi pula entropinya. Dalam versi ini, semua sistem cenderung menuju satu keadaan setimbang (keadaan di mana tidak ada aliran energi netto). Dengan demikian, ketika satu benda panas ditempatkan berdampingan dengan sebuah benda dingin, energi (panas) akan mengalir dari yang panas ke yang dingin, sampai mereka mencapai keadaan setimbang, yaitu mereka memiliki suhu yang sama.

Boltzmann adalah orang pertama yang mengurus masalah perubahan dari tingkat mikroskopik (skala kecil) ke makroskopik (skala besar) dalam fisika. Ia mencoba menggabungkan dua teori baru termodinamika dengan fisika perlintasan klasik. Mengikuti teladan Maxwell, ia mencoba memecahkan masalah itu melalui teori peluang. Hal ini adalah satu terobosan besar terhadap metode deterministik mekanik Newton. Boltzmann menyadari bahwa penambahan entropi yang tidak dapat dibalik prosesnya itu dapat dilihat sebagai sebuah pernyataan atas pertambahan ketidakteraturan molekular. Prinsipnya tentang keteraturan menyatakan bahwa keadaan yang peluangnya lebih tinggi untuk terjadi dalam satu sistem adalah keadaan di mana berbagai kejadian yang terjadi bersamaan dalam satu sistem saling meniadakan satu dengan yang lain secara sempurna dilihat dari segi statistik. Walaupun molekul-molekul dapat bergerak acak, secara rata-rata, pada saat tertentu, sejumlah molekul akan bergerak ke arah yang sama dengan molekul-molekul lainnya.

Ada satu kontradiksi antara energi dan entropi. Keseimbangan yang labil antara keduanya ditentukan oleh suhunya. Pada satu suhu yang rendah, energi berdominasi, dan kita melihat kemunculan dari keadaan yang beraturan dan berenergi rendah, misalnya dalam kristal es, di mana molekul-molekul dikunci

pada kedudukan tertentu relatif terhadap molekul lainnya. Walau demikian, dalam suhu yang tinggi, entropi berkuasa, dan terwujudkan dalam ketidakberaturan gerak molekul. Struktur kristal akan dihancurkan, dan kita mendapati satu transisi, pertama menjadi cairan, lalu menjadi gas.

Hukum kedua menyatakan bahwa entropi dari satu sistem yang terisolasi selalu bertambah, dan bahwa ketika dua sistem disatukan, entropi dari gabungan kedua sistem itu adalah lebih besar dari jumlah dari kedua entropi tersebut. Walau demikian, hukum kedua termodinamika tidaklah seperti hukum-hukum fisika yang lain, seperti hukum gravitasi Newton, persis adalah karena hukum ini tidak selalu dapat diterapkan. Hukum ini, yang awalnya diturunkan dari satu bidang khusus mekanika klasik, terbatas oleh fakta bahwa Boltzmann tidak memperhitungkan gaya-gaya lain seperti elektromagnetisme atau bahkan gravitasi, hanya memperhitungkan tumburan atom-atom. Ini memberi gambaran yang sangat terbatas terhadap proses fisika, yaitu ia tidak dapat dianggap dapat diterapkan secara umum, sekalipun ia berlaku untuk sistem-sistem yang terbatas, seperti mesin uap. Hukum Kedua tidak dapat diterapkan dalam tiap kejadian-lingkup. Gerak Brown, misalnya, merupakan kontradiksi terhadap hukum ini. Sebagai satu hukum umum jagad dalam bentuk klasiknya, hukum ini keliru.

Orang telah mengklaim bahwa hukum kedua menunjukkan bahwa jagad secara umum haruslah bergerak ke arah keadaan entropik. Dengan menggunakan analogi satu sistem yang tertutup, seluruh jagad dianggap harus berakhir dalam satu keadaan kesetimbangan, dengan suhu yang sama di mana-mana. Bintang-bintang akan kehabisan bahan bakar. Semua kehidupan harus berhenti ada. Jagad pada akhirnya akan melayu menjadi satu kehampaan yang luas tak berhingga. Ia akan menderita satu "kematian-panas". Pandangan yang suram tentang masa depan jagad ini berlawanan langsung dengan apa yang sudah kita ketahui tentang masa lalunya, atau masa kininya. Konsep bahwa materi itu sendiri cenderung akan menuju satu keadaan setimbang mutlak juga bertentangan dengan alam itu sendiri. Ini adalah pandangan yang abstrak dan mati terhadap jagad. Pada saat ini, jagad sangat jauh dari keadaan setimbang apapun, dan tidak ada petunjuk apapun bahwa keadaan semacam ini pernah terjadi di masa lalu, atau akan terjadi di masa datang. Lebih jauh lagi, jika kecenderungan menuju entropi adalah permanen dan linear, tidak dapat kita jelaskan mengapa tidak dari dulu jagad ini berakhir menjadi satu sup yang berisi partikel-partikel tak berbentuk.

Namun ini adalah satu bukti lagi tentang apa yang akan terjadi ketika satu teori ilmiah diupayakan untuk diperluas ke luar batasan di mana ia telah terbukti dapat diterapkan. Keterbatasan prinsip termodinamika telah ditunjukkan di abad lalu dalam satu polemik antara Lord Kelvin, fisikawan Inggris terkemuka itu, dan para geolog, mengenai usia bumi. Ramalan yang dibuat oleh Lord Kelvin berdasarkan termodinamika ternyata bertentangan dengan apa yang telah diketahui mengenai evolusi biologis dan geologis. Teori itu mempostulatkan bahwa bumi seharusnya masih berada dalam keadaan cair 20 juta tahun yang lalu. Satu akumulasi data yang luar biasa besar membuktikan bahwa para geologis benar dan Lord Kelvin keliru.

Di tahun 1928, Sir James Jean, ilmuwan dan filsuf idealis Inggris, menghidupkan kembali argumen lama mengenai "kematian-panas" jagad, dengan menambahkan unsur-unsur yang diambil dari teori relativitas Einstein. Karena materi dan energi adalah setara, katanya, jagad ini harus berakhir dalam satu peralihan sempurna dari materi menjadi energi: "Hukum kedua termodinamika," ia meramal dengan penuh hawa gelap, "mengharuskan materi di jagad (sic!) untuk selalu bergerak dalam jurusan yang sama yang berakhir hanya dalam kematian dan penghancuran."^[i]

Skenario yang sama pesimistiknya telah diajukan baru-baru ini. Mengutip satu buku yang baru diterbitkan:

"Jagad ini di masa depan yang jauh akan menjadi satu sup cair yang tak terbayangkan, yang terdiri dari foton, neutrino dan sejumlah elektron dan positron yang semakin berkurang, semuanya bergerak saling menjauh. Sejauh yang kita tahu, tidak ada proses dasar fisika yang dapat terjadi lagi. Tidak ada kejadian penting yang akan terjadi untuk mengganggu kemandulan suram dari jagad yang telah menempuh seluruh perjalanannya tapi masih dikutuk untuk hidup selamanya - atau mati selamanya, mungkin itu penggambaran yang lebih sesuai.

"Citra yang menakutkan dari kehampaan yang dingin, gelap dan tak berbentuk ini adalah yang kesejajaran terdekat yang dapat dicapai kosmologi modern dengan "kematian-panas" dari abad ke-19."^[ii]

Apa kesimpulan yang harus kita tarik dari semua ini? Jika semua kehidupan, dan juga semua materi, bukan hanya bumi, tapi di seluruh jagad raya, ditakdirkan hancur, maka mengapa kita perlu bersusah hati? Perluasan yang keterlaluan atas hukum kedua termodinamika di luar batasan aktual penerapannya telah menumbuhkan berbagai kesimpulan filsafati yang keliru dan nihilistik. Maka, Bertrand Russel, filsuf Inggris itu, dapat menulis baris-baris berikut ini dalam bukunya *Why I Am Not a Christian*:

"Semua karya dari segala abad, segala pengabdian, segala ilham, segala kegemilangan yang menyilaukan dari manusia-manusia jenius, ditakdirkan untuk menemui ajal dalam kematian agung tata surya, dan ... semua tugu peringatan atas pencapaian manusia niscaya akan dikuburkan di bawah reruntuhan jagad - semua hal ini, jika

bukannya tak terbantahkan, sampai kini hampir-hampir demikian pastinya sehingga tidak satupun filsafat yang menolaknya dapat berharap untuk bertahan. Hanya di dalam pelukan kebenaran-kebenaran inilah, hanya di atas pondasi kokoh dari keputusan, kita dapat membangun dengan selamat tempat tinggal bagi jiwa kita."^[iii]

Keteraturan dari Kekacauan

Di tahun-tahun terakhir, interpretasi pesimistik dari Hukum Kedua Termodinamika telah mendapatkan tantangan dari satu teori baru yang mengejutkan. Pemenang Hadiah Nobel dari Belgia Ilya Prigogine dan para rekan kerjanya telah memelopori satu interpretasi yang sama sekali berbeda dari teori klasik termodinamika. Terdapat beberapa paralel antara teori Boltzmann dan teori Darwin. Pada teori yang disebut terakhir, sejumlah besar *fluktuasi acak* membawa kita pada titik *perubahan yang tidak dapat dibalik lagi*. Yang satu dalam bentuk evolusi biologis, yang lain dalam disipasi energi, dan evolusi menuju ketidakteraturan. Dalam termodinamika, waktu menunjukkan satu degradasi dan kematian. Pertanyaan yang muncul adalah, bagaimana hal ini cocok dengan gejala munculnya kehidupan, dengan kecenderungan inherennya ke arah organisasi dan kompleksitas yang semakin lama semakin tinggi tingkatannya.

Hukum itu menyatakan bahwa segala sesuatu, jika dibiarkan, cenderung menuju satu peningkatan entropi. Di tahun 1960-an, Ilya Prigogine dan lain-lain menyadari bahwa di dunia nyata atom-atom tidak pernah dibiarkan "sendirian". Segala sesuatu saling mempengaruhi. Atom-atom dan molekul hampir selalu terbuka pada aliran energi dan materi dari luar, yang, jika cukup kuat, akan membalik sebagian apa yang nampak sebagai proses yang tak dapat dibalik itu, proses menuju ketidakteraturan yang terkandung dalam hukum kedua termodinamika. Kenyataannya, alam menunjukkan berbagai kejadian yang bukan hanya dari jenis pembusukan dan peluruhan, tapi juga proses yang kebalikannya, pengorganisan diri dan pertumbuhan yang spontan. Kayu melapuk, tapi pohon tumbuh. Menurut Prigogine, struktur pengorganisan diri terjadi di mana-mana di alam ini. Dengan itu, M. Waldrop menyimpulkan:

"Seberkas laser adalah sistem yang mengorganisir diri sendiri di mana partikel-partikel cahaya, foton, dapat mengelompokkan dirinya secara spontan ke dalam satu berkas yang luar biasa kuat di mana setiap foton bergerak dalam langkah yang seragam. Satu angin topan adalah satu sistem yang mengorganisir diri sendiri, yang mengambil tenaganya dari arus energi yang stabil dari matahari, yang mendorong angin dan menarik air hujan dari lautan. Satu sel hidup - sekalipun terlalu rumit untuk dianalisa secara matematik - adalah satu sistem yang mengorganisir diri sendiri, yang bertahan hidup dengan menyerap energi dalam bentuk makanan dan mengeluarkan energi dalam bentuk panas dan bahan buangan."^[iv]

Di manapun di alam ini kita melihat pola. Beberapa teratur, yang lain tidak teratur. Ada pembusukan tapi ada juga pertumbuhan. Ada kehidupan tapi juga ada kematian. Dan, nyatanya, kecenderungan-kecenderungan yang saling berkonflik ini terikat bersama-sama. Mereka tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Hukum kedua menyatakan bahwa semua di alam ini memegang tiket sekali jalan menuju ketidakteraturan dan pembusukan. Tapi hal ini tidak sesuai dengan pola umum yang kita amati di alam. Konsep "entropi" itu sendiri, di luar batasan ketat termodinamika, adalah konsep yang sangat problematik.

"Para fisikawan yang berpikir tentang tata-kerja termodinamika menyadari betapa menggonggonya persoalan tentang, seperti yang dikemukakan seseorang, 'bagaimana satu aliran energi yang tidak memiliki tujuan tertentu dapat mendamparkan kehidupan dan kesadaran ke dunia.' Untuk memperberat kesulitannya, datanglah konsep tentang entropi, cukup terdefinisi secara rasional untuk tujuan-tujuan termodinamik dalam bentuk panas dan suhu, tapi sungguh sulit dipegang sebagai satu ukuran bagiketidakteraturan. Para fisikawan telah cukup mendapat kesulitan untuk mengukur tingkat keteraturan pada air, yang membentuk struktur kristalin dalam perubahannya menjadi es, energi meleleh keluar selama proses itu. Tapi entropi termodinamik gagal sepenuhnya sebagai satu ukuran atas perubahan derajat bentuk dan tanpa bentuk dalam pembentukan asam amino, mikroorganisme, hewan dan tumbuhan yang dapat mereproduksi dirinya sendiri, atau sistem informasi kompleks seperti otak. Tentu pulau-pulau keteraturan yang berevolusi ini harus mematuhi pula hukum kedua itu. Hukum yang penting, hukum tentang penciptaan, terletak di tempat lain."^[v]

Proses fusi nuklir adalah sebuah contoh, bukan dari peluruhan, tapi dari pembangunan jagad. Hal ini telah ditunjukkan di tahun 1931 oleh H. T. Poggio, yang mengingatkan para nabi kiamat termodinamis bahwa mereka telah secara ilegal mengekstrapolasi satu hukum yang berlaku hanya pada batas tertentu di bumi pada seluruh jagad raya.

"Janganlah kita terlampau yakin bahwa jagad raya ini seperti sebuah jam yang selalu semakin lambat jalannya. Di sana-sini mungkin ada mekanisme untuk memutar lagi pegas jam itu."^[vi]

Hukum kedua termodinamika mengandung dua unsur dasar - satu negatif dan satu positif. Yang pertama menyatakan bahwa proses-proses tertentu adalah mustahil (misal, bahwa panas mengalir dari sumber yang panas menuju yang dingin, tidak pernah sebaliknya) dan yang kedua (yang diturunkan dari yang pertama) menyatakan bahwa entropi adalah ciri yang niscaya dari semua sistem yang terisolasi. Dalam sebuah sistem yang terisolasi, semua situasi yang tidak setimbang akan menghasilkan satu evolusi menuju satu keadaan setimbang. Termodinamika tradisional melihat hanya melihat pergerakan ke arah ketidakteraturan dalam entropi. Hal ini ternyata hanya merujuk *pada sistem yang sederhana dan terisolasi* (misal, sebuah mesin uap). Interpretasi baru dari

Prigogine atas Teori Boltzmann jauh lebih luas, dan berbeda secara radikal dari interpretasi tradisional itu.

Reaksi kimia terjadi sebagai hasil tumburan antar molekul. Normalnya, tumburan itu tidak membawa satu perubahan keadaan; molekul-molekul hanya bertukar energi. Walau demikian, kadang kala, satu tumburan menghasilkan perubahan pada molekul-molekul yang terlibat (satu "tumburan reaktif"). Reaksi-reaksi ini dapat dipercepat oleh hadirnya sebuah katalis. Dalam organisme hidup, katalis ini adalah protein-protein khusus, yang disebut enzim. Ada segala macam alasan untuk percaya bahwa proses ini memainkan peranan penting dalam munculnya kehidupan di bumi. Apa yang nampak sebagai kacau, pergerakan molekul yang sepenuhnya acak, pada titik tertentu mencapai tahap kritis di mana kuantitas tiba-tiba berubah menjadi kualitas. Dan ini adalah sifat hakiki dari segala bentuk materi, bukan hanya yang organik melainkan juga yang anorganik.

"Yang mengagumkan, persepsi tentang arah waktu meningkat sejalan dengan peningkatan level pengorganisasian biologis dan mungkin mencapai titik puncaknya pada kesadaran manusia."^[vii]

Tiap organisme hidup menggabungkan keteraturan dan aktivitas. Sebaliknya, satu kristal dalam keadaan setimbang memiliki struktur tapi diam. Di alam, kesetimbangan bukanlah satu keadaan normal tapi, mengutip Prigogine, "satu keadaan yang jarang dan tidak pasti terjadi". Keadaan *yang bukan kesetimbangan* adalah norma yang berlaku di alam. Dalam sistem yang sederhana dan terisolasi seperti sebuah kristal, kesetimbangan dapat dipelihara untuk waktu yang lama, bahkan selama-lamanya. Tapi persoalannya berubah ketika kita berurusan dengan proses yang kompleks, seperti makhluk hidup. Satu sel hidup tidak dapat dijaga dalam keadaan setimbang, dia akan mati. Proses yang mengatur munculnya kehidupan bukanlah proses yang sederhana dan linear, tapi dialektik, melibatkan lompatan-lompatan mendadak, di mana kuantitas berubah menjadi kualitas.

Reaksi kimia "klasik" dilihat sebagai satu proses yang sangat acak. Molekul-molekul yang terlibat tersebar merata secara "normal", yaitu sesuai dengan kurva Gauss. Jenis reaksi seperti ini cocok pada konsep Boltzmann, di mana semua rantai-samping dari reaksi akan lenyap dan reaksi akan berakhir dalam sebuah reaksi yang stabil, satu kesetimbangan yang tidak bergeser lagi. Walau demikian, pada dekade terakhir, telah ditemukan reaksi kimia yang menyimpang dari konsep yang ideal dan disederhanakan ini. Reaksi-reaksi ini dikenal sebagai nama umumnya, "jam kimiawi". Contoh yang paling terkenal adalah reaksi Belousov-Zhabotinsky, dan model Brussel yang diciptakan oleh Ilya Prigogine.

Termodinamika linear menggambarkan satu perilaku sistem yang stabil dan dapat diramalkan, yang cenderung menuju satu tingkat aktivitas minimum yang dimungkinkan. Walau demikian, ketika gaya-gaya termodinamik yang bekerja pada sebuah sistem mencapai titik di mana wilayah linear telah dilewati, stabilitas tidak akan dapat dipertahankan. Turbulensi muncul. Untuk waktu yang lama, turbulensi dianggap sebagai sebuah sinonim atas kata ketidakteraturan atau *chaos*. Tapi kini telah ditemukan bahwa apa yang nampak sebagai keteraturan yang kacau pada tingkat makroskopik, pada kenyataannya, sangat terorganisir di tingkat mikroskopik.

Kini, telaah atas ketidakstabilan kimiawi telah menjadi hal yang jamak. Salah satu yang paling menarik adalah penelitian yang dilakukan di Brussels di bawah bimbingan Ilya Prigogine. Telaah atas apa yang terjadi di luar batas kritis di mana ketidakstabilan kimiawi dapat terjadi memiliki makna yang sangat penting dari sudut dialektika. Salah satu gejala yang terpenting adalah apa yang disebut "jam kimiawi". Model Brussels (yang dijuluki "Brusselerator" oleh para ilmuwan Amerika) menggambarkan perilaku dari molekul-molekul gas. Anggaplah ada dua jenis molekul, "merah" dan "biru", dalam sebuah pergerakan yang *chaos*, acak sepenuhnya. Kita akan mengharapkan bahwa, pada titik tertentu akan terjadi satu distribusi tidak teratur dari molekul-molekul, menghasilkan satu warna "ungu", dengan warna merah atau biru sekilas muncul di sana-sini. Tapi, dalam sebuah jam kimiawi, hal ini tidak terjadi jika titik kritis tertentu telah dilewati. Sistem itu seluruhnya biru, lalu seluruhnya merah, dan pergantian ini terjadi dengan jarak waktu yang teratur.

"Tingkatan keteraturan semacam itu, yang muncul dari aktivitas milyaran molekul, kelihatannya menakjubkan," ujar Prigogine dan Stengers, "dan sesungguhnya, jika jam kimiawi tidak pernah muncul dalam pengamatan, tidak akan ada yang pernah percaya bahwa proses tersebut dimungkinkan. Untuk menukar warna seluruhnya sekaligus, molekul-molekul itu harus memiliki satu cara untuk 'berkomunikasi'. Sistem itu harus bertindak sebagai sebuah keseluruhan. Kami akan kembali lagi dan lagi pada kata kunci ini, berkomunikasi, yang memainkan peranan sangat mencolok di berbagai bidang, dari kimia sampai fisiologi-syaraf. Struktur pelepasan panas [disipatif] barangkali merupakan salah satu mekanisme fisik paling sederhana untuk berkomunikasi."

Gejala "jam kimiawi" menunjukkan bagaimana keteraturan dapat *muncul secara spontan dari kekacauan* di alam pada titik tertentu. Ini adalah satu pengamatan yang penting, khususnya dalam hubungannya pada cara di mana kehidupan muncul dari materi anorganik.

"Model 'keteraturan yang muncul dari fluktuasi' memperkenalkan satu dunia yang tidak stabil di mana perubahan kecil dapat menghasilkan efek yang besar, tapi dunia semacam ini tidaklah acak. Sebaliknya, alasan untuk

pembesaran efek dari kejadian kecil adalah persoalan yang sah untuk diselidiki secara rasional."

Dalam teori klasik, reaksi kimia terjadi dalam cara yang teratur secara statistik. Normalnya, terjadilah satu pemusatan rata-rata molekul, dengan satu distribusi yang merata. Nyatanya, pemusatan-pemusatan lokal muncul di sana-sini, pemusatan yang *mengorganisir diri mereka sendiri*. Hasilnya sangat tidak terduga dari sudut pandang teori tradisional. Titik-titik fokus ini dari apa yang disebut Prigogine sebagai "organisasi-diri" ini dapat mengkonsolidasikan diri mereka sampai titik di mana mereka dapat mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Apa yang sebelumnya dianggap sebagai satu gejala sampingan kini terbukti sangat menentukan. Pandangan tradisional menganggap proses yang tidak dapat dibalik sebagai satu gangguan, yang disebabkan oleh gesekan dan lain-lain sumber kebocoran panas pada mesin. Tapi situasinya telah berubah. Tanpa proses-proses yang tidak dapat dibalik seperti itu, kehidupan mustahil akan muncul. Pandangan lama tentang ireversibilitas sebagai sebuah gejala yang *subjektif* (sebuah hasil dari ketidaktahuan) kini telah mendapat tentangan yang keras. Menurut Prigogine, ireversibilitas hadir dalam segala tingkatan, baik yang mikroskopis maupun makroskopis. Baginya, hukum kedua termodinamika membawa kita pada *konsep baru tentang materi*. Dalam satu keadaan bukan-kesetimbangan, *keteraturan muncul*. "Keadaan bukan-kesetimbangan membuat keteraturan lahir dari kekacauan."^[viii]

[i] Dikutip dalam Lerner, op. cit., p. 134.

[ii] P. Davies, *The Last Three Minutes*, pp. 98-9.

[iii] Dikutip oleh Davies, op. cit., p. 13.

[iv] M. Waldrop, *Complexity*, pp. 33-4.

[v] Gleick, op. cit., p. 308.

[vi] Lerner, op. cit., p. 139.

[vii] Prigogine dan Stengers, op. cit., p. 298.

[viii] *Ibid.*, pp. 147, 206, 287.

Bab 9. Big Bang

Kosmologi

Bagi banyak orang, yang tidak terbiasa dengan pemikiran dialektik, pandangan tentang ketidakterbatasan pasti sulit diterima. Pandangan ini terlalu jauh bedanya dengan dunia sehari-hari yang terbatas ini. Terlebih lagi, ia sangat berbeda dengan ajaran dari banyak agama utama. Sebagian besar dari agama-agama kuno memiliki Mitos Penciptaan. Kaum Terpelajar Yahudi di Abad Pertengahan menetapkan hari penciptaan pada tahun 3760 SM, dan nyatanya, kalender Yahudi bermula pada tahun tersebut. Di tahun 1658, Uskup Ussher menetapkan bahwa jagad ini diciptakan di tahun 4004 SM. Sepanjang abad ke-18, jagad ini dianggap berumur enam atau tujuh ribu tahun.

Tapi - Anda mungkin membantah - ilmu pengetahuan abad ke-20 tidak memiliki persamaan apapun dengan semua mitos Penciptaan itu! Dengan metode ilmiah modern kita dapat memperoleh satu gambaran yang akurat akan ukuran dan asal-usul jagad. Sayangnya, persoalannya tidaklah semudah itu. Pertama, sekalipun ada kemajuan raksasa yang kita capai, jangkauan jagad raya yang dapat kita amati masih sangat terbatas oleh terbatasnya kemampuan informasi dari teleskop, radio-teleskop dan satelit yang paling kuat sekalipun. Kedua, dan merupakan alasan yang lebih serius, cara yang digunakan untuk menginterpretasi hasil-hasil dan pengamatan ini masih sangat spekulatif, seringkali terlalu dekat dengan batas-batas mistisisme. Terlalu sering, kita mendapat kesan bahwa kita memang telah mundur ke dunia Mitos Penciptaan ("*the Big Bang*", Ledakan Besar), lengkap dengan sahabat karibnya, Hari Penghakiman Terakhir ("*the Big Crunch*", Remukan Besar).

Secara bertahap, mulai dengan penemuan teleskop, kemajuan teknologi telah mendorong batas-batas jagad semakin jauh dan semakin jauh. Lengkung kristal yang sejak Aristoteles dan Ptolomeus telah tertanam dalam benak manusia, akhirnya dihancurkan, bersama segala macam rintangan yang ditempatkan oleh prasangka-prasangka religius dari Abad Pertengahan untuk menghalangi kemajuan.

Di tahun 1755, Kant mempostulatkan keberadaan kumpulan bintang yang jauh, yang disebutnya "pulau jagad". Tapi, sampai tahun 1924, jagad ini masih dianggap hanya berdiameter 20.000 tahun cahaya dan terdiri dari tiga galaksi saja. Galaksi kita dan dua tetangga yang lain. Kemudian kosmologis Amerika,

Edwin Powell Hubble, dengan menggunakan teleskop 100 inci yang baru di Gunung Wilson, menunjukkan bahwa Nebula Andromeda berada jauh di luar galaksi kita. Lalu galaksi-galaksi lain yang lebih jauh lagi juga ditemukan. Hipotesis "pulau jagad" Kant terbukti tepat. Dengan demikian, jagad ini "mengembang" dengan cepat - dalam pikiran manusia - dan masih terus mengembang sejak itu, sejalan dengan ditemukannya benda-benda langit yang semakin lama semakin jauh. Bukannya 200.000 tahun cahaya, kini jagad dianggap berdiameter puluhan milyar tahun cahaya, dan waktu akan membuktikan bahwa bahkan perhitungan kita yang sekarang sama sekali tidak cukup besar. Karena jagad ini, seperti anggapan Nicolas dari Cusa dan lain-lain, adalah tak terbatas. Sebelum Perang Dunia II, usia jagad ini dianggap hanya dua milyar tahun. Sedikit lebih baik dari perhitungan Uskup Ussher. Tapi masih juga keliru besar. Di masa kini ada satu perdebatan keras di antara para pendukung teori Ledakan Besar mengenai usia jagad yang semestinya. Kita akan kembali pada hal ini nanti.

Teori Ledakan Besar sebenarnya hanyalah sebuah mitos Penciptaan (seperti yang dinyatakan oleh Kitab Kejadian). Ia menyatakan bahwa jagad mulai ada sekitar 15 milyar tahun lalu. Sebelumnya, menurut teori ini, tidak ada jagad, tidak ada materi, tidak ada ruang, dan jika Anda suka, tidak ada waktu juga. Pada waktu itu, semua materi di jagad, katanya, terkonsentrasi menjadi satu titik saja. Titik yang tidak kasat mata ini, yang bagi para penganut teori Ledakan Besar disebut *singularitas*, lalu meledak, dengan kekuatan yang sedemikian rupa sehingga ia tiba-tiba menjadi seluruh alam raya ini, yang kini terus mengembang sebagai akibat ledakan itu. Oh, mumpung belum lupa, inilah saat di mana "waktu dimulai". Jika Anda berpikir bahwa ini adalah semacam lelucon, buang pikiran itu jauh-jauh. Persis inilah yang dinyatakan oleh Teori Ledakan Besar. Inilah apa yang kini benar-benar dipercaya oleh sebagian besar profesor di universitas, yang memiliki serangkaian panjang huruf di belakang nama mereka itu. Ada satu bukti yang sangat jelas mengenai satu pergeseran ke arah mistisisme di dalam tulisan dari sebagian masyarakat ilmiah. Pada tahun-tahun terakhir, kita telah melihat satu banjir buku tentang ilmu pengetahuan yang, di balik kedok upaya mempopulerkan teori-teori jagad yang terbaru, berupaya menyelundupkan berbagai jenis pandangan religius, khususnya, dalam hubungannya dengan apa yang disebut teori Ledakan Besar.

The New Scientist (edisi 7 Mei 1994) menerbitkan satu artikel berjudul *In the Beginning Was the Bang*. Penulisnya, Colin Price, yang terlatih dan bekerja sebagai seorang ilmuwan, tapi kini adalah seorang pendeta aliran

Congregationalist. Ia mulai dengan satu pertanyaan: "Apakah kisah Ledakan Besar benar-benar sesuai dengan kitab suci? Atau sebaliknya, apakah kisah dalam Kejadian memang benar-benar ilmiah?" Dan ia mengakhiri tulisannya dengan penegasan yang sangat percaya diri: "tidak seorangpun akan menyepakati teori Ledakan Besar lebih penuh daripada para penulis kedua bab pertama dari Kitab Kejadian." Hal ini cukup wajar mengingat filsafat mistik yang berada di balik apa yang oleh Tuan Price, tanpa ragu pasti disertai decak di mulut, dengan tepat digambarkan sebagai *kisah* Ledakan Besar.

Efek Doppler

Di tahun 1915, Albert Einstein mengajukan teorinya tentang relativitas umum. Sebelum penemuan ini, pandangan umum tentang jagad diturunkan dari model mekanika klasik yang dibuat di abad ke-18 oleh Sir Isaac Newton. Bagi Newton, jagad ini nampak seperti mekanik sebuah jam raksasa, yang patuh pada sejumlah hukum-hukum gerak yang tetap. Jangkauannya tidak terbatas, tapi pada hakikatnya tidak pernah berubah. Pandangan tentang jagad ini mengandung segala macam cacat yang diderita semua teori yang mekanistik, non-dialektis. Ia *statis*.

Di tahun 1929, Edwin Hubble, dengan menggunakan teleskop baru yang amat kuat, menunjukkan bahwa jagad ini jauh lebih besar dari yang diperkirakan semula. Lebih jauh lagi, ia mencatat satu gejala yang semula tidak teramati. Ketika cahaya mencapai mata kita dari sebuah benda yang bergerak, ia menghasilkan satu pergeseran dalam frekuensi. Hal ini dapat dinyatakan dalam bentuk warna spektrum. Ketika sebuah sumber cahaya berjalan mendekati kita, warnanya kita anggap bergeser ke arah frekuensi yang lebih tinggi (ungu). Ketika ia menjauh, kita melihat pergeseran warna ke arah frekuensi yang lebih rendah (merah). Teori ini, yang pertama kali dikemukakan oleh fisikawan Austria, Christian Doppler, dikenal sebagai "Efek Doppler", dan memiliki akibat-akibat penting dalam astronomi. Bintang-bintang nampak bagi para pengamat sebagai satu pola cahaya dengan latar belakang yang gelap. Dengan mencatat bahwa kebanyakan bintang menunjukkan pergeseran ke arah warna merah, pengamatan Hubble menumbuhkan ide bahwa galaksi-galaksi sedang bergerak menjauhi kita dengan kecepatan yang sebanding dengan jarak dari galaksi-galaksi itu. Hal ini kemudian dikenal sebagai Hukum Hubble, sekalipun Hubble sendiri tidak berpikir bahwa jagad ini sedang mengembang.

Hubble mengamati bahwa terdapat satu korelasi antara pergeseran [*redshift*] itu dan jaraknya, seperti yang terukur melalui kilau-tampak [*apparent brightness*]

galaksi-galaksi. Nampaknya galaksi terjauh yang teramati saat itu sedang bergerak dengan kecepatan 25.000 mil per detik [± 40.000 km/detik]. Dengan datangnya teleskop 200 inci yang baru di tahun 1960-an, benda-benda langit yang semakin jauh semakin banyak terdeteksi, benda-benda yang bergerak dengan kecepatan 150.000 mil per detik [± 240.000 km/detik]. Di atas hasil pengamatan ini, hipotesis tentang "jagad yang mengembang" dibangun. Di samping itu, "persamaan medan" dari teori relativitas umum Einstein dapat diinterpretasikan dalam cara yang sedemikian rupa sehingga persamaan itu bertepatan dengan ide ini. Dengan perluasan, argumennya demikian, jika jagad ini sedang mengembang, ia pasti lebih kecil di masa lalu. Konsekuensi dari sini adalah hipotesis bahwa jagad harusnya mulai dengan satu materi inti yang kerapatannya tak berhingga. Ini bukan asli ide Hubble. Ide ini diajukan di tahun 1922 oleh ahli matematika Rusia, Alexander Friedmann. Lalu di tahun 1927, Georges Lemaître pertama kali mengungkapkan idenya tentang "telur kosmis". Dari sudut pandang materialisme dialektik, ide tentang jagad yang tidak pernah berubah dan tertutup, dalam keadaan kesetimbangan yang permanen jelas tidak tepat. Dengan demikian, satu langkah untuk meninggalkan pandangan ini tentunya adalah sebuah langkah maju.

Teori Friedmann diberi satu dorongan yang penting oleh pengamatan Hubble dan Wirtz. Penemuan-penemuan ini nampaknya menunjukkan bahwa jagad, atau setidaknya bagian yang dapat kita amati, sedang mengembang. Hal ini segera diraup oleh Georges Lemaître, seorang pastur Belgia, yang mencoba membuktikan bahwa, jika jagad ini memiliki ruang yang terbatas luasnya, ia harus pula terbatas dalam waktu - ia harus memiliki satu *awal*. Bergunanya teori tersebut bagi Gereja Katolik tidak dapat diragukan lagi. Ia membuka lebar-lebar satu pintu terhadap ide tentang Sang Pencipta, yang, setelah diusir keluar dari jagad oleh ilmu pengetahuan, kini sedang bersiap untuk kembali dengan megah. "Saya pikir waktu itu," kata Hannes Alfvén bertahun-tahun kemudian, "bahwa motivasi untuk teori ini adalah kebutuhan Lemaître untuk mendamaikan fisika yang dipahaminya dengan doktrin Gereja tentang penciptaan *ex nihilo* [dari kekosongan]." [i] Lemaître belakangan mendapatkan hadiah dengan pengangkatannya sebagai direktur Akademi Ilmu Pengetahuan Kepausan.

Bagaimana Teori Ini Berkembang

Sebenarnya tidak tepat kalau kita merujuk kepada "teori Ledakan Besar". Yang mana? Nyatanya, sudah ada setidaknya lima kali keluar teori semacam itu, yang setiap kali pasti menemui kesulitan-kesulitan. Yang pertama, seperti yang kita lihat, dikemukakan di tahun 1927 oleh Lemaître. Teori ini dengan segera ditolak

berdasarkan beberapa hal - kesimpulan yang keliru atas relativitas umum dan termodinamika, satu teori yang keliru tentang sinar kosmis dan evolusi bintang-bintang, dan lain-lain. Pasca Perang Dunia II, teori yang telah dipermalukan ini dihidupkan lagi oleh George Gamow dan kawan-kawannya dalam bentuk baru. Sejumlah perhitungan dimajukan oleh Gamow dan kawan-kawannya, (kebetulan, bukannya tanpa sejumlah "akuntansi kreatif" ilmiah) untuk menjelaskan berbagai gejala yang akan terjadi akibat Ledakan Besar itu - kerapatan materi, suhu, tingkat radiasi, dan seterusnya. Gaya penulisan Gamow yang gemilang menjamin teori Ledakan Besar meresap ke dalam imajinasi populer. Sekali lagi teori itu membentur kesulitan-kesulitan yang serius.

Sejumlah ketidakcocokan ditemukan, hal yang melumpuhkan, bukan saja model Gamow, tapi juga model "jagad yang bergetar" yang dikerjakan oleh Robert Dicke dan lain-lain, dalam upaya untuk mengatasi masalah tentang apa yang terjadi sebelum Ledakan Besar itu, dengan membuat jagad bergetar dalam sebuah siklus yang tanpa akhir. Tapi Gamow telah membuat satu ramalan yang penting - bahwa ledakan yang demikian besar pasti meninggalkan bukti dalam bentuk "radiasi latar" [*background radiation*], sejenis gema dari Ledakan Besar pada ruang. Hal ini digunakan untuk menghidupkan kembali teori itu beberapa tahun sesudahnya.

Sejak awal, ada penentangan terhadap ide ini. Di tahun 1928 Thomas Gold dan Hermann Bondi mengajukan "*steady state*" [keadaan stabil] sebagai sebuah alternatif, yang kemudian dipopulerkan oleh Fred Hoyle. Walaupun teori itu menerima satu jagad yang mengembang, ia mencoba menjelaskannya dengan satu "penciptaan materi dari ketiadaan secara terus-menerus". Hal ini katanya terjadi setiap saat, tapi dengan tingkat yang demikian rendah sehingga tidak terdeteksi oleh tingkat teknologi masa kini. Hal ini berarti bahwa jagad tinggal pada hakikatnya tetap sepanjang segala abad, dari situlah nama "*steady state*" didapatkan. Masalahnya bukannya tambah jelas malah tambah kabur berantakan. Dari "telur kosmis", sekarang kita mendapati "materi yang diciptakan dari ketiadaan"! Kedua teori yang saling bersaing ini bertempur selama beberapa dasawarsa.

Fakta bahwa banyak ilmuwan serius bersedia menerima pandangan fantastis Hoyle tentang materi yang diciptakan dari ketiadaan itu sendiri sesungguhnya sangat mengejutkan. Kemudian, teori ini terbukti keliru. Teori *steady state* mengasumsikan bahwa jagad ini homogen dalam ruang dan waktu. Jika jagad berada dalam keadaan *steady state* sepanjang waktu, kerapatan dari benda-benda yang memancarkan gelombang radio seharusnya konstan, karena

semakin jauh kita menjenguk ke angkasa luar, kita melihat semakin jauh ke belakang dalam waktu. Walau demikian, pengamatan menunjukkan bahwa hal ini tidak terjadi. Semakin jauh kita melihat ke angkasa luar, semakin besar intensitas gelombang radio. Hal ini membuktikan secara meyakinkan bahwa jagad berada dalam keadaan perubahan dan evolusi yang konstan. Teori *steady state* keliru.

Di tahun 1964, teori *steady state* menderita pukulan pamungkasnya dengan penemuan dua astronom muda Amerika Serikat, Arnas Penzias dan Robert Wilson, tentang radiasi latar di angkasa luar. Hal ini dengan segera dianggap sebagai "gema" Ledakan Besar yang diramalkan oleh Gamow. Meski demikian, terdapat berbagai ketidakcocokan. Suhu radiasi itu ternyata hanya 3,5°K, bukan 20°K seperti yang diramalkan Gamow, atau 30°K yang diramalkan penerusnya, P. J. E. Peebles. Hasil ini malah lebih buruk dari apa yang nampak. Karena jumlah energi dalam sebuah medan adalah berbanding lurus dengan pangkat empat dari suhunya, energi dalam radiasi yang teramati sebenarnya adalah beberapa ribu kali lebih lemah daripada apa yang diramalkan.

Robert Dicke dan P. J. E. Peebles mengambil alih teori dari kedudukan yang ditinggalkan Gamow. Dicke menyadari bahwa ada satu cara yang enak untuk mengatasi pertanyaan yang mengganggu tentang apa yang terjadi sebelum Ledakan Besar, jika saja mereka dapat kembali pada ide Einstein tentang jagad yang tertutup. Maka dapat dikemukakan bahwa jagad akan mengembang untuk beberapa waktu, kemudian runtuh menjadi satu titik tunggal (sebuah "singularitas"), atau sesuatu yang sejenis dengan itu, lalu kembali memantul ke dalam perluasan, sejenis permainan ping-pong kosmis yang berlangsung selamanya. Kesulitannya terletak pada kenyataan bahwa Gamow telah menghitung energi dan kerapatan jagad pada tingkat yang persis di bawah tingkat yang dibutuhkan untuk membuat satu jagad yang tertutup. Kerapatannya dihitung sebesar sekitar dua atom per kubik meter ruang; dan kerapatan energinya, yang dinyatakan dalam peramalan tentang suhu radiasi latar, yang katanya merupakan fosil dari Ledakan Besar, 20°K, yaitu, 20 derajat di atas suhu nol mutlak [$0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$]. Nyatanya, Gamow telah memastikan angka-angka ini untuk membuktikan bahwa Ledakan Besar menghasilkan unsur-unsur berat, sesuatu yang tidak seorangpun akan menerimanya sekarang. Maka Dicke tanpa basa-basi membuang semua perhitungan itu, dan memilih beberapa angka yang baru dan sama acaknya, yang akan cocok pada teori-nyatentang jagad yang tertutup.

Dicke dan Peebles meramalkan bahwa jagad akan dipenuhi dengan radiasi, terutama gelombang radio, dengan suhu 30°K . Belakangan, Dicke mengklaim bahwa kelompoknya telah meramalkan suhu 10°K , sekalipun ramalan ini tidak pernah muncul sekalipun di dalam tulisan-tulisannya, dan masih melenceng jauh sekali dari hasil pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa jagad memiliki kerapatan yang jauh lebih rendah dari yang diramalkan Gamow, dengan gravitasi yang lebih lemah, yang mengusik satu pertanyaan tentang dari mana datangnya segala energi untuk menghasilkan Ledakan Besar itu. Seperti yang ditunjukkan oleh Eric Lerner:

"Bukannya membenarkan model Peebles-Dicke, penemuan Penzias-Wilson jelas mencoret model jagad yang tertutup dan bergetar."^[ii]

Maka muncullah versi yang ketiga tentang Ledakan Besar - apa yang dikenal sebagai model standard - satu jagad yang terbuka dalam keadaan perluasan yang permanen.

Fred Hoyle membuat beberapa perhitungan yang rinci, dan mengumumkan bahwa sebuah Ledakan Besar hanya akan menghasilkan unsur-unsur ringan - helium, deuterium, dan lithium (dua yang disebut belakangan sebenarnya unsur yang sangat jarang). Ia menghitung bahwa jika kerapatan jagad adalah sekitar satu atom per delapan meter kubik, jumlah dari ketiga unsur ringan ini akan cukup dekat dengan apa yang teramati. Dengan cara ini, diajukanlah satu versi teori yang baru, yang sama sekali tidak mirip teori-teori sebelumnya. Tidak lagi ada disebut tentang sinar kosmik ala Lemaître, atau unsur berat-nya Gamow. Sebagai gantinya, bukti yang dikemukakan adalah gelombang-mikro latar dan ketiga unsur ringan tadi. Namun, masih juga hal-hal ini belum menjadi bukti meyakinkan bagi teori Ledakan Besar. Satu masalah besar terletak pada keseragaman ekstrim dari radiasi gelombang-mikro di latar belakang. Apa yang disebut iregularitas di latar belakang ternyata demikian kecil sehingga fluktuasi ini tidak akan pernah mendapat waktu yang cukup untuk berkembang menjadi galaksi - kecuali jika terdapat lebih banyak materi (dan gravitasi yang lebih kuat sebagai akibatnya) daripada apa yang terbukti dari pengamatan.

Ada pula persoalan lain. Bagaimana mungkin pecahan-pecahan materi yang beterbangan ke berbagai arah itu semua sanggup mencapai suhu yang sama, dan pada waktu yang sama pula (persoalan "horison")? Para penganut fanatik teori ini mengajukan apa yang katanya menjadi asal-usul jagad ini sebagai sebuah model yang sempurna secara matematik, semuanya teratur sempurna, satu "Taman Eden yang berisi simetri, yang ciri-cirinya bersesuaian dengan *pure*

reason," seperti komentar Lerner. Tapi jagad yang kita hadapi sama sekali tidak simetri sempurna. Ia tidak beraturan, kontradiktif, "penuh bercak". Sama sekali bukan seperti yang dibuat melalui persamaan-persamaan rapih dari Cambridge! Salah satu persoalannya adalah mengapa Ledakan Besar tidak menghasilkan jagad yang seragam? Mengapa material dan energi asli yang sederhana itu tidak menyebar merata saja sebagai awan debu dan gas yang maha luas? Mengapa jagad kita demikian "penuh bercak"? Dari mana datangnya segala galaksi dan bintang-bintang? Jadi bagaimana kita akan melangkah dari A ke B? Bagaimana simetri sempurna dari asal-usul jagad itu melahirkan jagad yang tidak beraturan seperti yang kita lihat sekarang?

Teori "Inflasi"

Untuk mengatasi masalah ini, dan beberapa masalah lain, Alan Guth, fisikawan Amerika, mengajukan teori tentang "jagad yang melembung" [*inflationary universe*]. (Mungkin bukan kebetulan bahwa ide ini diajukan di tahun 1970-an, ketika dunia kapitalis tengah melewati sebuah krisis inflasi!) Menurut teori ini, suhu jatuh demikian rendah sehingga tidak ada waktu bagi berbagai medan untuk memisahkan diri atau untuk terbentuknya berbagai partikel. Diferensiasi baru terjadi kemudian, ketika jagad ini sudah jauh lebih besar. Inilah versi yang paling baru dari Ledakan Besar. Versi teori ini menyatakan bahwa, pada saat Ledakan Besar, jagad mengalami satu perluasan eksponensial, di mana ia memperbesar dirinya dua kali lipat setiap 10^{-35} detik (dari sini nama "inflasi"). Sementara versi awal dari "model standard" menyatakan bahwa besar jagad adalah sebesar buah anggur, Guth maju lebih jauh lagi. Ia menghitung bahwa jagad tidak berawal dari sebesar buah anggur, tapi milyaran kali lebih kecil dari inti atom hidrogen. Lalu ia akan melembung dalam kecepatan luar biasa - berkali lipat kecepatan cahaya, yang 186.000 mil per detik itu - sampai ia mencapai ukuran 10^{90} kali volume awalnya, yaitu 1 dengan 90 angka nol di belakangnya! Mari kita periksa akibat-akibat dari teori ini. Seperti semua teori Ledakan Besar lainnya, ia berangkat dari hipotesis bahwa semua materi di jagad dimulai dengan konsentrasi pada satu titik tunggal. Kesalahan yang mendasar di sini adalah dengan membayangkan bahwa 'jagad yang riil' adalah sama dengan 'jagad yang teramati', dan bahwa dimungkinkan untuk merekonstruksi seluruh sejarah jagad, sebagai satu proses yang linear, tanpa memperhitungkan berbagai fase, transisi, dan berbagai keadaan yang dilalui oleh materi.

Materialisme dialektik memandang jagad sebagai tanpa batas, tapi bukan statis atau dalam keadaan "setimbang" yang permanen, seperti yang dibayangkan

Einstein atau Newton. Materi dan energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan, tapi ada dalam proses pergerakan dan perubahan yang terus-menerus, yang melibatkan ledakan berkala, pengembangan dan penyusutan, tarikan dan tolakan, kehidupan dan kematian. Tidak ada yang mustahil secara intrinsik mengenai ide tentang satu, atau banyak, ledakan dahsyat. Masalahnya di sini sangatlah berbeda - satu interpretasi mistis atas gejala teramati, seperti pergeseran spektrum Hubble, dan satu upaya untuk menyelundupkan ide-ide religius tentang penciptaan jagad ke dalam ilmu pengetahuan melalui pintu belakang.

Sebagai awalan, sangatlah tidak terpikirkan bahwa semua materi di jagad harus terlebih dahulu terkonsentrasi dalam satu titik tunggal "dengan kerapatan tak berhingga". Mari kita perjelas makna pernyataan ini. Pertama, mustahil untuk menempatkan satu jumlah materi dan energi yang tak berhingga pada ruang yang berhingga. Dengan kita bertanya saja kita sudah menjawabnya. "Ah!" kata para penganut Ledakan Besar, "tapi jagad ini bukannya tak berhingga, tapi berhingga, sesuai teori relativitas umum Einstein." Dalam bukunya, Eric Lerner menunjukkan bahwa berbagai jenis jagad dimungkinkan oleh persamaan Einstein. Friedmann dan Lemaître menunjukkan bahwa banyak persamaan menunjuk pada perluasan jagad. Tapi tidak satupun cara yang dapat ditempuh untuk memaksakan sebuah keadaan "singularitas". Namun inilah varian yang telah diajukan secara dogmatis oleh Guth & co.

Bahkan jika kita menerima bahwa jagad ini berhingga, pandangan tentang "singularitas" akan membawa kita pada kesimpulan yang bersifat sangat fantastis. Jika kita menganggap bahwa sudut kecil dari jagad yang dapat kita amati adalah jagad itu sendiri - satu asumsi acak yang tidak memiliki basis ilmiah atau logika apapun - maka kita kini bicara tentang lebih dari 100 milyar galaksi, yang masing-masing mengandung 100 milyar bintang utama (seperti matahari kita). Menurut Guth, semua materi ini terkonsentrasi dalam sebuah ruang yang lebih kecil daripada sebuah proton. Ketika ia telah hadir selama seperjuta dari seperbilyun dari seperbilyun, dari seperbilyun detik dengan suhu satu bilyun bilyun derajat, hanya terdapat satu medan dan hanya satu jenis interaksi partikel. Sejalan dengan mengembangnya jagad dan jatuhnya suhu, berbagai jenis medan katanya "terkondensasi" dari keadaan asali yang bersahaja ini.

Pertanyaan yang muncul adalah dari mana datangnya energi untuk melontarkan perluasan yang tak ada bandingnya itu. Untuk memecahkan masalah ini, Guth

menyandarkan diri pada satu medan gaya hipotesis yang maha kuasa (satu "medan Higgs"), yang keberadaannya telah diramalkan oleh beberapa fisikawan teoritik, tapi sampai sekarang tidak ada secuilpun bukti yang membenarkan keberadaannya. "Dalam teori Guth," komentar Eric Lerner, "medan Higgs yang hadir dalam kehampaan membangkitkan semua energi yang diperlukan dari ketiadaan - *ex nihilo*. Jagad ini, seperti katanya, adalah satu 'makan siang gratis maha besar', yang dibayari oleh medan Higgs itu." [iii]

Materi-gelap?

Setiap kali teori Ledakan Besar mendapat kesulitan, para pengikutnya bukannya meninggalkannya, melainkan menempatkan garis gawang semakin ke belakang, meletakkan asumsi-asumsi yang semakin lama semakin acak untuk mengapungkan terus teori itu. Contohnya, teori itu menuntut sejumlah tertentu materi di jagad. Jika jagad diciptakan 15 milyar tahun yang lalu, seperti yang diramalkan oleh model itu, tidak akan ada cukup waktu bagi materi yang dapat kita amati untuk dapat menggumpal menjadi galaksi-galaksi seperti Bima Sakti, tanpa bantuan dari "materi-gelap" [*dark matter*] yang tak kasat mata. Menurut para kosmologis Ledakan Besar, supaya galaksi dapat terbentuk setelah Ledakan Besar, haruslah terdapat cukup materi di jagad raya untuk melakukan pengereman bertahap atas perluasannya, melalui hukum gravitasi. Hal ini menuntut adanya satu kerapatan kira-kira 10 atom per meter kubik ruang. Kenyataannya, jumlah materi yang ada di jagad yang teramati saat ini adalah sekitar satu atom per sepuluh meter kubik ruang - seratus kali lebih kecil dari jumlah yang diramalkan oleh teori itu.

Para kosmologis memutuskan untuk menyajikan kerapatan jagad sebagai sebuah perbandingan dari kerapatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengereman terhadap perluasan tadi. Mereka menyebut perbandingan ini omega. Maka, jika omega sama dengan 1, jumlahnya akan cukup untuk melakukan pengereman. Sayangnya, nilai aktual omega seperti yang teramati adalah sekitar 0,01 atau 0,02. Kira-kira 99% dari materi yang dibutuhkan telah "hilang". Bagaimana memecahkan teka-teki ini? Mudah sekali. Karena teori itu menuntut materi itu ada di sana, mereka dengan acak menetapkan nilai omega pada titik mendekati 1, lalu memulai satu pencarian yang heboh atas materi yang hilang itu! Problem pertama yang dihadapi teori Ledakan Besar adalah asal-usul galaksi-galaksi. Bagaimana mungkin satu radiasi latar yang demikian seragam menghasilkan jagad yang demikian "penuh bercak"? Apa yang kemudian disebut "riak" (anisotropi) dalam radiasi dianggap sebagai cerminan dari formasi gumpalan-gumpalan materi yang menjadi titik fokal terbentuknya galaksi-galaksi pelopor.

Tapi iregularitas yang teramati terlalu kecil untuk dapat dianggap bertanggung jawab bagi pembentukan galaksi-galaksi, kecuali jika terdapat lebih banyak lagi materi dan, dengan demikian, lebih banyak gravitasi daripada apa yang teramati. Persisnya, diperlukan 99% lebih banyak materi, yang tidak ada di sana.

Di sinilah konsep tentang "materi-gelap dingin" [*cold dark matter*] memasuki panggung. Sangat penting untuk disadari bahwa tidak seorangpun yang pernah melihat makhluk ini. Keberadaannya diajukan baru sekitar sepuluh tahun lalu, untuk mengisi satu lubang dalam teori itu. Karena hanya, mungkin, sekitar 1 atau 2 persen jagad ini yang terlihat oleh kita, sisanya yang 99% itu katanya terdiri dari materi yang tak kasat mata, yang gelap dan dingin, yang tidak memancarkan radiasi apapun. Partikel yang aneh itu, setelah satu dasawarsa dicari-cari, masih belum didapati sampai sekarang. Tapi mereka menempati posisi kunci di dalam teori itu, sekedar karena teori itu menuntut kehadiran mereka di dalamnya.

Untungnya, dimungkinkan bagi kita untuk menghitung secara cukup akurat jumlah materi di jagad yang teramati. Nilainya sekitar satu atom tiap sepuluh meter kubik ruang. Ini seratus kali lebih kecil daripada jumlah yang dituntut oleh teori Ledakan Besar. Tapi, seperti ungkapan favorit para wartawan, jangan biarkan fakta merusak satu kisah yang bagus! Jika tidak terdapat cukup materi di alam raya untuk membuat teori tersebut cocok, maka pastilah terdapat sejumlah besar materi di luar sana yang tidak terlihat bagi mata fana kita ini. Seperti yang dikatakan oleh Brent Tully tentangnya, "Ini sangat mengganggu, melihat bahwa ada teori baru setiap kali ada pengamatan baru."

Pada tahap ini, para pembela teori Ledakan Besar memutuskan untuk memanggil bala bantuan dari Pasukan Kavaleri Ketujuh, dalam bentuk fisika partikel. Misi yang harus dikerjakan benar-benar akan membuat John Wayne menundukkan kepala karena gentar. Hal paling berani yang pernah ia lakukan adalah pencarian wanita dan anak-anak yang diculik oleh orang-orang Indian. Tapi, ketika para penjelajah makrokosmos itu memanggil bantuan rekan-rekan mereka yang sedang sibuk mengorek-ngorek misteri mikrokosmos, permintaan mereka tiga kali lipat lebih ambisius. Mereka meminta rekan-rekan mereka untuk menemukan sisa 99% dari alam raya ini yang kelihatannya telah "hilang". Kecuali jika mereka menemukan materi yang hilang itu, persamaan mereka tidak akan pernah bekerja, dan teori standard tentang asal-usul jagad akan jatuh ke dalam kesulitan besar!

Dalam bukunya *The Big Bang Never Happened*, Eric Lerner merinci serangkaian pengamatan, hasil-hasil yang tidak pernah diterbitkan dalam jurnal-jurnal ilmiah, yang secara sempurna mematahkan ide tentang materi-gelap. Walau demikian, walau di tengah jepitan segala bukti yang diajukan, para penganjur teori Ledakan Besar terus saja berperilaku seperti para pastur dan orang terpelajar abad pertengahan yang menolak melihat melalui teleskop untuk menguji kebenaran teori Galileo. Materi-gelap pasti ada - teori kami menuntut demikian!

"Pengujian dari teori-teori ilmiah," tulir Lerner, "berkorespondensi dengan peramalan dan pengamatan, dan Ledakan Besar telah gagal. Ia meramalkan bahwa tidak boleh ada benda yang berumur lebih dari 20 milyar tahun dan lebih besar dari 150 juta tahun cahaya dari ujung ke ujung. Ada. Ia meramalkan bahwa jagad, pada skala besar, haruslah seragam dan homogen. Tidak demikian. Teori itu meramalkan bahwa, untuk menghasilkan galaksi yang ada di sekitar kita dari fluktuasi super kecil yang teramati pada radiasi latar, haruslah ada materi-gelap seratus kali lebih banyak daripada materi yang kita lihat di sekitar kita. Dan jika tidak ada materi-gelap, teori itu meramalkan, tidak akan ada satupun galaksi yang terbentuk. Walau demikian, kita lihat galaksi-galaksi itu berceceran di angkasa. Kita hidup di dalam salah satunya."^[iv]

Alan Guth berhasil menyingkirkan beberapa keberatan atas Ledakan Besar, tapi hanya dengan mengajukan versi yang paling fantastis dan ngawur yang pernah kita lihat dari teori itu. Ia tidak mengatakan apa yang menyusun "materi-gelap" itu, tapi sekedar menyediakan satu pembenaran teoritik bagi para kosmologis. Satu-satunya makna penting versi ini adalah bahwa ia telah membangun satu rantai antara kosmologi dan fisika partikel, yang bertahan sampai sekarang. Masalahnya adalah bahwa terdapat kecenderungan yang semakin tinggi di kalangan para fisikawan teoritik, tiada bedanya dengan para kosmologis, untuk semakin hari semakin bersandar para asumsi-asumsi matematik yang a priori untuk membenarkan teori mereka, hanya mampu menghasilkan segelintir ramalan yang tidak dapat diuji dalam prakek. Teori yang dihasilkan semakin hari semakin mengandung sifat yang fantastis dan acak, dan seringkali lebih mirip dengan fiksi ilmiah ketimbang teori ilmiah.

Pada kenyataannya, para fisikawan partikel yang berbaris untuk menjalankan misi penyelamatan itu sendiri masih memiliki banyak problem dalam diri mereka sendiri. Alan Guth dan lain-lain sedang berupaya menemukan GUT (*Grand Unification Theory* - Teori Penyatuan Besar) yang akan menyatukan tiga gaya dasar yang bekerja di alam pada skala kecil - elektromagnetisme, *weak force* (yang menyebabkan peluruhan radioaktif) dan *strong force* (yang mengikat inti atom dan bertanggung jawab pada pelepasan energi nuklir). Mereka berharap

dapat mengulang kesuksesan Maxwell, seratus tahun sebelumnya, yang telah membuktikan bahwa listrik dan magnet sebenarnya adalah gaya yang satu dan sama. Fisika partikel langsung bergairah untuk membangun aliansi dengan para kosmologis, dalam harapan untuk menemukan di langit apa yang gagal mereka temukan di bumi. Pada kenyataannya, cara pendekatan mereka mirip satu sama lain. Dengan hanya segelintir rujukan pada pengamatan, mereka mendasarkan dirinya pada serangkaian model matematika, dan asumsi-asumsi yang ngawur sempurna, yang seringkali sedikit saja bedanya dari spekulasi murni. Teori-teori telah muncul dengan cepat dan gagah-berani, yang satu lebih dahsyat daripada pendahulunya. Teori "inflasi" tercampur-aduk di tengah-tengah lautan teori ini.

Neutrino Datang Menolong!

Keteguhan yang membuat para pendukung Ledakan Besar berpegang pada kedudukan mereka seringkali mendorong mereka melakukan jungkir-balik yang amat mengagumkan. Setelah pencarian yang sia-sia akan 99% "materi-gelap dingin" yang hilang itu, mereka gagal menemukan apapun yang mendekati kuantitas yang dituntut oleh teori mereka, untuk mencegah jagad mengembang selamanya. Pada tanggal 18 Desember 1993, *The New Scientist* menerbitkan satu artikel berjudul *Universe Will Expand Forever*. Di sini diakui bahwa "satu kelompok galaksi di konstelasi Cepheus mengandung jauh lebih sedikit materi tak kasat mata daripada apa yang diduga beberapa bulan yang lalu," dan bahwa klaim yang dibuat terdahulu oleh para astronom Amerika "didasarkan pada analisis yang penuh kekeliruan." Sejumlah besar reputasi ilmiah dipertaruhkan, belum lagi ratusan juta dolar yang dihabiskan dalam dana penelitian. Apakah fakta ini memiliki hubungan dengan fanatisisme yang menghinggapi para pembela Ledakan Besar? Seperti biasa, mereka hanya melihat apa yang ingin mereka lihat. Fakta harus disesuaikan dengan teori!

Kenyataan bahwa mereka telah gagal menemukan "materi-gelap dingin", yang keberadaannya hakiki untuk keberlangsungan teori itu, telah menyebabkan keresahan pada orang-orang di kalangan ilmiah yang lebih bisa berpikir daripada rekan-rekannya yang lain. Satu editorial dari *The New Scientist*, yang diterbitkan pada tanggal 4 Juni 1994 dengan judul yang sugestif *A Folly of Our Time?* membandingkan ide tentang materi-gelap dengan konsep jaman Victoria, yang kini telah disingkirkan, mengenai "ether", satu medium tak kasat mata, yang katanya merupakan medium di mana cahaya berjalan melintasi ruang:

"Ia tak kasat mata, maha ada, dan, di akhir abad ke-19, tiap fisikawan mempercayai keberadaannya. Ia adalah, tentu saja, aether, medium di mana mereka pikir cahaya melintas, dan terbukti kemudian bahwa itu hanyalah

hantu belaka. Cahaya tidak membutuhkan sebuah medium untuk menjalar, tidak seperti suara.

"Kini, menjelang akhir abad ke-20, para fisikawan kembali menemukan diri mereka berada dalam situasi yang sangat mirip dengan rekan-rekan mereka dari jaman Victoria. Sekali lagi mereka menaruh kepercayaan mereka pada sesuatu yang tak kasat mata dan maha ada. Kali ini, makhluk itu adalah materi-gelap."

Pada titik ini, kita seharusnya berharap bahwa seorang ilmuwan yang serius akan mulai bertanya pada dirinya sendiri apakah memang ada sesuatu yang salah dengan teori mereka. Editorial itu kemudian melanjutkan:

"Dalam kosmologi, parameter bebas nampaknya sedang meluas seperti kebakaran hutan. Jika pengamatan tidak sesuai dengan teori, para kosmologis kelihatannya cukup puas dengan menambahkan peubah-peubah baru. Dengan terus-menerus menambal teori itu, kita mungkin justru akan lolos melihat beberapa ide yang benar-benar bagus."

Sungguh. Tapi, jangan biarkan "fakta" mengganggu perjalanan Anda. Seperti seorang pesulap menarik kelinci dari sebuah topi, mereka tiba-tiba menemukan - *neutrino!*

Neutrino, yang merupakan satu partikel sub-atomik, digambarkan oleh Hoffmann sebagai "berfluktuasi tanpa kepastian antara keberadaan dan ketiadaan." Ini sama dengan mengatakan, dalam bahasa dialektik, "ia adalah dirinya dan sekaligus bukan dirinya sendiri". Bagaimana mungkin gejala ini didamaikan dengan hukum identitas yang secara kategoris menyatakan bahwa suatu hal harus memilih salah satu: dirinya sendiri atau bukan? Berhadapan dengan dilema ini, yang muncul setiap kali mekanika kuantum berusaha menggambarkan dunia partikel sub-atomik, seringkali ada kecenderungan untuk bersandar pada rumusan semacam ide bahwa neutrino adalah sebuah partikel yang tidak memiliki massa maupun muatan. Pendapat awal, yang masih dipegang oleh banyak ilmuwan, adalah bahwa neutrino tidak memiliki massa, dan karena tidak ada muatan listrik yang dapat hadir tanpa massa, kesimpulan yang niscaya adalah bahwa neutrino tidak memiliki muatan apapun.

Neutrino adalah partikel yang berukuran teramat kecil, dan karenanya sangat sulit untuk dideteksi. Keberadaan neutrino pertama kali dipostulatkan untuk menjelaskan ketidakcocokan dalam jumlah energi yang ada dalam partikel-partikel yang dipancarkan dari inti atom. Sejumlah energi kelihatannya hilang, hal yang mustahil. Karena hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak akan dapat diciptakan atau dihancurkan, gejala ini membutuhkan

penjelasan lain. Sekalipun kelihatannya fisikawan idealis Niels Bohr di tahun 1930 sudah siap membuang hukum kekekalan energi ke laut, tindakan ini terbukti sedikit prematur! Ketidakcocokan itu terjelaskan dengan penemuan partikel yang sebelumnya tidak diketahui - neutrino.

Neutrino terbentuk di inti matahari pada suhu 15 juta derajat Celcius, bergerak dengan kecepatan cahaya untuk mencapai permukaan matahari dalam tiga detik. Mereka membanjir menerobos jagad, menembus benda-benda padat, kelihatannya tanpa berinteraksi sedikitpun dengan mereka. Neutrino demikian kecilnya sehingga mereka dapat menembus langsung bumi dari satu permukaan ke permukaan di sisi lain bumi. Demikian kecilnya partikel yang sulit dipegang ini sehingga interaksi mereka bentuk-bentuk materi lain adalah minimal. Mereka dapat menembus bumi, bahkan timbal padat, tanpa meninggalkan bekas sedikitpun. Sungguh, trilyunan neutrino sedang menembusi tubuh Anda sementara Anda membaca baris-baris ini. Tapi kemungkinan bahwa salah satu di antaranya akan terjebak dalam tubuh Anda demikian kecilnya sehingga Anda tidak perlu merasa kuatir. Telah diperkirakan bahwa neutrino dapat menembus timbal padat setebal 100 tahun cahaya, dengan kemungkinan terserap hanya 50%. Inilah mengapa ia tak pernah terdeteksi selama berabad-abad. Sungguh, sangat sulit membayangkan bagaimana mungkin sebuah partikel, yang demikian kecil sehingga ia diperkirakan tidak memiliki massa ataupun muatan, dan dapat menembus timbal setebal 100 tahun cahaya, akan dapat terdeteksi. Tapi ia telah berhasil dideteksi.

Kelihatannya beberapa partikel neutrino dapat dihentikan oleh apa yang setara dengan sepersepuluh inci timbal saja. Di tahun 1956, dengan menggunakan percobaan yang benar-benar amat cerdas, para ilmuwan Amerika berhasil menjebak sebuah anti-neutrino. Lalu, di tahun 1968, mereka menemukan neutrino dari matahari, sekalipun hanya sepertiga dari jumlah yang diramalkan oleh teori yang sekarang ada. Tidak diragukan bahwa neutrino memiliki ciri-ciri yang membuatnya tidak dengan segera dapat dideteksi. Karena ukurannya yang demikian kecil, hal ini tidaklah mengherankan. Tapi ide tentang bentuk materi yang tidak memiliki ciri-ciri dasar materi jelas adalah sebuah kontradiksi. Kemudian, masalah itu kelihatannya terpecahkan dari dua sumber yang berbeda. Yang pertama, salah satu penemu neutrino, Frederick Reines, mengumumkan di tahun 1980 bahwa ia telah menemukan keberadaan *darigeteran neutrino* dalam sebuah percobaan. Hal ini akan menunjukkan bahwa neutrino memiliki massa, tapi hasil percobaannya tidak dilihat sebagai hasil yang konklusif.

Namun, para fisikawan Sovyet, yang terlibat dalam satu percobaan yang sama sekali terpisah, menunjukkan bahwa neutrino-elektron memiliki massa, yang mungkin sebesar 40 elektron volt. Karena ini hanya seper tiga belas ribu massa sebuah elektron, yang pada gilirannya hanyalah seper dua ribu massa proton, sangat tidak mengherankan bahwa neutrino lama diduga tidak memiliki massa.

Sampai baru-baru ini, pandangan umum dari kalangan ilmuwan adalah bahwa neutrino tidak memiliki baik massa maupun muatan. Kini, mendadak, mereka mengubah pikiran mereka dan menyatakan bahwa neutrino memang seharusnya memiliki massa - dan, mungkin, banyak. Ini adalah salah satu pertobatan yang paling mengagumkan sejak Santo Paulus jatuh dari kudanya dalam perjalanannya ke Damaskus! Sungguh, satu kemendadakan semacam itu harus menimbulkan keraguan serius akan motivasi di balik pertobatan yang mukjizat ini. Mungkinkah mereka demikian putus asa karena kegagalan mereka menemukan "materi-gelap dingin" sehingga akhirnya mereka memutuskan untuk bertobat saja dari pandangan awal mereka mengenai neutrino? Kita dapat membayangkan apa yang akan dikatakan Sherlock Holmes pada Dokter Watson jika ia berada dalam situasi semacam ini!

Sekalipun terdapat sejumlah besar kemajuan dalam bidang riset partikel, situasinya saat ini demikian membingungkan. Ratusan partikel baru telah ditemukan, tapi masih belum ada satu teori umum yang secara memuaskan dapat memberi satu keteraturan, seperti yang dilakukan Mendeleev dalam bidang kimia. Pada saat ini, ada satu upaya untuk menyatukan berbagai gaya dasar alam yang utama dengan mengelompokkan mereka ke dalam empat judul: gravitasi, elektromagnetisme, "*weak force*" dan "*strong force*", yang masing-masing bekerja dalam level yang berbeda-beda.

Gravitasi bekerja pada skala kosmologis, mengikat bintang-bintang, planet-planet dan galaksi. Elektromagnetisme mengikat atom pada molekul, menghantar foton dari matahari dan bintang-bintang dan memicu simpul-simpul syaraf di otak. *Strong force* mengikat proton dan neutron di dalam inti atom. *Weak force* dinyatakan dalam transmudasi dari atom-atom yang tidak stabil selama peluruhan radioaktif. Kedua gaya yang disebut terakhir ini hanya bekerja pada jarak yang teramat pendek. Walau demikian, tidak ada alasan untuk menganggap bahwa pengaturan semacam ini sudah bersifat final. Dari beberapa segi, ini adalah konsep yang acak.

Terdapat perbedaan yang besar antara gaya-gaya ini. Gravitasi mempengaruhi segala bentuk materi dan energi, sementara *strong force* hanya mempengaruhi

satu kelas partikel. Namun gravitasi adalah seratus juta trilyun trilyun trilyun kali lebih lemah daripada *strong force*. Yang lebih penting, tidak jelas mengapa tidak ada satu gaya yang merupakan anti dari gravitasi, sementara elektromagnetisme terwujud baik dalam muatan yang positif maupun negatif. Problem ini, yang penyelesaiannya telah dicoba oleh Einstein, masih perlu ditemukan jawabannya, dan memiliki makna yang sangat penting bagi seluruh perbincangan mengenai jagad. Tiap gaya diperhitungkan melalui persamaan yang berbeda-beda, yang masing-masing melibatkan sekitar duapuluh parameter. Persamaan-persamaan ini ada hasilnya, tapi tidak seorangpun yang tahu mengapa.

Apa yang disebut GUT mengajukan ide bahwa materi itu sendiri mungkin adalah sebuah fase saja dalam evolusi jagad. Namun, ramalan yang dibuat oleh GUT bahwa proton mengalami peluruhan belum terbukti, dengan demikian melumpuhkan setidaknya versi GUT yang paling sederhana. Dalam upaya untuk memberi makna bagi penemuan mereka sendiri, beberapa fisikawan telah terjerat dalam teori-teori yang semakin lama semakin aneh dan menakjubkan, seperti apa yang dikenal sebagai teori "supersimetri" (SUSY), yang mengklaim bahwa jagad ini pada awalnya memiliki lebih dari empat dimensi. Menurut konsep ini, jagad ini boleh jadi mulai dengan, katakanlah, sepuluh dimensi, sayangnya semua dimensi (selain empat yang tinggal) itu runtuh selama Ledakan Besar terjadi, dan kini menjadi terlalu kecil untuk dapat dideteksi.

Nampaknya objek-objek ini adalah partikel-partikel sub-atomik itu sendiri yang katanya adalah kuantum materi dan energi yang dikondensasikan dari ruang murni. Demikianlah mereka tertatih-tatih dari satu spekulasi metafisik yang satu ke spekulasi yang lain dalam satu upaya sia-sia untuk menjelaskan gejala-gejala fundamental dari jagad. Supersimetri mempostulatkan bahwa jagad pada awalnya berada pada keadaan mutlak sempurna. Mengutip Stephen Hawking, "awal jagad adalah bersahaja, dan jauh lebih mengagumkan, *karena* ia jauh lebih bersahaja." Beberapa ilmuwan bahkan mencoba membenarkan spekulasi mistis ini berdasarkan estetika. Simetri mutlak katanya adalah indah. Maka kembalilah kita ke suasana seakan idealisme Plato berkuasa kembali di bumi ini.

Pada kenyataannya, alam ini tidaklah dicirikan oleh simetri mutlak. Sebaliknya, ia penuh dengan kontradiksi, ketidakteraturan, bencana dan patahan-patahan mendadak pada kontinuitas. Kehidupan itu sendiri adalah bukti dari konsep ini. Dalam sistem hidup apapun, kesetimbangan mutlak berarti kematian. Kontradiksi dari apa yang kita amati di sini sudah berumur setua sejarah pemikiran manusia itu sendiri. Ia adalah kontradiksi antara abstraksi

"sempurna" dari pikiran dengan ketidakteraturan dan "ketidaksempurnaan" yang merupakan sifat dari dunia material nyata. Seluruh masalah ini lahir dari fakta bahwa rumusan abstrak matematik, yang boleh dianggap indah atau jelek, pastilah tidak mungkin mewakili sepenuhnya dunia alam yang nyata. Anggapan bahwa matematika dapat mewakili dunia nyata adalah satu kesalahan metodologis tingkat pamungkas, dan pasti membawa kita pada penarikan kesimpulan-kesimpulan yang sangat keliru.

Hubble Trouble

Di masa kini terjadi satu perdebatan keras antar para pendukung Ledakan Besar mengenai umur jagad yang seharusnya. Nyatanya, keseluruhan "model standar" sedang berada dalam krisis. Kita kini dapat menikmati satu pemandangan di mana para pemuka ilmu pengetahuan saling menyerang di depan publik dengan bahasa yang sama sekali tidak *gentleman*. Dan semua ini berkenaan dengan apa yang dikenal sebagai konstata Hubble. Inilah rumus yang mengatur kecepatan benda-benda langit. Konstanta ini sangat penting bagi mereka yang ingin mengukur umur dan ukuran jagad ini. Kesulitannya adalah: tidak seorangpun yang tahu berapa nilainya!

Edwin Hubble menyatakan bahwa galaksi-galaksi saling bergerak menjauh dengan kecepatan yang berbanding lurus dengan jarak mereka dengan kita - semakin jauh jaraknya semakin cepat ia bergerak. Hal ini dinyatakannya dalam apa yang dikenal sebagai Hukum Hubble - v (kecepatan) = $H \times d$ (jarak). Dalam persamaan ini, H dikenal sebagai konstanta Hubble. Untuk mengukur nilainya, kita harus mengetahui dua hal: kecepatan dan jarak dari satu galaksi tertentu. Kecepatan dapat diperhitungkan dari pergeseran spektrum merah (*redshift*). Tapi jarak antar galaksi tidak dapat diukur dengan penggaris apapun. Nyatanya, kita tidak memiliki satupun alat yang dapat mengukur dengan akurat jarak yang demikian besar. Di sinilah pertentangannya terjadi! Para pakar sama sekali tidak dapat mencapai kesepakatan mengenai nilai Konstanta Hubble, seperti yang digambarkan secara sinis dalam program Channel Four T. V. baru-baru ini:

"Michael Pierce mengatakan bahwa, tanpa diragukan lagi, nilai Konstanta Hubble adalah 85, Gustav Tamman mengatakan bahwa nilainya 50, George Jacoby 80, Brian Schmidt 70, Michael Rowan Robinson 50, dan John Torry 80. Perbedaan antara 50 dan 80 kelihatannya remeh-temeh saja," tulis Channel Four dalam bookletnya, "tapi maknanya sangat krusial bagi penentuan umur jagad. Jika nilai konstanta Hubble besar, para astronom mungkin sedang menjalani satu proses untuk menghancurkan sendiri teori mereka yang paling penting."

Artinya, semakin tinggi nilai konstanta Hubble, semakin cepat benda-benda langit itu bergerak, dan jarak kita dengan Ledakan Besar harus pula semakin pendek. Di tahun-tahun terakhir, teknik-teknik baru untuk mengukur kecepatan pergerakan galaksi telah pula diterapkan, yang membawa para astronom untuk mengubah dengan drastis perhitungan-perhitungan awal mereka. Hal ini telah menumbuhkan kengerian di kalangan ilmuwan, karena nilai konstanta Hubble semakin hari semakin naik saja. Perhitungan paling mutakhir menetapkan bahwa usia jagad adalah 8 milyar tahun saja. Artinya, ada bintang-bintang yang usianya lebih tua dari jagad itu sendiri! Ini adalah kontradiksi yang sangat menyilaukan mata - bukan kontradiksi yang dialektis, tapi yang tidak masuk nalar.

"Well," komentar Carlos Frank, yang dikutip dalam booklet Channel Four tadi, "jika ternyata umur bintang-bintang lebih tua dari umur jagad, seperti yang disimpulkan dari pengukuran konstanta Hubble dan pengukuran kerapatan jagad, maka kita benar-benar tenggelam dalam krisis. Anda hanya memiliki satu pilihan: Anda harus meninggalkan asumsi dasar yang Anda gunakan untuk mendasari model jagad. Dalam hal ini, Anda harus meninggalkan sebagian, mungkin semua, asumsi dasar yang mendasari teori Ledakan Besar." [v]

Hampir-hampir tidak ada bukti empirik sama sekali untuk mendukung teori Ledakan Besar. Kebanyakan karya yang ditulis untuk mendukungnya mengandung sifat yang murni teoritik, bersandar sepenuhnya pada rumus-rumus matematik yang abstrak dan gelap. Kontradiksi yang segunung antara skema "Ledakan Besar" dengan bukti-bukti yang teramati telah ditutupi dengan terus membuat asumsi baru untuk mempertahankan, dengan segala cara, sebuah teori yang telah menjadi sandaran reputasi akademik demikian banyak orang.

Menurut teori ini, tidak boleh ada sesuatupun di jagad ini yang lebih tua usianya dari 15 milyar tahun. Tapi telah terdapat bukti yang bertentangan dengan ramalan ini. Di tahun 1986, Brent Tully dari Universitas Hawaii menemukan aglomerasi galaksi yang maha besar ("*supercluster*") sekitar semilyar tahun cahaya panjangnya, tiga ratus juta tahun cahaya lebarnya dan seratus juta tahun cahaya tebalnya. Untuk membentuk objek sebesar itu, diperkirakan dibutuhkan waktu antara delapan puluh sampai seratus milyar tahun, empat atau lima kali lebih lama dari apa yang diijinkan oleh para pendukung Ledakan Besar. Sejak penemuan itu, telah terdapat banyak lagi bukti lain yang cenderung membenarkan pengamatan ini.

The New Scientist (edisi 5 Februari 1994) memuat satu laporan akan penemuan sebuah kumpulan galaksi [*cluster*] oleh Charles Steidel dari Massachusetts

Institute of Technology dan Donald Hamilton dari California Institute of Technology di Pasadena; penemuan yang mengandung akibat besar bagi teori Ledakan Besar:

"Penemuan cluster semacam ini merupakan mendung yang penuh badai bagi teori materi-gelap dingin, yang menganggap bahwa sebagian besar massa di jagad ini terdiri dari materi yang gelap dan dingin seperti planet atau lubang hitam. Teori itu meramalkan bahwa material di masa-masa awal jagad ini mulai berkumpul "dari bawah ke atas", jadi galaksi-galaksi terbentuk dahulu, baru kemudian membentuk cluster."

Seperti biasa, reaksi para astronom adalah dengan "memindahkan tiang gawang", mengubah teori untuk mengatasi fakta-fakta yang mengganggu. Mauro Giavalisco dari Baltimore Space Telescope Science Institute "percaya bahwa masih mungkin menjelaskan fakta bahwa *cluster* terbentuk lebih dahulu padared *shift* 3,4 dengan mengatur kembali teori materi-gelap dingin. Tapi ia kemudian menambahkan satu peringatan, 'Jika Anda menemukan sepuluh *cluster* dengan *red shift* 3,5 teori materi-gelap dingin akan mati.'"

Kita boleh memastikan bahwa bukan hanya sepuluh tapi sejumlah besar *cluster* semacam ini benar-benar ada dan akan ditemukan kelak. Dan ini, pada gilirannya, hanya akan merupakan bagian yang teramat kecil dari seluruh materi yang terbentang jauh di luar jagad yang teramati, materi yang terentang tanpa batas. Semua upaya untuk memberi batasan pada dunia material pasti akan menemui kegagalan. Materi tidak terbatas, baik dalam tingkat sub-atomik, juga dalam ruang dan waktu.

Big Crunch dan Superbrain

*"Dies irae, dies illa
Solvat saeculum in favilla."*

(Thomas dari Celano, *Dies Irae*)

("Hari itu, hari pembalasan,
jadi debu jagad akan dihancurkan.")

- doa pemakaman dari Gereja abad pertengahan)

Seperti kegagalan mereka untuk bersepakat mengenai asal-usul jagad, demikian pula mereka gagal bersepakat mengenai bagaimana jagad seharusnya berakhir - kecuali kesepakatan mereka bahwa jagad ini akan berakhir dalam kehancuran! Menurut satu aliran pemikiran, jagad yang berkembang ini akhirnya akan dihentikan oleh kekuatan gravitasi, kala mana seluruh jagad ini akan runtuh ke dalam, yang akan berakhir dalam sebuah "Remukan Besar", di mana kita akan

berakhir tepat di mana kita mulai, dalam sebuah telur kosmik. Tidak demikian! ujar penganut Ledakan Besar lainnya. Gravitasi tidak akan cukup kuat untuk melakukan hal ini. Jagad ini akan berkembang semakin lama semakin besar, tak terhenti, semakin lama semakin tipis kerapatannya, dan akhirnya terurai menjadi kehampaan yang hitam pekat.

Beberapa dasawarsa lalu, Ted Grant, dengan menggunakan metode materialisme dialektik, menunjukkan kegamangan baik teori Ledakan Besar tentang asal-usul jagad, maupun teori *steady state* yang dikemukakan oleh Fred Hoyle dan H. Bondi. Selanjutnya, teori *steady state*, yang didasarkan pada penciptaan materi (dari ketiadaan) secara terus-menerus telah terbukti keliru. Teori Ledakan Besar menang "*by default*", karena pilihannya cuma dua, dan masih terus dipertahankan oleh mayoritas ilmuwan. Dari sudut pandang Materialisme yang Dialektik, pembicaraan tentang "awal waktu" atau "penciptaan materi" merupakan satu hal yang tidak masuk nalar. Waktu, ruang dan gerak adalah cara mengada dari materi, yang tidak dapat diciptakan maupun dihancurkan. Jagad ini telah hadir sepanjang jaman, sebagai materi dan (dalam bentuk lainnya) energi yang terus-menerus berubah, bergerak, ber-evolusi. Semua upaya untuk menemukan "awal" atau "akhir" dari jagad material ini niscaya akan gagal. Tapi bagaimana kita akan menjelaskan pandangan tentang takdir jagad, pandangan yang jelas-jelas mundur lagi ke pandangan abad pertengahan ini?

Walaupun sia-sia jika kita mencari hubungan langsung antara proses yang bekerja dalam masyarakat, politik dan ekonomi, terhadap proses perkembangan ilmu pengetahuan (hubungannya tidaklah bersifat otomatis atau langsung, tapi jauh lebih halus), tetap saja sulit bagi kita untuk menolak kesimpulan bahwa pandangan yang pesimistis dari beberapa ilmuwan tentang nasib jagad ini bukanlah kebetulan belaka, melainkan memiliki hubungan dengan perasaan umum bahwa sistem masyarakat yang sekarang telah mencapai titik impasnya. Kiamat sudah dekat. Ini bukan satu gejala baru. Pandangan yang penuh dengan ramalan suram seperti ini hadir juga dalam masa-masa menjelang runtuhnya Kekaisaran Romawi dan menjelang penutupan abad pertengahan. Pada kedua kasus, ide bahwa dunia ini sedang menuju akhirnya ternyata mencerminkan fakta bahwa sistem tertentu dalam masyarakat telah kelelahan dan sedang berada dalam ranjang kematiannya. Apa yang benar-benar terjadi bukanlah kiamat tapi keruntuhan perbudakan dan feodalisme.

Ambillah kutipan berikut, dari *The First Three Minutes*, karya pemenang Hadiah Nobel Steven Winberg:

"Kita manusia hampir-hampir tidak dapat menahan godaan untuk percaya bahwa kita memiliki sejenis hubungan khusus dengan alam raya, bahwa kehidupan manusia bukanlah sekedar produk yang menyenangkan dari serangkaian kebetulan yang terjadi sejak tiga menit yang pertama, tapi bahwa keberadaan kita memang diniatkan sejak awal. Sementara saya menulis ini saya kebetulan berada di sebuah pesawat 30.000 kaki di atas bumi, terbang di atas Wyoming dalam perjalanan pulang dari San Fransisco melewati Boston. Di bawah, bumi terlihat sangat lembut dan nyaman - awan selembut kapas di sana-sini, salju yang berubah kedaduan ditimpa sinar surya yang sedang tenggelam, jalan raya yang membentang melintas negeri dari satu kota ke kota lain. sangat sulit untuk menyadari bahwa ini hanyalah bagian yang teramat kecil dari sebuah jagad yang teramat ganas. Lebih sulit lagi untuk menyadari bahwa jagad yang sekarang ini ada telah ber-evolusi dari satu kondisi awal yang sangat tidak kita kenal, dan di masa depan akan menuju kiamat berupa kebekuan tanpa ujung atau panas yang tak tertanggungkan. Semakin jagad ini terasa dapat dipahami, semakin tidak bermakna jadinya jagad itu." [vi]

Kita telah melihat bagaimana teori Ledakan Besar membuka pintu bagi agama dan segala macam ide mistis. Pengaburan batasan antara ilmu pengetahuan dan agama ini sama dengan kembali ke masa 400 tahun lalu. Hal ini adalah cerminan dari mood masyarakat irasional yang sekarang ada. Mood semacam ini niscaya membawa kita pada kesimpulan-kesimpulan yang seluruhnya reaksioner. Mari kita angkat satu masalah saja: "Apakah proton meluruh?" Seperti yang telah kami perlihatkan, ini adalah salah satu ramalan dari salah satu cabang fisika partikel yang dikenal sebagai GUT. Segala macam percobaan canggih telah dilakukan untuk menguji persoalan ini. Semuanya berakhir dalam kegagalan total. Namun demikian, mereka tetap ngotot untuk mengajukan ide itu.

Di sini kami sajikan satu contoh literatur yang diterbitkan oleh para penganjur teori Remukan Besar:

"Di saat terakhir, gravitasi menjadi kekuatan yang mutlak dominan, tanpa ampun meremukkan materi dan ruang. Lengkung ruang-waktu meningkat semakin cepat. Semakin besar wilayah ruang yang dipadatkan menjadi volume yang semakin lama semakin kecil. Menurut teori konvensional, pengerutan ini akan menjadi mahakuat, meremukkan semua keberadaan materi dan menghapuskan segala benda fisik, termasuk ruang dan waktu itu sendiri, pada sebuah titik singularitas ruang-waktu.

"Inilah akhir segalanya.

"'Remukan Besar', sejauh kami pahami, bukanlah sekedar akhir dari materi. Ia adalah akhir dari segalanya. Karena waktu sendiri berhenti berputar pada titik Remukan Besar, pertanyaan tentang apa yang terjadi sesudahnya tidak akan memiliki makna sama sekali, sama tidak bermaknanya dengan pertanyaan tentang apa yang terjadi sebelum Ledakan Besar. Tidak ada apapun kejadian 'berikutnya' - tidak tersedia waktu untuk kesenggangan, atau ruang untuk kekosongan. Satu jagad yang datang dari ketiadaan pada saat Ledakan Besar akan kembali pada ketiadaan pada saat Remukan Besar,

masa hidupnya selama beberapa zillion tahun yang gemilang itu akan lenyap bahkan dari ingatan."

Pertanyaan yang tanpa sadar kemudian muncul dari rasa humor klasik kita: "Apakah kita perlu kuatir akan prospek semacam itu?" Paul Davies bertanya, barangkali dia mengharapkan satu jawaban yang serius! Ia lalu mencoba menghibur kita dengan berspekulasi tentang berbagai cara di mana mungkin umat manusia dapat meloloskan diri dari kehancuran itu. Dalam sekejap kita telah sampai pada dunia antah-berantah yang terletak di antara agama dan fiksi ilmiah.

"Kita mungkin berpikir apakah jika ada satu superbeing [yang maha ada] yang menghuni jagad yang sedang runtuh itu, pada saat sekaratnya, akan dapat memiliki satu kumpulan pikiran dan pengalaman yang jumlahnya tak berhingga, yang dikumpulkan dalam keberadaannya selama waktu terbatas yang tersedia baginya."

Jadi, sebelum tiga menit terakhir habis, umat manusia menanggalkan jasad material kasarnya dan menjadi makhluk jiwa murni, sanggup mengatasi kiamat dengan mengubah dirinya menjadi sebuah *superbrain*.

"Suatu superbrain [otak super] haruslah dapat berpikir dengan sangat cepat dan memindahkan komunikasi dari arah yang satu ke arah yang lain sejalan dengan semakin cepatnya keruntuhan yang disebabkan oleh pergetaran [osilasi] ke arah yang satu atau ke arah yang lain. Jika makhluk itu dapat mencapai kecepatan yang cukup, pergetaran itu sendiri akan menyediakan energi yang diperlukan untuk mendorong proses berpikir. Lebih jauh lagi, dalam satu model matematik yang sederhana, kelihatannya ada satu jumlah pergetaran yang tak berhingga di dalam waktu terbatas yang akan berpuncak pada Remukan Besar. Hal ini menyediakan basis bagi pengolahan informasi yang jumlahnya tak berhingga, maka, dari hipotesis, sebuah waktu subjektif yang tak terbatas bagi superbeing itu. Maka, dunia mental tidak akan pernah berakhir, sekalipun dunia fisik sampai pada penghentian mendadak pada titik Remukan Besar."^[vii]

Kita benar-benar membutuhkan satu otak super sekarang, untuk dapat memahami apa maksud semua ini! Mungkin akan lebih enak kalau kita berpikir bahwa penulis kalimat-kalimat di atas sedang bercanda. Sayangnya, kita telah melihat terlalu banyak kutipan semacam itu sehingga kita tidak dapat menganggapnya sedang bercanda. Jika Remukan Besar menandai "akhir dari segalanya", bagaimana mungkin teman kita si otak super itu dapat bertahan? Satu pertanyaan saja, hanya seorang idealis batu saja yang dapat membayangkan adanya otak tanpa tubuh. Tentu saja, kita di sini berhadapan bukan dengan sebuah otak yang biasa saja, tapi sebuah otak super. Tapi, walau demikian, kita dapat mengasumsikan bahwa ia akan menggunakan sejenis urat syaraf dan sistem syaraf untuk berfungsi; sistem semacam itu tentu saja akan membutuhkan

sejenis jasad, dan sebuah jasad (bahkan sebuah *superbody*) membutuhkan sumber energi tertentu, khususnya karena otak dikenal sangat rakus, dan menyerap sebagian besar dari kalori total yang dikonsumsi bahkan oleh mahluk fana. Satu otak super akan secara logis memiliki selera makan super! Sedihnya, karena Remukan Besar adalah akhir dari segalanya, otak super kita yang malang itu niscaya akan berada dalam keadaan di mana ia akan diharuskan melakukan diet yang ketat sepanjang segala abad. Kita hanya dapat berharap bahwa, karena ia demikian cerdasnya, ia akan dapat mencuri kesempatan untuk menimbun makanan sebelum tiga menit terakhir itu habis. Dengan pemikiran yang menghibur hati ini, kita dapat meninggalkan kawan kita si Otak Super itu untuk kembali kepada realitas.

Tidakkah mengejutkan bahwa, setelah dua ribu tahun kemajuan kebudayaan dan ilmu pengetahuan manusia, kita menemukan diri kita kembali ke jaman pewayhuan dan dunia sihir? Engels telah memperingatkan seratus tahun lalu bahwa, dengan meninggalkan filsafat, para ilmuwan niscaya akan terhenti pada "dunia spiritual". Sayangnya, ramalan Engels ini terbukti terlalu akurat.

Satu "Jagad Plasma"?

Model standard tentang jagad ini telah membawa kita pada kebuntuan ilmu, filsafat dan moral. Teori itu sendiri telah compang-camping. Tapi ia masih dapat berdiri tegak, sekalipun dengan susah-payah, sekedar karena kita tidak memiliki pilihan lain. Walau demikian, ada sesuatu yang sedang bergolak di dunia ilmu pengetahuan. Ide-ide baru sedang mewujud, ide-ide yang bukan hanya menolak Ledakan Besar, tapi juga berangkat dari ide tentang jagad yang tidak terbatas dan terus-menerus berubah. Masih terlalu dini untuk mengatakan yang mana dari teori-teori ini yang akan terbukti. Salah satu hipotesis yang sangat menarik, yang dikenal sebagai "jagad plasma", telah dikemukakan oleh oleh fisikawan pemenang Hadiah Nobel dari Swedia, Hannes Alfén. Walaupun kami tidak dapat menjelaskan panjang-lebar mengenai teorinya di sini, kami rasa sangat penting untuk menemukan beberapa ide pokok yang dikemukakan Alfén.

Alfén bergeser dari penyelidikan atas plasma di laboratorium kepada satu telaah tentang bagaimana jagad ini ber-evolusi. Plasma terdiri dari gas-gas yang panas dan konduktif terhadap listrik. Sekarang ini diketahui bahwa 99% dari materi yang ada di jagad terdiri dari plasma. Sementara di dalam gas-gas normal, elektron diikat pada atom dan tidak dapat bergerak dengan leluasa, dalam plasma, elektron-elektron dilucuti dari atom oleh panas yang demikian tinggi, memberi mereka kesempatan untuk bergerak bebas. Para kosmolog plasma

menggambarkan sebuah jagad yang "direncah oleh medan magnet maha kuat dan arus listrik maha besar, yang diatur oleh persinggungan kosmis antara elektromagnetisme dan gravitasi." [viii] Di tahun 1970-an, pesawat ruang angkasa *Pioneer* dan *Voyager* mendeteksi kehadiran arus listrik dan medan magnet yang terisi dengan benang-benang plasma di sekitar Yupiter, Saturnus dan Uranus.

Para ilmuwan seperti Alfén, Anthony Peratt dan lain-lain, telah mengembangkan satu model jagad yang dinamik, tidak statis, melainkan yang tidak membutuhkan satu awalan. Gejala ekspansi Hubble membutuhkan satu penjelasan. Tapi teori Ledakan Besar tidak harus menjadi penjelasan yang paling tepat untuk itu. Sebuah Ledakan Besar niscaya akan menghasilkan satu ekspansi, tapi satu ekspansi tidak harus memerlukan sebuah Ledakan Besar. Seperti yang diungkapkan Alfén: "Ini seperti mengatakan bahwa karena semua anjing adalah binatang, maka semua binatang adalah anjing." Masalahnya bukan terletak pada ide tentang ledakan, yang pada satu titik melahirkan ekspansi pada satu bidang jagad. Tidak ada yang mustahil secara intrinsik dalam hal ini. Masalahnya terletak pada ide bahwa semua materi di jagad ini pernah terkonsentrasi pada satu titik tunggal, dan bahwa jagad dan waktu itu sendiri dilahirkan pada satu saat tertentu yang disebut Ledakan Besar.

Model alternatif yang diajukan oleh Hannes Alfén dan Oskar Klein menerima bahwa mungkin memang ada sebuah ledakan, yang disebabkan oleh penggabungan sejumlah besar materi dan anti-materi pada satu sudut dari jagad teramati ini, yang menghasilkan kualitas raksasa dari elektron dan positron yang enerjik. Karena terjebak dalam medan magnet, partikel-partikel ini mendorong plasma untuk saling menjauh selama ratusan juta tahun. "Ledakan dalam epos ini, sekitar 10-20 milyar tahun lalu, mendorong plasma yang kemudian terkondensasi menjadi galaksi-galaksi itu mengembang ke luar - dalam ekspansi Hubble. Tapi ini sama sekali bukan Ledakan Besar yang menciptakan materi, ruang dan waktu. Ia adalah sekedar ledakan besar biasa, satu ledakan di satu sudut jagad. Alfén adalah salah satu orang yang pertama mengakui bahwa penjelasan ini bukanlah satu-satunya penjelasan yang mungkin. 'Point pentingnya adalah,' tegasnya, 'bahwa ada alternatif untuk teori Ledakan Besar.'"

Pada waktu di mana hampir semua ilmuwan percaya bahwa ruang adalah kehampaan mutlak, Alfén menunjukkan bahwa tidak demikian halnya. Alfén menunjukkan bahwa seluruh jagad ini dipenuhi oleh aliran plasma dan medan magnet. Alfén melakukan penelitian pelopor dalam bidang medan bintang

matahari dan medan magnet. Belakangan, Alfén membuktikan di laboratorium bahwa ketika sebuah aliran listrik mengalir melalui plasma, ia akan mengambil bentuk benang [filamen] untuk mengalir melalui garis-garis medan magnetik. Berangkat dari pengamatan ini, ia lalu menyimpulkan bahwa gejala yang sama terjadi pada plasma di angkasa. Hal itu adalah ciri umum plasma di seluruh jagad. Maka, kita akan menemui satu aliran listrik maha besar yang mengalir melalui benang plasma alamiah, yang merenah seluruh jagad ini.

"Dengan membentuk struktur serupa benang yang teramati pada skala terkecil dan terbesar, materi dan energi dapat dipadatkan dalam ruang. Tapi jelas bahwa energi dapat pula dipadatkan dalam waktu - jagad ini dipenuhi dengan berbagai pelepasan energi yang mendadak dan eksplosif. Satu contoh yang akrab dengan Alfén adalah ledakan matahari, satu pelepasan energi mendadak di permukaan matahari, yang menghasilkan arus partikel yang menghasilkan badai magnetik di bumi. Model gejala kosmologinya, yang disebut "generator", menunjukkan bagaimana energi dapat dihasilkan secara bertahap, layaknya dalam pembangkit listrik yang bekerja normal, tapi bukan dalam ledakan-ledakan, seperti dalam ledakan matahari. Pemahaman terhadap pelepasan energi yang mendadak adalah kunci untuk pemahaman dinamika kosmos."

Alfén telah membuktikan ketepatan dari Hipotesa Nebular Kant-Laplace. Kini, jika bintang-bintang dan planet-planet dapat dibentuk oleh aksi yang dilakukan oleh aliran-aliran benang plasma raksasa, tidak ada alasan untuk mengatakan bahwa tata surya tidak mungkin terbentuk dengan cara yang sama.

"Lagi-lagi, prosesnya sangat mirip, tapi kali ini jauh lebih besar: benang-benang plasma yang menyapu satu nebula proto-galaktik, menjepit plasma menjadi material penyusun matahari dan bintang-bintang lain. Sekali material itu benar-benar terjepit, gravitasi akan menarik beberapa di antaranya untuk menjadi satu, terutama debu dan partikel es yang bergerak lebih lambat, yang kemudian akan menjadi benih untuk tumbuhnya satu inti benda langit. Lebih jauh lagi, gerakan vorteks dari benang plasma akan menyediakan momentum puntir bagi tiap aglomerasi di dalam inti tersebut, menghasilkan himpunan arus listrik baru yang lebih kecil, yang membawa benang plasma dan satu siklus kompresi baru yang kemudian menghasilkan sebuah tata surya. (Di tahun 1989, hipotesis ini telah diterima luas, telah dibuktikan secara meyakinkan ketika para ilmuwan mengamati bahwa rotasi sumbu dari semua bintang dalam satu nebula tertentu tersusun sesuai dengan medan magnetik nebula tersebut - jelasnya, satu pembentukan bintang yang dikendalikan oleh medan magnetik.)"

Walau demikian, teori Alfén masih terus ditolak oleh para kosmologis, karena ia bukan saja menentang model standard, tapi juga mempertanyakan keberadaan lubang hitam, yang masih terus diributkan itu. Ia telah dengan tepat menjelaskan sinar-sinar kosmik, bukan sebagai fosil dari Ledakan Besar, tapi sebagai produk dari percepatan elektromagnetik.

"Maka, dalam skenario Alfén dan Klein, hanya sebagian kecil jagad - yaitu yang dapat kita lihat - yang akan runtuh dan kemudian meledak. Bukannya datang dari sebuah titik singularitas, ledakan itu datang dari sebuah wilayah besar yang lebarnya ratusan juta tahun cahaya dan memerlukan ratusan juta tahun untuk berkembang - kita tidak memerlukan lagi satu 'asal-usul jagad raya'." [ix]

Apakah teori ini kelak akan terbukti tepat, hanya waktu yang dapat menyatakannya. Hal yang penting adalah, seperti yang dikatakan Alfén sendiri, bahwa hipotesis alternatif terhadap Ledakan Besar adalah satu hal yang mungkin. Apapun yang terjadi, kami yakin bahwa model jagad raya yang akan kelak akhirnya dikoraborasi oleh ilmu pengetahuan tidak akan ada kemiripannya dengan model yang dimulai oleh Ledakan Besar dan diakhiri oleh Remukan Besar. Penemuan teleskop di tahun 1609 adalah titik balik yang menentukan dalam sejarah astronomi. Sejak itu, cakrawala jagad raya ini telah didorong semakin hari semakin jauh. Kini, teleskop radio yang kuat telah menjelajah semakin jauh ke angkasa. Sepanjang waktu objek-objek baru terus ditemukan, semakin besar dan semakin jauh, tanpa kemungkinan batas akhir. Walau demikian, obsesi manusia akan keterbatasan telah menghasilkan desakan yang kuat untuk menempatkan satu "batasan terakhir" pada segala sesuatu. Kita melihat fenomena ini terulang berkali-kali dalam sejarah astronomi.

Adalah satu hal yang ironis, di kala teknologi memungkinkan kita untuk menembus luasnya angkasa ini, kita menyaksikan satu kemunduran psikologis ke dunia abad pertengahan di mana jagad raya ini dianggap terbatas luasnya, yang dimulai dengan Penciptaan dan berakhir dalam kehancuran ruang, waktu dan materi. Satu garis tak terseberangi telah ditarik pada titik ini, umat manusia tidak diperkenankan melintasinya, karena "kita tidak dapat memahami" apa yang ada di luar sana. Ini adalah revisi a la abad ke-20 atas peta dunia yang dulu digambar di abad pertengahan, ketika bumi masih dianggap sebagai piringan datar, peta yang menunjukkan pinggiran bumi, yang ditandai dengan peringatan keras, "Di sini tinggal monster-monster!"

Einstein dan Big Bang

Dalam beberapa dasawarsa terakhir, satu prasangka telah tertanam dalam-dalam, prasangka yang menyatakan bahwa ilmu-ilmu "murni", terutama fisika, adalah hasil dari pemikiran abstrak dan kesimpulan matematik belaka. Seperti yang diungkapkan oleh Eric Lerner, Einstein turut pula bertanggung jawab untuk kecenderungan ini. Tidak seperti teori-teori terdahulu, seperti hukum elektromagnetisme Maxwell atau hukum gravitasi Newton, yang sepenuhnya disandarkan pada percobaan, dan segera dibenarkan oleh ratusan ribu

pengamatan yang terpisah, teori-teori Einstein pada awalnya hanya dibenarkan oleh dua pengamatan - pembelokan cahaya bintang oleh medan gravitasi matahari dan penyimpangan kecil dalam orbit Merkurius.

Fakta bahwa teori relativitas kemudian dibuktikan ketepatannya telah mendorong orang lain, yang mungkin tidak dapat menandingi tingkat kejeniusan Einstein, untuk menganggap bahwa cara Einstein adalah cara yang benar. Mengapa perlu repot-repot mengadakan percobaan yang makan waktu dan mengadakan pengamatan yang berbelit-belit? Sungguh, mengapa pula perlu bergantung pada kesaksian dari indera kita, sementara kita dapat langsung mencari kebenaran melalui metode deduksi murni?

Semakin hari kita semakin melihat kecenderungan kepada pendekatan teoritik yang murni abstrak terhadap kosmologi, yang bersandar hampir sepenuhnya pada perhitungan matematik dan teori relativitas. "Jumlah paper kosmologi yang diterbitkan tiap tahun melejit dari lima puluh di tahun 1965 menjadi lebih dari 500 di tahun 1980, walau pertumbuhan ini semata adalah pertumbuhan dari karya-karya teoritik: sampai tahun 1980, kira-kira 95 persen dari paper ini diabdikan untuk berbagai model matematik, seperti 'jagad Bianchi type XI'. Sampai 1970-an, keyakinan para kosmolog demikian tingginya sehingga mereka merasa sanggup menggambarkan dengan rincian yang sangat berwarna-warni apa yang terjadi pada masa seperseratus detik pertama usia jagad ini, beberapa milyar tahun yang lalu. Teori semakin mengambil watak mitos - pengetahuan yang mutlak dan pasti tentang kejadian-kejadian di masa yang telah lama silam, tapi dengan pemahaman yang semakin kabur tentang bagaimana kejadian-kejadian itu dapat menentukan bentuk jagad yang kita kenal saat ini, dan semakin teguhnya orang menolak hasil-hasil pengamatan."

Titik lemah dari jagad raya Einstein yang statis dan tertutup itu adalah bahwa ia niscaya akan runtuh ke dalam dirinya sendiri karena kekuatan gravitasi. Untuk mengatasi masalah ini, ia mengajukan satu hipotesis tentang "konstanta kosmologi", satu kekuatan penolak yang akan melawan kekuatan gravitasi, dengan demikian mencegah jagad runtuh ke dalam. Selama beberapa waktu ide tentang jagad yang statis, yang terentang selamanya dalam kesetimbangan oleh kekuatan kembar gravitasi dan "konstanta kosmologi" mendapatkan dukungan - setidaknya dari segelintir ilmuwan yang mengklaim bahwa mereka memahami teori Einstein yang sangat abstrak dan rumit itu.

Di tahun 1970, dalam sebuah artikel dalam *Science*, Gerard de Vaucouleur menunjukkan bahwa, sejalan dengan semakin besarnya benda-benda di jagad raya, kerapatan mereka semakin kecil. Sebuah objek yang sepuluh kali lebih besar, misalnya, kerapatannya akan turun 100 kali lipat. Ini adalah satu hal yang memiliki akibat serius pada upaya-upaya untuk menetapkan kerapatan rata-rata jagad raya, hal yang perlu untuk menetapkan apakah memang ada cukup gravitasi untuk menghentikan ekspansi Hubble. Jika kerapatan rata-rata jatuh berbanding lurus peningkatan ukuran, mustahillah menetapkan kerapatan rata-rata jagad raya secara keseluruhan. Jika De Vaucouleur benar, kerapatan jagad raya akan jauh lebih kecil daripada perhitungan selama ini, dan nilai omega dapat menjadi 0,0002. Dalam sebuah jagad yang memiliki materi demikian sedikitnya, efek gravitasi akan menjadi demikian lemah sehingga perbedaan antara relativitas umum dan gravitasi Newton akan menjadi demikian tidak penting, dan dengan demikian, "untuk semua keperluan praktis, relativitas umum, landasan bagi semua kosmologi konvensional, dapat *diabaikan!*" Lerner melanjutkan: "Penemuan Vaucouleur menunjukkan bahwa tidak ada tempat di jagad ini - kecuali mungkin di dekat beberapa bintang neutron yang ultra-rapat - di mana relativitas umum dapat menjadi lebih dari sekedar koreksi kecil." [x]

Tingkat kesulitan yang tinggi dalam upaya untuk memahami "apa yang sesungguhnya dimaksudkan" Einstein dapat digambarkan dalam ujar-ujar. Ada satu kisah bahwa, ketika beberapa jurnalis bertanya pada ilmuwan Inggris, Eddington, orang kedua setelah Einstein yang dianggap paham tentang relativitas, apakah memang benar bahwa hanya tiga orang di dunia ini yang memahami relativitas, ia menjawab, "Oh, benarkah? Dan siapa orang ketiga itu?" Namun demikian, ahli matematika Rusia Alexander Friedmann di awal 1920-an menunjukkan bahwa model jagad raya Einstein hanyalah salah satu dari sekian banyak, mungkin tak berhingga, model kosmologis yang dimungkinkan oleh teorinya, beberapa mengerut, yang lain mengembang, tergantung dari nilai konstanta kosmologis, dan "kondisi awal" jagad itu. Ini adalah hasil yang murni matematik, diturunkan dari persamaan Einstein. Makna penting dari karya Friedmann adalah bahwa ia mempertanyakan ide tentang jagad yang statis dan tertutup, dan menunjukkan bahwa model-model lainnya juga dimungkinkan.

Bintang Neutron

Bertentangan dengan ide jaman Kuno bahwa bintang-bintang bersifat abadi dan tidak dapat berubah, astronomi modern telah menunjukkan bahwa bintang-bintang dan lain-lain benda langit memiliki sejarah, kelahiran, kehidupan dan kematian - berukuran raksasa, dengan kerapatan rendah dan berwarna merah di

masa muda; biru, panas dan gemilang di usia pertengahan; mengerut, kerapatan tinggi dan kembali berwarna merah di masa tuanya. Sejumlah besar informasi telah dikumpulkan dari pengamatan-pengamatan astronomi yang menggunakan teleskop yang luar biasa kuat. Di Harvard saja, seperempat juta bintang telah disusun dalam empat puluh kelas sebelum Perang Dunia II melalui karya Annie J. Cannon. Kini jauh lebih banyak lagi yang telah diketahui sebagai hasil dari penggunaan teleskop radio dan penjelajahan antariksa.

Astronom Inggris, Fred Hoyle, telah membuat satu penyelidikan yang rinci tentang kehidupan dan kematian bintang-bintang. Bintang-bintang dihidupi oleh proses fusi hidrogen menjadi helium di inti masing-masing. Sebuah bintang pada tahap awalnya hanya berubah sedikit saja dalam ukuran maupun suhunya. Inilah kedudukan matahari kita yang sekarang. Namun, cepat atau lambat, hidrogen itu akan habis diubah menjadi helium. Helium yang terkumpul di dalam inti, ketika ia mencapai ukuran tertentu, kuantitas berubah menjadi kualitas. Satu perubahan yang dramatis terjadi, menyebabkan satu perubahan mendadak dalam ukuran dan suhu. Bintang itu akan mengembang ke ukuran raksasa, ketika permukaannya kehilangan panas. Ia menjadi bintang raksasa merah.

Menurut teori ini, inti helium berkontraksi, meningkatkan suhu pada titik di mana inti helium akan berfusi untuk membentuk karbon, sambil melepaskan energi baru. Di jantungnya, kontraksi ini berlangsung lebih jauh. Pada tahap ini, kehidupan bintang-bintang meredup dengan cepat, karena energi yang dihasilkan oleh fusi helium jauh lebih kecil daripada yang dihasilkan oleh fusi hidrogen. Pada titik tertentu, energi yang dibutuhkan untuk menjaga pembesaran ukuran bintang dari tarikan gaya gravitasinya sendiri mulai tidak tercukupi lagi. Bintang itu akan mengerut dengan cepat, runtuh ke dalam dirinya sendiri menjadi *bintang kerdil putih*, yang dilingkupi oleh awan gas, sisa dari lapisan luar yang dihembus keluar oleh panasnya kontraksi terdahulu. Ini adalah basis dari nebula planet. Bintang-bintang boleh tinggal dalam keadaan ini dalam waktu yang sangat lama, mendingin perlahan-lahan, sampai ia tidak lagi memiliki panas yang cukup untuk bersinar. Mereka akhirnya mati dan menjadi *bintang kerdil hitam*.

Walau demikian, proses ini akan terlihat begitu damai dan tenang kalau dibandingkan dengan skenario yang digariskan Hoyle untuk bintang-bintang yang lebih besar. Ketika sebuah bintang besar mencapai tahap akhir perkembangannya, di mana suhu internalnya mencapai 3-4 juta derajat, besi mulai terbentuk pada intinya. Pada tahap tertentu, suhunya mencapai satu titik

di mana atom-atom besi dipecah menjadi helium. Pada titik ini, bintang itu runtuh ke dalam dirinya sendiri dalam waktu sekitar satu detik. Keruntuhan yang demikian dahsyat akan menimbulkan ledakan yang sangat dahsyat, yang melemparkan semua lapisan luarnya jauh-jauh dari inti bintang itu. Ledakan ini dikenal sebagai *supernova*, seperti yang mengejutkan para astronom Cina pada abad ke-11.

Pertanyaan yang kemudian timbul adalah apa yang akan terjadi jika sebuah bintang besar terus runtuh ke dalam karena tekanan dari gravitasinya sendiri. Gaya gravitasi yang tak terkira besarnya akan memeras elektron ke dalam ruang yang telah ditempati oleh proton. Menurut hukum mekanika kuantum yang dikenal sebagai Prinsip Pengecualian Pauli, tidak ada dua elektron yang boleh menempati posisi energi yang sama dalam sebuah atom. Prinsip ini, yang bekerja dalam neutron, mencegah keruntuhan lebih lanjut. Pada tahap ini, bintang itu kini akan terdiri dari neutron, inilah asal-usul namanya. Bintang semacam itu memiliki radius yang amat kecil, mungkin hanya 10 kilometer, atau sekitar $1/700$ dari radius bintang kerdil putih, dan dengan kerapatan lebih dari 100 juta kali lipat daripadanya, padahal kerapatan bintang kerdil putih sudah demikian tinggi. Satu kotak korek api yang diisi dengan material dari bintang neutron akan memiliki bobot seberat sebuah asteroid yang berdiameter satu mil.

Dengan pemusatan massa yang demikian tinggi, tarikan gravitasi dari sebuah bintang neutron akan menyerap segala sesuatu yang melingkari angkasa di sekitarnya. Keberadaan bintang semacam ini telah diramalkan secara teoritik oleh fisikawan Sovyet, Lev Landau, dan kemudian ditelaah secara rinci oleh J. R. Oppenheimer dan kawan-kawan. Untuk sementara waktu diragukan apakah bintang semacam itu memang benar-benar ada. Namun, di tahun 1967, penemuan pulsar di dalam sisa-sisa supernova seperti Nebula Kepiting menimbulkan teori bahwa pulsar sesungguhnya adalah bintang neutron. Tidak ada sesuatupun di dalamnya yang tidak bersesuaian dengan prinsip-prinsip materialisme.

Pulsar adalah sebuah bintang yang berdenyut, yang menimbulkan tembakan energi dengan kekerapan tinggi pada jarak waktu yang teratur. Diperkirakan bahwa mungkin terdapat 100.000 pulsar di galaksi kita sendiri saja, ratusan di antaranya telah ditemukan. Sumber dari gelombang radio maha kuat ini diperkirakan adalah bintang-bintang neutron. Menurut teorinya, ia semestinya memiliki medan magnetik maha dahsyat. Dalam cengkeraman medan gravitasi sebuah bintang neutron, elektron hanya akan dapat muncul dari kutub-kutub

magnetnya, melepaskan enerjinya dalam bentuk gelombang radio dalam proses ini. Letupan-letupan singkat gelombang radio ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa bintang neutron harusnya berotasi. Di tahun 1969, ditemukan bahwa sebuah cahaya dari bintang pudar di Nebula Kepiting ternyata berkedip dengan teratur sejalan dengan denyutan gelombang mikronya. Ini adalah penampakan pertama atas sebuah bintang neutron. Lalu, di tahun 1982, sebuah pulsar yang bergerak cepat telah ditemukan, dengan denyutan 20 kali lebih cepat daripada apa yang ada di Nebula Kepiting - 642 kali per detik.

Di tahun 1960-an, objek-objek baru telah ditemukan dengan teleskop radio: kuasar. Di akhir dasawarsa tersebut, ada 150 yang ditemukan - beberapa di antaranya diperhitungkan berada pada jarak sembilan juta tahun cahaya dari bumi, jika perhitungan *redshift*-nya benar. Supaya dapat terlihat dari jarak yang demikian jauh, bintang itu haruslah 30 sampai 100 kali lebih cemerlang dari sebuah galaksi yang normal. Namun mereka tetap nampak kecil. Hal ini benar-benar menimbulkan kesulitan, sehingga beberapa astronom menolak menerima bahwa mereka benar-benar berada sejauh itu dari bumi.

Penemuan kuasar memberi satu dorongan baru bagi teori Ledakan Besar. Kehadiran reruntuhan bintang dengan medan gravitasi sekuat itu menghadirkan masalah yang tidak dapat dipecahkan melalui pengamatan langsung. Fakta ini membuka gerbang ke arah banjir spekulasi, termasuk beberapa interpretasi paling aneh dari teori relativitas umum Einstein. Seperti yang ditunjukkan Eric Lerner:

"Kecemerlangan dari sebuah kuasar dengan cepat menarik para peneliti muda pada perhitungan yang rumit dari relativitas umum dan juga pada masalah-masalah kosmologi, terutama yang bersifat matematik. Setelah 1964 jumlah paper yang diterbitkan dalam bidang kosmologi melompat jauh, tapi pertumbuhannya kebanyakan adalah dalam karya-karya teoritik - perhitungan matematik akan beberapa masalah dalam relativitas umum, yang sama sekali tidak mencoba menyesuaikan perhitungan mereka dengan hasil dari pengamatan. Di tahun 1964 saja, mungkin empat dari lima paper tentang kosmologi bersifat teoritik, pada dekade sebelumnya hanya satu dari tiga."^[xi]

Sangatlah perlu bagi kita untuk membedakan lubang hitam [*black hole*], yang keberadaannya barulah merupakan penurunan dari interpretasi tertentu atas teori relativitas umum, dan bintang neutron, yang keberadaannya telah benar-benar diamati. Ide tentang lubang hitam telah menyita perhatian jutaan orang berkat tulisan dari Stephen Hawking. Namun keberadaan lubang hitam ini masih belum diterima secara umum, juga belum dibuktikan secara benar-benar meyakinkan.

Roger Penrose, dalam satu esai yang didasarkan pada kuliah di Radio BBC tahun 1973, menggambarkan teori lubang hitam sebagai berikut:

"Apa itu lubang hitam? Untuk keperluan astronomi, ia berperilaku seperti sebuah "benda" yang kecil berwarna hitam dengan tingkat kerapatan amat tinggi. Tapi ia bukan sebuah benda material dalam makna yang biasa. Ia tidak memiliki permukaan. Sebuah lubang hitam adalah wilayah ruang kosong (sekalipun yang terpuntir secara aneh) yang berlaku sebagai sebuah pusat tarikan gravitasi. Pada satu saat, sebuah benda material pernah ada di sana. Tapi benda itu runtuh ke dalam di bawah tarikan gravitasinya sendiri. Semakin benda itu terpusat ke intinya, semakin kuat medan gravitasinya dan semakin kurang kemampuan benda itu untuk mencegah keruntuhannya lebih jauh. Pada satu tahap, ia mencapai titik tanpa jalan kembali. Dan benda itu akan mencapai batasan "cakrawala-peristiwa mutlak" [absolute event horizon]-nya.

"Saya akan bicara lebih lanjut tentang hal ini di belakang, tapi bagi keperluan kita yang sekarang, cakrawala-peristiwa mutlak inilah yang bertindak sebagai permukaan yang membatasi lubang hitam ini. Permukaan ini tidaklah material. Ia hanyalah satu garis demarkasi yang ditarik di ruang angkasa untuk memisahkan wilayah dalam dan luar. Wilayah dalam - tempat di mana benda itu telah runtuh - didefinisikan dengan fakta bahwa tidak ada materi, cahaya atau sinyal apapun yang dapat meloloskan diri daripadanya, sementara wilayah luar adalah di mana masih dimungkinkan lolosnya sinyal atau partikel materi ke dunia luar. Materi yang telah runtuh ke dalam lubang hitam telah jatuh demikian dalam sehingga mencapai kerapatan yang luar biasa, sehingga bahkan nampaknya dihancurkan keberadaannya setelah ia mencapai apa yang dikenal sebagai 'singularitas ruang-waktu' - satu tempat di mana hukum-hukum fisika, seperti yang dipahami kini, harus berhenti bekerja."^[xii]

Stephen Hawking

Di tahun 1970, Stephen Hawking mengajukan ide bahwa energi yang mengisi sebuah lubang hitam kadangkala akan menciptakan sepasang partikel sub-atomik, yang salah satunya akan dapat meloloskan diri. Hal ini mengimplikasikan bahwa sebuah lubang hitam dapat menguap, sekalipun ini akan membutuhkan waktu yang demikian lama sehingga tak akan terbayangkan. Pada saat terakhirnya, menurut pandangan ini, ia akan meledak, menghasilkan sejumlah besar sinar gamma. Teori Hawking telah menarik perhatian banyak orang. Buku *best seller*-nya, *A Brief History of Time, From Big Bang to Black Holes*, yang ditulis dengan apik itu, mungkin adalah buku yang paling menarik perhatian banyak orang akan teori-teori baru kosmologi. Gaya penulisannya yang gemilang membuat ide-ide yang rumit terlihat sederhana dan menarik. Ia adalah sebuah buku yang sangat menarik untuk dibaca, tapi demikian pula halnya dengan semua buku fiksi ilmiah. Sayangnya, kelihatannya telah menjadi kebiasaan bagi para penulis buku populer tentang kosmologi untuk membuat

karyanya kedengaran semestis mungkin, mengajukan teori-teori yang paling tidak masuk nalar, mendasarkan diri pada sebanyak mungkin spekulasi dan sesedikit mungkin fakta. Model-model matematika telah hampir sepenuhnya menggantikan pengamatan. Filsafat sentral dari aliran pemikiran ini disimpulkan oleh slogan Stephen Hawking "kita tidak dapat benar-benar berada argumen dengan teorema matematika."

Hawking mengklaim bahwa dia dan Roger Penrose telah membuktikan (secara matematik) bahwa teori relativitas umum "mengimplikasikan bahwa jagad ini harus memiliki satu awal dan, mungkin, satu akhir." Dasar bagi semua ini adalah bahwa teori relativitas umum dianggap mutlak benar. Namun, paradoksnya, pada titik Ledakan Besar, teori relativitas tiba-tiba menjadi tidak relevan. Ia berhenti bekerja, seperti halnya semua hukum fisika lain juga berhenti bekerja, sehingga *tidak ada sesuatupun yang dapat kita katakan tentangnya*. Tidak ada, yaitu, kecuali spekulasi metafisik dari jenis yang paling buruk. Tapi kita akan kembali pada hal ini di belakang.

Menurut teori ini, waktu dan ruang tidak ada sebelum Ledakan Besar, ketika semua materi di jagad ini katanya terpusat pada sebuah titik tunggal yang tidak berhingga kecilnya, yang dikenal oleh para ahli matematika sebagai singularitas. Hawking sendiri menunjukkan dimensi yang terlibat dalam transaksi kosmologis yang mengesankan ini:

"Kita kini tahu bahwa galaksi kita hanyalah salah satu dari beberapa ratus ribu juta yang dapat dilihat menggunakan teleskop modern, tiap galaksi itu sendiri mengandung beberapa ratus ribu juta bintang.... Kita hidup dalam sebuah galaksi yang besarnya dari ujung ke ujung sekitar seratus ribu tahun cahaya dan berputar perlahan; bintang-bintang di lengan spiralnya mengorbit seputar pusatnya sekitar sekali setiap beberapa ratus juta tahun. Bintang kita hanyalah bintang kuning biasa, yang berukuran sedang-sedang saja, dekat bagian dalam dari salah satu lengan spiralnya. Kita sungguh telah melangkah jauh sekali dari jaman Aristoteles dan Ptolomeus, ketika kita mengira bahwa bumi adalah pusat jagad raya!"^[xiii]

Nyatanya, kuantitas materi yang demikian besar seperti yang disebutkan di atas sama sekali tidak memberi gambaran tentang jumlah materi di jagad raya. Galaksi-galaksi dan *supercluster* baru terus ditemukan sepanjang waktu, dan tidak ada akhir bagi proses ini. Kita telah berjalan jauh sekali dari jaman Aristoteles dalam beberapa aspek. Tapi, dalam aspek lainnya, kelihatannya kita justru mundur jauh sekali daripadanya. Aristoteles tidak mungkin membuat kesalahan dengan berbicara tentang masa sebelum waktu diciptakan, atau mengklaim bahwa seluruh jagad, nyatanya, *diciptakan dari ketiadaan*. Untuk menemukan ide seperti ini, kita harus mundur beberapa ribu tahun ke dunia

mitos Penciptaan seperti yang disadur orang-orang Yahudi dari orang-orang Babilonia.

Kala seseorang mencoba memprotes arak-arakan ini, ia segera akan dihadapkan dengan sang mahaguru Albert Einstein, sebagaimana seorang murid nalar dipanggil ke kantor kepala sekolah, dan diberi pelajaran keras mengenai perlunya menunjukkan rasa hormat pada teori relativitas umum, diberi tahu bahwa dia tak boleh beradu argumen dengan teorema matematik, dan dipulangkan dengan tidak hormat. Perbedaan utamanya adalah bahwa kebanyakan kepala sekolah masih hidup dan Einstein sudah mati, dan dengan demikian tidak dapat memberi komentar terhadap interpretasi semacam itu atas teorinya. Nyatanya, sia-sialah kita mencoba mencari dalam tulisan Einstein satupun rujukan tentang Ledakan Besar, lubang hitam, dan lain-lain sejenisnya. Einstein sendiri, sekalipun ia awalnya cenderung kepada filsafat idealisme, secara tegas menentang mistisisme dalam ilmu pengetahuan. Ia menghabiskan dasawarsa terakhir hidupnya berjuang melawan pandangan-pandangan idealis subjektif dari Heisenberg dan Bohr dan, nyatanya, bergerak mendekati kepada posisi materialis. Ia tentu akan ngeri melihat kesimpulan-kesimpulan mistik yang ditarik dari teorinya. Yang berikut ini adalah contoh yang baik:

"Semua persamaan Friedmann memiliki ciri bahwa pada satu waktu di masa lalu (sekitar 10 sampai duapuluh milyar tahun yang lalu) jarak antar galaksi haruslah nol. Pada saat itu, yang kita kenal sebagai Ledakan Besar, kerapatan jagad raya dan lengkung ruang-waktu pastilah besar tak berhingga. Karena matematika tidak sungguh-sungguh dapat menangani ketidakberhinggaan hal ini berarti bahwa teori relativitas umum (di mana persamaan Friedman didasarkan) meramalkan bahwa ada satu titik dalam jagad di mana teori itu sendiri runtuh. Titik semacam itu adalah apa yang disebut para ahli matematik sebagai singularitas. Nyatanya, semua teori kita tentang ilmu pengetahuan dirumuskan berdasarkan asumsi bahwa ruang-waktu berciri halus dan hampir-hampir datar, jadi mereka juga runtuh pada singularitas Ledakan Besar, ketika lengkung ruang-waktu besar tak berhingga. Hal ini berarti bahwa sekalipun ada peristiwa yang terjadi sebelum Ledakan Besar, kita tidak dapat menggunakannya untuk menentukan apa yang akan terjadi setelahnya, karena kemampuan kita meramal akan runtuh pada saat Ledakan Besar. Sejalan dengan itu, jika, seperti halnya demikian, kita hanya mengetahui apa yang telah terjadi setelah Ledakan Besar, kita tidak akan dapat mengetahui apa yang terjadi sebelumnya. Sejauh menyangkut diri kita sendiri, kejadian-kejadian sebelum Ledakan Besar tidak dapat memiliki akibat apapun, sehingga mereka harus dibuang dari model kita dan kita dapat menyatakan bahwa waktu dimulai pada saat Ledakan Besar."

Kutipan seperti di atas sangat mengingatkan kita pada jungkir-balik intelektual dari Para Terpelajar abad pertengahan, yang berdebat mengenai berapa jumlah malaikat yang dapat berdansa di atas pentul sebuah jarum. Komentar ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah penghinaan. Jika kesahihan sebuah argumen hanya ditentukan oleh *konsistensi internalnya*, maka argumen Para Terpelajar abad

pertengahan adalah sama sahihnya dengan argumen di atas. Mereka bukanlah orang-orang tolol, melainkan ahli-ahli logika dan matematika yang terampil, yang mendirikan konstruksi logika mereka dengan kerumitan dan kesempurnaan setara dengan yang mereka tunjukkan ketika membangun katedral-katedral. Yang perlu kita lakukan tinggal menerima premis-premis mereka, dan segalanya akan jatuh tepat di tempat yang seharusnya. Persoalannya terletak pada kesahihan dari premis awal mereka. Dan teori yang sekarang ini bersandar sepenuhnya pada matematika.

"Pada waktu yang kita sebut Ledakan Besar..." Tapi jika *tidak ada* waktu semacam itu, bagaimana mungkin kita menyebutnya sebagai "pada waktu itu"? Katanya waktu justru *dimulai* pada titik itu. Jadi, apa yang ada di sana sebelum adanya waktu? Pada waktu di mana tidak ada waktu! Jelaslah bahwa argumen itu mengkontradiksi dirinya sendiri. Waktu dan ruang adalah cara mengada materi. Jika tidak ada waktu, maupun ruang, maupun materi, apa yang ada di sana? Energi? Tapi energi, seperti penjelasan Einsein, juga hanyalah satu perwujudan materi. Satu medan-gaya? Tapi medan-gaya adalah juga energi, jadi kesulitan itu tetap ada di sana. Satu-satunya cara untuk menghilangkan waktu, adalah jika sebelum Ledakan Besar - *tidak ada segala sesuatupun*.

Masalahnya adalah: bagaimana menciptakan sesuatu dari ketiadaan? Jika kita berpikir religius, tidak ada masalah di sini; Tuhan menciptakan jagad dari ketiadaan. Inilah doktrin dari Gereja Katolik, doktrin tentang Penciptaan *ex nihilo*. Hawking merasa tidak nyaman akan fakta ini, seperti yang dikemukakannya pada baris-baris berikut:

"Banyak orang tidak menyukai ide bahwa waktu memiliki satu awal, boleh jadi karena hal itu berbau campur-tangan ilahi. (Gereja Katolik, di pihak lain, telah meraup model Ledakan Besar dan di tahun 1951 dengan resmi mengumumkannya sebagai sesuai dengan Injil.)"

Hawking sendiri tidak ingin menerima kesimpulan ini. Tapi itu adalah sebuah keniscayaan. Seluruh kerumitan ini muncul dari konsepsi filsafat yang tidak tepat tentang waktu. Einstein harus turut bertanggung jawab akan hal ini, karena ia nampaknya memasukkan unsur subjektif dengan mengaburkan pengukuran waktu dengan waktu itu sendiri. Di sini lagi-lagi nampak bahwa reaksi terhadap fisika mekanik Newton telah dilancarkan sampai satu titik ekstrim. Persoalannya bukanlah apakah waktu itu "relatif" atau "mutlak". Persoalan sentralnya yang harus dibahas adalah apakah waktu itu *subjektif* atau *objektif*; apakah waktu merupakan cara mengada dari materi atau hanya sekedar satu konsep yang sepenuhnya subjektif dan hanya hadir dalam pikiran dan ditentukan oleh

pengamatnya. Hawking jelas menerima pandangan subjektif tentang waktu, ketika ia menulis:

"Hukum Newton tentang gerak telah mengakhiri ide tentang kedudukan mutlak dalam ruang. Teori relativitas menyingkirkan kemutlakan waktu. Bayangkan sepasang anak kembar. Jika salah satu dari mereka tinggal di puncak gunung sementara yang lain tinggal di tepi pantai. Yang pertama akan menua lebih cepat dari yang pertama, perbedaan umurnya akan sangat kecil, tapi perbedaan itu akan menjadi jauh lebih besar jika salah satu dari mereka bepergian jauh dalam sebuah pesawat angkasa pada kecepatan mendekati kecepatan cahaya. Ketika ia kembali, ia akan menjadi jauh lebih muda daripada yang satunya, yang tinggal di bumi. Ini dikenal sebagai paradoks si kembar, tapi ia hanya akan menjadi paradoks ketika seseorang memiliki ide tentang waktu mutlak di pikirannya. Dalam teori relativitas tidak ada pengukuran yang unik dan mutlak atas waktu yang tergantung pada di mana sang pengamat berada dan berapa cepat ia bergerak."^[xiv]

Bahwa terdapat unsur-unsur subjektif dalam pengukuran waktu, itu tidak dapat diperdebatkan lagi. Kita mengukur waktu menurut satu kerangka rujukan tertentu, yang dapat, dan pasti, berbeda-beda dari satu tempat ke tempat lain. Waktu di London berbeda dengan waktu di Sydney atau New York. Tapi ini tidak berarti bahwa waktu adalah sepenuhnya subjektif. Proses objektif di jagad terjadi, tidak tergantung dari apakah kita dapat mengukurnya atau tidak. Waktu, ruang, dan gerak adalah objektif bagi materi, tidak memiliki awal maupun akhir.

Inilah catatan menarik dari Engels mengenai hal itu:

"Mari kita lanjutkan. Jadi waktu memiliki awal. Apa yang terjadi sebelum awal ini? Jagad raya, yang waktu itu berada dalam keadaan yang tetap sesuai dengan dan tidak berubah. Dan karena tidak ada perubahan susul-menyusul dalam keadaan ini, ide yang khusus tentang waktu mengubah dirinya menjadi ide umum tentang keberadaan. Pertama-tama, kita sama sekali tidak berminat dengan konsep perubahan di kepala Herr Dühring. Persoalan yang sedang dibahas bukanlah konsepsi tentang waktu, tapi waktu riil, yang tidak mungkin dapat disingkirkan begitu saja oleh Herr Dühring. Kedua, bagaimanapun konsepsi waktu yang khusus dapat diubah menjadi ide tentang keberadaan yang umum, ini sama sekali tidak membawa kita melangkah setapakpun. Satu bentuk dasar dari segala keberadaan adalah ruang dan waktu, dan konsep 'ada di luar waktu' adalah sama absurdnya dengan konsep 'ada di luar ruang'.

"'Keberadaan pada waktu yang teramat lampau' dari Hegel atau 'keberadaan yang tidak diciptakan' dari kaum neo-Schellingian adalah ide-ide yang rasional dibandingkan dengan konsep 'di luar waktu' ini. Untuk alasan ini, Herr Dühring telah bekerja keras dengan sangat teliti; tentu saja ia adalah waktu, tapi dari jenis tertentu yang tidak dapat kita sebut waktu; waktu itu sendiri tidaklah terdiri dari bagian-bagian yang riil, dan hanya terbagi-bagi seturut pemahaman kita tentangnya - hanya satu pengisian aktual atas waktu oleh fakta-fakta yang dapat dibedakan satu sama lain yang dapat kita hitung - apa makna dari akumulasi durasi kosong sama sekali tidak dapat kita bayangkan. Apa yang seharusnya dimaksudkan oleh akumulasi

semacam ini tidaklah material di sini; persoalannya adalah apakah dunia, dalam keadaannya yang sekarang, memiliki durasi, melewati satu durasi waktu tertentu. Kita telah lama tahu bahwa kita tidak akan mendapatkan apa-apa dengan mengukur durasi yang tidak ada isinya, seperti halnya kita tidak akan mendapatkan apa-apa dengan mengukur tanpa arah atau tujuan dalam kekosongan ruang; dan Hegel menyebut ketidakberhinggaan ini sebagai buruk persis karena kerumitan prosesnya."^[xv]

Apakah Singularitas Benar-benar Ada?

Sebuah lubang hitam tidaklah sama dengan sebuah singularitas. Tidak ada sesuatu yang prinsip yang mengecualikan kemungkinan adanya lubang hitam, dalam makna sebuah bintang ultra-masif yang telah runtuh di mana gaya gravitasi demikian kuatnya sehingga bahkan cahayapun tidak dapat lolos dari permukaannya. Bahkan ide ini bukanlah sebuah ide yang baru. Ia telah diramalkan di abad ke-18 oleh John Mitchell yang menunjukkan bahwa sebuah bintang yang cukup masif akan dapat menjebak cahaya. Ia sampai pada kesimpulan ini berdasarkan teori gravitasi klasik Newton. Relativitas umum sama sekali tidak masuk dalam perhitungannya.

Namun, teori yang diajukan oleh Hawking dan Penrose melangkah jauh keluar dari fakta-fakta yang teramati, dan, seperti yang telah kita lihat, menarik kesimpulan-kesimpulan yang segera ditelan oleh segala macam mistisisme, bahkan kalaupun hal ini bukanlah apa yang mereka inginkan. Eric Lerner menganggap argumen untuk lubang hitam super-masif di pusat galaksi sebagai argumen yang lemah. Bersama Anthony Peratt, ia telah menunjukkan bagaimana segala ciri yang berhubungan dengan lubang hitam super-masif, kuasar, dsb., dapat dijelaskan dengan lebih memuaskan oleh gejala-gejala elektromagnetik. Walau demikian, ia percaya bahwa bahwa bukti-bukti yang lebih kuat menunjuk pada keberadaan lubang hitam seukuran bintang karena ia bersandar pada pendeteksian sumber-sumber sinar-X yang sangat kuat, yang telalu besar bagi sebuah bintang neutron. Bahkan di sinipun kemampuan pengamatan masih jauh dari kesanggupan memberikan bukti-bukti untuk menutup kasusnya.

Abstraksi matematik adalah alat yang berguna untuk memahami jagad raya, dengan satu syarat: bahwa kita tidak melupakan bahwa model matematik yang terbaik sekalipun hanyalah satu pendekatan kasar atas realitas. Masalahnya dimulai ketika orang mulai mengaburkan mana yang model, mana yang asli. Hawking sendiri tanpa sadar mengungkapkan kelemahan metode ini dalam kutipan-kutipan di atas. Ia *menganggap* bahwa kerapatan jagad pada titik Ledakan Besar adalah besar tak berhingga, tanpa memberi alasan untuk hal ini,

dan kemudian menambahkan satu argumen yang sangat aneh, bahwa "karena matematika tidak sungguh-sungguh dapat menangani angka yang besar tak berhingga" maka teori relativitas runtuh pada titik ini. Pada argumen ini, perlulah ditambahkan, "dan segala teori fisika yang dikenal," karena bukan hanya teori relativitas umum yang runtuh pada saat Ledakan Besar, tapi segala ilmu pengetahuan. Bukan hanya kita tidak tahu apa yang terjadi sebelum ledakan ini terjadi. Tapi *kita tidak mungkin tahu*.

Ini berarti kembali pada teori Kant tentang *Thing-in-Itself* yang tidak mungkin diketahui itu. Di masa lalu, peran untuk menempatkan batasan bagi pemahaman manusia dimainkan oleh agama dan beberapa filsuf idealis seperti Hume dan Kant. Ilmu pengetahuan dibolehkan berjalan sejauh mungkin, dan tidak setapakpun lebih jauh dari apa yang mungkin. Pada titik di mana pemahaman manusia tidak dibolehkan menjelajah lebih jauh, mistisisme, agama dan irasionalitas mulai berlaku. Namun seluruh sejarah ilmu pengetahuan adalah kisah bagaimana rintangan-rintangan dirobuhkan susul-menyusul. Apa yang dianggap tidak mungkin diketahui bagi satu generasi menjadi hal yang merupakan pengetahuan sehari-hari bagi generasi berikutnya. Seluruh ilmu pengetahuan didasarkan pada paham bahwa jagad ini dapat dipahami. Kini, untuk pertama kalinya, para ilmuwan turut menempatkan batasan bagi ilmu pengetahuan, satu keadaan yang luar biasa dan menyedihkan atas situasi yang sekarang berlaku pada bidang kosmologi dan fisika teoritik.

Pertimbangkanlah implikasi dari kutipan di atas: a) karena hukum-hukum ilmu pengetahuan, termasuk relativitas umum (yang dianggap menyediakan landasan bagi seluruh teori) runtuh pada saat Ledakan Besar, mustahil bagi kita untuk mengetahui apa, jika ada, yang terjadi sebelumnya, b) bahkan jika memang ada kejadian sebelum Ledakan Besar, mereka tidak memiliki hubungan dengan apa yang terjadi sesudahnya; c) mustahil kita memahami apapun tentangnya dan, dengan demikian; d) kita seharusnya "membuangnya dari model itu dan mengatakan bahwa waktu dimulai pada saat Ledakan Besar."

Keyakinan diri yang menyertai diajukannya pernyataan ini benar-benar membuat kita menahan nafas. Kita diminta untuk menerima satu batas mutlak dari kemampuan kita untuk memahami masalah paling mendasar dari kosmologi, bahkan, untuk tidak mempermasalahkannya (karena segala pertanyaan tentang waktu sebelum adanya waktu tidaklah memiliki makna apapun) dan bahwa kita seharusnya menerima saja tanpa banyak ribut bahwa waktu dimulai pada saat Ledakan Besar. Dengan cara ini, Hawking mengasumsikan begitu saja apa yang seharusnya dibuktikan. Dengan cara yang

mirip, para teolog menyatakan bahwa Tuhan menciptakan jagad raya, dan ketika ditanya siapa yang menciptakan Tuhan, menjawab begitu saja bahwa jawabannya tidak akan pernah dapat dipahami oleh makhluk fana manapun. Pada satu hal kami dapat bersepakat; bahwa seluruh hal ini "sangat berbau campur-tangan ilahi". Lebih dari itu, "campur-tangan ilahi" adalah apa yang diimplikasikan oleh semua ini.

Dalam polemiknya melawan Dühring, Engels menunjukkan bahwa mustahillah gerak datang dari diam, bahwa *sesuatu* dapat lahir dari *ketiadaan*. "Tanpa satu Penciptaan, mustahil kita mendapatkan sesuatu dari ketiadaan, bahkan jika sesuatu itu sesederhana sebuah diferensial matematik."^[xvi] Pembelaan prinsipil Hawking adalah bahwa teori alternatif terhadap Ledakan Besar, yang diajukan oleh Fred Hoyle, Thomas Gould dan Hermann Bondi - apa yang disebut teori *steady state* - telah terbukti keliru. Dari sudut pandang materialisme dialektik, kita tidak benar-benar memiliki pilihan antara keduanya. Yang satu sama buruknya dengan yang lain. Sesungguhnya, teori *steady state*, yang menyatakan bahwa materi diciptakan terus menerus di angkasa dari ketiadaan, adalah, jika memang dimungkinkan, bersifat jauh lebih mistis dari teori saingannya. Fakta bahwa ide semacam itu dapat diterima secara serius oleh para ilmuwan itu sendiri adalah satu pertanda yang sangat buruk tentang kekacauan filsafati yang telah meracuni ilmu pengetahuan untuk waktu yang demikian panjang.

Orang-orang jaman dulu telah memahami bahwa "dari ketiadaan akan muncul ketiadaan". Fakta ini ternyata dalam salah satu hukum fisika yang paling mendasar, hukum kekekalan energi. Klaim Hoyle bahwa hanya kecil sekali jumlah yang terlibat dalam penciptaan baru itu bukan satu hal yang dapat diterima. Ini seperti seorang gadis muda yang naif, yang berusaha menenangkan ayahnya yang kalut karena ia telah mengandung seorang bayi dengan mengatakan bahwa bayi itu "cuma kecil saja". Tidak sedikitpun partikel materi (atau energi, yang merupakan kesetaraannya) dapat diciptakan atau dihancurkan, dan dengan demikian, sejak awalnya, teori *steady state* sudah ditakdirkan gagal.

Teori awal Penrose tentang "singularitas" sebenarnya tidak memiliki kaitan apapun dengan asal-usul jagad raya. Ia hanya meramalkan bahwa sebuah bintang yang runtuh karena gravitasinya sendiri akan terjebak dalam wilayah di mana permukaannya akhirnya akan mengerut sampai ukuran nol. Namun, di tahun 1970, ia dan Hawking menghasilkan satu paper bersama di mana mereka mengklaim bahwa Ledakan Besar itu sendiri adalah sebuah "singularitas",

asalkan "teori relativitas umum benar dan jagad mengandung materi sebanyak yang kita amati."

"Terdapat banyak penentangan terhadap karya kami, sebagian dari orang-orang Rusia karena kepercayaan Marxis mereka tentang determinisme ilmiah, dan sebagian dari orang-orang yang merasa bahwa seluruh ide tentang singularitas sangat buruk dan merusak keindahan teori Einstein. Walau demikian, kita tidak dapat benar-benar beradu argumen dengan teorema matematik. Jadi, akhirnya karya kami diterima secara umum dan kini hampir setiap orang mengasumsikan bahwa jagad raya dimulai dengan sebuah singularitas Ledakan Besar."

Relativitas umum telah terbukti sebagai alat yang sangat kuat, tapi setiap teori memiliki keterbatasannya sendiri, dan kita mendapat kesan bahwa teori itu telah dibawa ke batas kemampuannya kini. Berapa lama lagi sebelum ia digantikan oleh himpunan teori yang lebih luas dan lebih komprehensif, kita tidak tahu, tapi jelas bahwa penerapan yang ini telah membawa kita pada jalan buntu. Sejauh menyangkut jumlah materi di jagad raya, jumlah totalnya tidak akan pernah diketahui karena memang tidak ada batasannya. Mereka terlalu terbelit dalam persamaan-persamaan matematik sehingga mereka melupakan realitas. Dalam praktek, persamaan matematik telah dipaksa menggantikan realitas.

Setelah berhasil meyakinkan banyak orang, berdasarkan bahwa "kita tidak dapat benar-benar beradu argumen dengan teorema matematik", Hawking kemudian malah meralat pikirannya sendiri: "Mungkin ironis," katanya, "bahwa, setelah saya meralat pikiran saya, saya sekarang berusaha meyakinkan fisikawan lain bahwa tidak mungkin ada satu singularitas pada awal jagad raya - seperti yang akan kita lihat berikutnya, ia dapat menghilang sekali efek kuantum turut diperhitungkan." Sifat acak dari seluruh metode yang digunakan di sini terlihat dalam perubahan luar biasa dalam pemikiran Hawking. Kini ia menyatakan bahwa tidak ada singularitas dalam Ledakan Besar. Mengapa? Apa yang telah berubah? Tidak ada bukti lain yang dapat ditambahkan. Semua puntiran dan putaran ini terjadi dalam dunia abstraksi matematik belaka.

Teori Hawking tentang lubang hitam merupakan satu perluasan dari ide tentang singularitas pada bagian jagad tertentu. Teori ini sangat penuh dengan unsur-unsur yang kontradiktif dan mistis. Ambillah kutipan berikut, yang menggambarkan satu skenario luar biasa atas seorang astronot yang terjatuh ke dalam lubang hitam:

"Karya saya dan Roger Penrose sekitar 1965 dan 1970 menunjukkan bahwa, menurut relativitas umum, bahwa harus ada satu singularitas yang terdiri dari kerapatan lengkung ruang-waktu yang besar tak terhingga di dalam lubang hitam. Ini agak mirip dengan Ledakan Besar pada awal waktu, hanya saja sekarang ia akan menjadi akhir waktu bagi benda yang jatuh ke dalamnya, demikian juga bagi si astronot. Pada titik singularitas hukum ilmu pengetahuan dan kemampuan kita untuk meramalkan masa depan akan runtuh. Namun, pengamat manapun yang tinggal di luar lubang hitam tidak akan terpengaruh oleh kegagalan kemampuan peramalan ini, karena tidak ada cahaya maupun sinyal lainnya yang dapat mencapainya dari titik singularitas. Fakta yang mengagumkan ini membawa Roger Penrose untuk mengusulkan satu hipotesis sensor kosmik, yang dapat dinyatakan sebagai 'Tuhan membenci singularitas yang telanjang'. Dengan kata lain, singularitas yang dihasilkan oleh keruntuhan gravitasi terjadi hanya di tempat-tempat, seperti dalam lubang hitam, di mana mereka tersembunyi rapat dari pandangan orang luar melalui sebuah cakrawala-peristiwa. Tegasnya, ini adalah apa yang dikenal sebagai hipotesis sensor kosmik lemah: ia melindungi pengamat yang tinggal di luar lubang hitam dari konsekuensi keruntuhan kemampuan meramal yang terjadi pada titik singularitas, tapi ia tidak melakukan apa-apa untuk menyelamatkan astronot sial yang terjatuh ke dalam lubang itu." [xvii]

Apa yang dapat kita tarik dari uraian itu? Tidak puas dengan awal (dan akhir) waktu untuk seluruh jagad, Penrose dan Hawking kini menemukan bahwa di berbagai tempat di jagad ini waktu telah berhenti berputar! Sekalipun bukti-bukti tentang keberadaan lubang hitam masih sangat kabur, kelihatannya sangat mungkin bahwa gejala itu memang ada, dalam bentuk bintang-bintang yang runtuh ke dalam dengan konsentrasi materi dan gravitasi yang maha dahsyat. Tapi sangat diragukan bahwa keruntuhan gravitasi ini akan dapat mencapai titik singularitas, apalagi jika ia berada dalam keadaan itu selama-lamanya. Jauh sebelum keadaan ini tercapai, konsentrasi materi dan energi yang demikian dahsyat haruslah menghasilkan satu ledakan yang maha masif.

Seluruh jagad adalah bukti bahwa proses perubahan tidaklah pernah berhenti, pada tiap tingkatannya. Bagian-bagian yang besar dari jagad ini mungkin mengembang, sementara yang lain mengerut. Masa-masa panjang kesetimbangan akan dirusak oleh ledakan-ledakan yang dahsyat, seperti supernova, yang pada gilirannya akan menyediakan bahan mentah untuk pembentukan galaksi-galaksi baru, yang terus berlangsung sepanjang waktu. Tidak ada pelenyapan atau penciptaan materi, tapi hanya perubahannya yang terus-menerus dan tanpa henti dari satu keadaan ke keadaan lainnya. Maka tidak mungkin ada sesuatu yang dapat disebut "akhir sang kala" di dalam lubang hitam, atau di manapun juga.

Satu Abstraksi Kosong

Seluruh paham mistis yang diturunkan dari interpretasi subjektif atas waktu, yang membuatnya tergantung (atau relatif) pada seorang pengamat. Tapi waktu adalah gejala yang objektif, yang tidak tergantung dari pengamat manapun. Kebutuhan untuk memasukkan si astronot sial itu ke dalam teori tidaklah muncul dari sebuah kebutuhan ilmiah, tapi sebagai hasil dari satu sudut pandang filsafati tertentu, yang diselundupkan di bawah panji-panji "teori relativitas". Anda lihat, supaya waktu dapat menjadi "riil", ia membutuhkan seorang *pengamat*, yang kemudian dapat menginterpretasikannya dari sudut pandangnya sendiri. Kalau demikian, jika tidak ada seorangpun pengamat, tidak ada waktu! Dalam sebuah argumentasi yang teramat aneh, pengamat ini dilindungi dari pengaruh buruk lubang hitam oleh sebuah hipotetis acak, sebuah "sensor kosmik lemah", apapun artinya itu. Walau demikian, di dalam lubang itu, waktu tidak ada. Jadi, di luarnya, waktu ada, tapi sejengkal di muka, waktu tidak ada. Sebagai batas antara dua keadaan ini, kita mendapati cakrawala-peristiwa yang misterius itu, yang ciri-cirinya tertutup mendung ketidakpastian.

Setidaknya, kelihatannya kita harus menanggalkan segala harapan untuk kelak memahami apa yang terjadi di luar cakrawala-peristiwa, karena, mengutip Hawking, ia "dengan rapi disembunyikan dari pandangan kita." Di sini kita dapat revisi a la abad ke-20 dari *Thing-in-Itself*-nya Kant. Dan, seperti *Thing-in-Itself*, ternyata ia sebenarnya tidak terlalu sulit untuk dimengerti. Apa yang kita dapat di sini adalah satu pandangan idealis dan mistik atas waktu dan ruang, yang dijejalkan ke dalam model matematik, dan disalahpahami sebagai sesuatu yang nyata ada.

Waktu dan ruang adalah dua ciri materi yang paling mendasar. Lebih tepatnya, mereka adalah cara mengada dari materi. Kant telah menunjukkan bahwa, jika kita menanggalkan seluruh ciri-ciri fisik materi, kita akan mendapati waktu dan ruang. Tapi ini, nyatanya, adalah sebuah abstraksi kosong. Waktu dan ruang tidak dapat hadir tanpa ciri-ciri fisik materi, seperti orang tidak akan memakan "buah-buahan" secara umum melainkan apel atau jeruk, atau seperti seorang pria tidak dapat bercinta dengan "kaum perempuan". Orang telah melontarkan tuduhan kepada Marx, tanpa bukti sedikitpun, bahwa ia memandangi Sejarah sebagai berjalan tanpa peran-serta secara sadar dari manusia di dalamnya, semata sebagai hasil dari Kekuatan Ekonomi, atau hal-hal tidak masuk nalar lainnya. Nyatanya, Marx menyatakan dengan jelas bahwa Sejarah tidak akan dapat berbuat apa-apa, dan manusia menulis sendiri sejarahnya, sekalipun mereka tidak melakukan hal itu sepenuhnya atas "kehendak bebas" mereka.

Hawking, Penrose dan banyak lagi yang lain bersalah persis karena kesalahan seperti yang dituduhkan kepada Marx. Sebagai ganti abstraksi kosong atas Sejarah, yang pada kenyataannya sangat mewujud dan memiliki kehidupan dan kehendaknya sendiri, kita di sini mendapati satu abstraksi yang sama kosongnya atas Waktu, yang dilihat sebagai entitas yang independen, yang mengalami kelahiran dan kematian, dan yang umumnya melahirkan segala macam sulapan, bersama dengan kawan karibnya, sang Ruang, yang bangkit dan runtuh dan melengkung, layaknya seorang pemabuk kosmik, dan akhirnya menelan seorang astronot sial ke dalam lubang hitam.

Hal seperti ini akan sangat bagus bagi sebuah fiksi ilmiah, tapi tidak terlalu berguna sebagai alat untuk memahami jagad raya. Jelas, terdapat berbagai kesulitan praktis dalam mendapatkan informasi yang akurat untuk, katakanlah, bintang-bintang neutron. Dalam makna tertentu, dalam hubungannya dengan jagad raya, kita mendapati diri kita pada kedudukan yang kurang lebih mirip dengan kedudukan nenek-moyang manusia terhadap gejala-gejala alam. Karena kurangnya informasi, kita mencari penjelasan yang rasional atas hal-hal yang sulit dan kabur itu. Kita akhirnya terlempar kembali pada sumberdaya kita sendiri - pikiran dan imajinasi. Segala hal akan terasa mistik ketika mereka tidak dipahami. Untuk dapat memahami, sangat perlu untuk membuat hipotesis. Beberapa di antaranya akan terbukti keliru. Hal itu, pada dirinya sendiri, bukanlah satu masalah. Seluruh sejarah ilmu pengetahuan dipenuhi dengan contoh-contoh di mana upaya pembuktian sebuah hipotesis yang keliru ternyata membawa orang kepada penemuan-penemuan penting.

Walau demikian, kita memiliki kewajiban untuk menjamin bahwa hipotesis-hipotesis itu memiliki sifat yang cukup rasional. Di sini telaah filsafat menjadi hal yang wajib. Apakah kita memang harus kembali pada mitos-mitos primitif dan agama untuk memahami jagad raya? Apakah kita perlu menghidupkan kembali paham idealisme yang telah terbukti keliru itu, yang, pada kenyataannya, sangat dekat dengan segala macam mitos dan agama? Apakah memang perlu untuk mengulang penemuan roda? "Kita tidak benar-benar dapat beradu argumen dengan teorema matematika." Mungkin memang tidak. Tapi tentunya kita dapat beradu argumen dengan premis-premis filsafat yang keliru, dan interpretasi idealis tentang waktu, yang membawa kita pada kesimpulan seperti berikut:

"Ada beberapa penyelesaian atas persamaan relativitas umum di mana dimungkinkan bagi astronot kita untuk melihat singularitas secara telanjang: ia mungkin dapat menghindarkan tumburan dengan singularitas dan justru

jatuh ke dalam sebuah 'wormhole' [lubang-cacing] dan muncul di bagian lain jagad ini. Ini akan membuka kemungkinan bagi perjalanan melintasi ruang dan waktu, tapi sayang kelihatannya penyelesaian ini sangat tidak stabil; gangguan sekecil apapun, seperti kehadiran astronot itu sendiri, dapat mengubahnya sehingga astronot itu gagal melihat singularitas itu sampai ia menabraknya dan waktu berakhir baginya. Dengan kata lain, singularitas akan selalu terletak di masa depannya, bukan di masa silamnya. Versi sensor kosmik kuat menyatakan bahwa dalam sebuah penyelesaian yang realistik, singularitas akan selalu terletak selamanya di masa depan (seperti singularitas dari keruntuhan gravitasi) atau selamanya di masa lalu (seperti Ledakan Besar). Kami sangat mengharapkan bahwa salah satu hipotesis itu benar karena dekat sebuah singularitas yang telanjang terletak kemungkinan untuk bepergian ke masa lalu. Sementara hal ini akan bagus untuk para penulis fiksi ilmiah, hal itu akan berarti pula bahwa tidak ada seorangpun yang aman: seseorang mungkin akan pergi ke masa lalu dan membunuh ayah atau ibu Anda sebelum Anda dilahirkan!"^[xviii]

"Perjalanan-waktu" merupakan bagian dari halaman-halaman buku fiksi ilmiah, di mana ia dapat menjadi sumber dari kesenangan yang tidak berbahaya. Tapi kami yakin bahwa tidak ada orang yang perlu takut bahwa keberadaan mereka mungkin akan terganggu karena beberapa pelancong-waktu yang ceroboh membunuh nenek mereka. Jujur saja, kita cuma perlu bertanya saja untuk membuat orang menyadari absurditas pernyataan di atas. Waktu hanya berjalan searah, dan tidak dapat diputar balik. Apapun yang kawan kita si astronot itu temukan di dasar lubang hitam, ia tidak akan menemukan bahwa waktu telah diputar balik, atau "diam tak bergerak" (kecuali dalam makna bahwa, karena ia akan segera dirobek-robek oleh gaya gravitasi, waktu akan berhenti *baginya*, bersamaan dengan seluruh kehidupannya).

Kita telah berkomentar tentang kecenderungan mencampuradukkan ilmu pengetahuan dengan fiksi ilmiah. Juga dapat dilihat bahwa banyak fiksi ilmiah juga dilamburi dengan semangat yang semi-religius, mistik dan idealis. Jauh-jauh hari, Engels telah menunjukkan bahwa para ilmuwan yang mengabaikan filsafat akan seringkali menjadi korban dari segala macam mistisime. Ia menulis sebuah artikel tentang hal itu, yang diberinya judul *Natural Science and the Spirit World*, dari mana kutipan berikut diambil:

"Aliran ini merajalela di Inggris. Pendirinya, sang Francis Bacon yang ternama, telah mengajukan tuntutan bahwa metode barunya yang empirik dan induktif harus dikejar dan, terutama, untuk menghasilkan darinya: usia yang lebih panjang, peremajaan - sampai tahap tertentu, perubahan tinggi dan postur tubuh, transformasi dari satu tubuh ke tubuh yang lain, kemampuan menghasilkan spesies-spesies baru, kuasa atas udara dan angin dan kemampuan menciptakan badai. Ia mengeluh bahwa penyelidikan semacam itu telah ditinggalkan, dan dalam bukunya tentang sejarah alam, ia memberi resep-resep pasti untuk membuat emas dan mewujudkan mukjizat-mukjizat tertentu. Isaac Newton juga dalam usia tuanya menyibukkan diri dengan upaya menjelaskan Wahyu Yohanes. Jadi tidak perlu diherankan jika di tahun-tahun terakhir empirisme Inggris yang mewujud melalui beberapa

wakilnya - lagipula bukan yang terburuk dari mereka - telah terlihat menjadi korban tak berdaya atas upacara-upacara pemanggilan arwah yang diimpor dari Amerika." [xix]

Tidak diragukan lagi bahwa Stephen Hawking dan Roger Penrose adalah ahli-ahli matematik yang cemerlang. Masalahnya adalah bahwa, jika Anda mulai dengan premis yang salah, niscaya Anda akan menarik kesimpulan yang salah pula. Hawking jelas merasa tidak nyaman dengan ide bahwa kesimpulan-kesimpulan yang religius dapat ditarik dari teorinya. Ia menyebut di tahun 1981, ketika ia menghadiri satu konferensi tentang kosmologi di Vatikan, yang diorganisir oleh para Jesuit, dan berkomentar:

"Gereja Katolik telah membuat satu kesalahan besar terhadap Galileo ketika mereka berusaha menetapkan hukum tentang masalah keilmuan, menyatakan bahwa matahari berputar mengelilingi bumi. Kini, berabad-abad kemudian, mereka telah memutuskan untuk mengundang sejumlah ilmuwan untuk memberi mereka nasehat mengenai kosmologi. Pada akhir konferensi para peserta diundang untuk audiensi bersama Paus. Ia menyatakan bahwa dibenarkan untuk mempelajari evolusi jagad raya setelah Ledakan Besar, tapi kita tidak boleh mencoba menelaah Ledakan Besar itu sendiri karena itulah saat Penciptaan dan, maka dari itu, adalah karya Tuhan. Saya merasa lega saat itu karena ia tidak mengetahui perihal yang saya bicarakan pada saat konferensi - kemungkinan bahwa ruang-waktu adalah berhingga besarnya, tapi tidak memiliki garis batas, yang berarti bahwa ruang-waktu tidak memiliki satu awal, satu saat Penciptaan. Saya tidak berkeinginan untuk turut mengalami nasib seperti Galileo, orang yang saya rasa sangat dekat dengan saya, sebagian karena kebetulan saya dilahirkan tepat 300 tahun setelah kematiannya!" [xx]

Jelas, Hawking ingin menarik garis antara dirinya dengan para penganut Penciptaan. Tapi upaya itu tidaklah terlalu berhasil. Bagaimana mungkin jagad ini dapat memiliki ukuran yang berhingga, sementara tidak memiliki garis batas. Dalam matematik, dimungkinkan untuk mendapat deret bilangan yang jumlahnya tak berhingga, dimulai dari satu. Tapi pada kenyataannya, ide tentang ketidakberhinggaan tidaklah dimulai dengan satu, atau angka yang lain. Ketidakberhinggaan bukanlah konsep matematik. Ia tidak dapat dihitung. "Ketidakberhinggaan" yang sepihak ini adalah apa yang disebut Hegel sebagai *ketidakberhinggaan yang buruk*. Engels menangani masalah ini dalam polemiknya dengan Dühring:

"Tapi bagaimana dengan kontradiksi yang menyangkut 'deret bilangan tak berhingga terhitung'? Kita akan berada dalam posisi yang baik untuk memeriksa hal ini lebih dekat segera setelah Herr Dühring membuktikan kecerdasannya dengan melakukan penghitungan itu bagi kita. Ketika ia telah menyelesaikan tugas menghitung dari minus tak berhingga sampai nol, mari kita undang dia untuk melakukannya lagi. Sangat jelas bahwa, dari manapun ia mulai menghitung, ia akan mendapati satu deret yang tak berhingga dan, bersamanya, satu tugas yang harus dipenuhinya. Mari biarkan dia membalikkan deret tak berhingganya dari $1+2+3+4 \dots$ dan mencoba

menghitung dari tak berhingga sampai satu; hal ini tentunya hanya akan dicoba oleh orang yang tidak memiliki bayangan sedikitpun tentang apa yang dihadapinya. Lebih jauh lagi, ketika Herr Dühring menyatakan bahwa deret tak berhingga dari waktu yang telah kita lewat telah dihitung, maka ia menyatakan bahwa waktu memiliki satu awal; kalau tidak demikian, ia tidak dapat mulai 'menghitung' sama sekali. Maka, sekali lagi ia menyelundupkan sebuah premis ke dalam argumen itu, sebuah premis yang seharusnya ia buktikan terlebih dahulu. Ide tentang 'deret tak berhingga yang terhitung', dengan kata lain, Hukum Dühring tentang Bilangan Tentu yang amat komprehensif itu, mengandung satu *contradiction in adjecto*, kontradiksi di dalam dirinya sendiri, dan sungguh sebuah kontradiksi yang absurd.

"Jelaslah bahwa sebuah ketidakberhinggaan yang memiliki satu akhir tanpa satu awal tidak lebih dan tidak kurang dari ketidakberhinggaan dengan sebuah awal tapi tanpa akhir. Pemahaman yang sedikit-dikitnya tentang dialektika seharusnya sudah membuat Herr Dühring paham bahwa awal dan akhir adalah dua hal yang sama, seperti Kutub Utara dan Kutub Selatan, dan bahwa jika ujung akhir dihilangkan, yang awal akan menjadi yang akhir - satu-satunya akhir yang dimiliki oleh deret itu; dan sebaliknya. Seluruh penglihatan semu ini akan nampak mustahil kecuali untuk penggunaan matematik ketika bekerja dengan deret tak berhingga. Karena dalam matematik sangat perlu untuk mulai dari titik yang tentu, berhingga, untuk sampai kepada ketakberhinggaan, semua deret matematik, positif atau negatif, harus mulai dengan bilangan 1, atau deret itu tidak dapat digunakan untuk perhitungan. Tapi kebutuhan logis dari para ahli matematik ini sama sekali bukan sebuah hukum bagi dunia nyata." [xxi]

Stephen Hawking membawa spekulasi relativistik ini pada satu titik ekstrim dengan karyanya tentang lubang hitam, yang membawa kita tepat pada dunia fiksi ilmiah. Dalam upaya untuk mengatasi persoalan yang memalukan tentang apa yang terjadi sebelum Ledakan Besar, diajukanlah ide tentang "bayi jagad", yang lahir sepanjang waktu, dan dihubungkan dengan apa yang dikenal sebagai "lubang-cacing". Seperti komentar ironis yang dilontarkan Lerner: "Itu adalah satu visi yang kelihatannya membutuhkan sejenis kontrasepsi kosmik." [xxii] Sangat mengherankan bahwa banyak ilmuwan yang waras menganggap ide yang ajaib ini sebagai sebuah ide yang baik.

Ide tentang "jagad yang berhingga tapi tanpa garis batas" lagi-lagi adalah sebuah hasil dari abstraksi matematik, yang tidak berhubungan dengan realitas dari jagad yang kekal dan tak berhingga, yang terus-menerus berubah. Sekali kita mengambil sudut pandang ini, tidak perlu ada spekulasi mistik tentang "lubang-cacing", singularitas, *superstring*, dan segala yang lainnya. Satu jagad yang tak berhingga tidak membuat kita butuh mencari satu awal atau satu akhir, kita hanya butuh menelusuri proses pergerakan, perubahan dan perkembangan. Pandangan dialektik tidak menyisakan ruang untuk Surga atau Neraka, Tuhan atau Setan, Penciptaan atau Penghakiman Terakhir. Hal ini tidak berlaku bagi

Hawking yang, dapat diramalkan, akhirnya mencoba untuk "memahami jalan pikiran Tuhan".

Kaum reaksioner bertepuk tangan melihat pemandangan ini, dan menggunakan kecenderungan yang sedang merajalela di dunia ilmiah ini untuk kepentingan mereka sendiri. William Rees-Mogg, konsultan bisnis besar itu, menulis:

"Kami berpikir bahwa kemungkinan besar gerakan-gerakan keagamaan yang kita kini lihat bekerja di banyak masyarakat di seluruh dunia akan menjadi semakin kuat jika kita mengalami masa-masa sulit dalam perekonomian. Agama akan diperkuat karena laju ilmu pengetahuan saat ini tidak lagi menggerogoti pandangan agama tentang realitas. Sungguh, untuk pertama kalinya selama berabad-abad, ilmu pengetahuan justru memperkuatnya."^[xxiii]

Pikiran di dalam Kehampaan

"Why, sometimes, I've believed as many as six impossible things before breakfast."

"Wah, kadang, saya telah mempercayai sebanyak enam hal mustahil sebelum saya sarapan."

(Lewis Carroll, dalam *Alice in Wonderland*)

"With men this is impossible; but with God all things are possible."

"Bagi manusia hal ini tidak mungkin; tapi bagi Allah segala sesuatu mungkin."
(Injil Matius 19:26)

"Nothing can be created out of nothing."

"Tidak ada yang dapat diciptakan dari ketiadaan."
(Lucretius)

Sejenak sebelum menyelesaikan penulisan buku ini, kami mendapati satu tulisan termutakhir tentang kosmologi Ledakan Besar, yang muncul dalam *The New Scientist* pada tanggal 25 Februari 1995. Dalam sebuah artikel dari Robert Matthew yang berjudul *Nothing like a Vacuum*, kami membaca baris-baris berikut ini:

"Ia ada di sekitar Anda, tapi Anda tidak akan merasakannya. Ia adalah sumber segala sesuatu, namun ia adalah ketiadaan."

Apakah hal yang mengagumkan ini? Sebuah *kehampaan*. Apa itu kehampaan? Kata Latin *vacuus*, yang merupakan akar kata *vacuum*, berarti *kosong*. Kamus mendefinisikannya sebagai "ruang yang kosong, atau dilucuti dari segala materi atau isi; ruang apapun yang tidak ditempati atau tidak diisi; kekosongan, blangko." Seperti inilah pemahaman orang sampai sekarang. Tapi tidak lagi.

Kehampaan yang bersahaja itu, mengutip Tuan Matthew, telah menjadi "salah satu dari topik paling panas yang dibicarakan dalam fisika kontemporer."

"Ia terbukti sebagai sebuah taman ajaib bagi segala efek sihir: medan gaya yang muncul begitu saja, partikel-partikel yang muncul mengada kemudian menghilang lagi dan letupan-letupan enerjik yang tidak nampak sumber tenaganya."

Kita patut bersyukur untuk dilahirkannya Heisenberg dan Einstein (Einstein yang malang!), kita kini memiliki "pemahaman yang mengagumkan bahwa di sekitar kita partikel-partikel sub-atomik 'virtual' terus-menerus muncul begitu saja dari ketiadaan, dan menghilang lagi dalam sekitar 10^{-23} detik. Maka 'ruang hampa' tidaklah kosong sama sekali, tapi merupakan sebuah laut mendidih dengan aktivitas yang mengisi seluruh Jagad." Pernyataan ini benar dan sekaligus juga keliru. Benar bahwa seluruh jagad dipenuhi oleh materi dan energi, dan bahwa "ruang hampa" tidaklah benar-benar kosong, melainkan penuh dengan partikel, radiasi dan medan gaya. Benar bahwa partikel-partikel terus-menerus berubah, dan bahwa beberapa di antaranya berusia sangat singkat sehingga mereka disebut partikel "virtual". Sama sekali sekali tidak ada yang "menakjubkan" tentang ide-ide ini. Akan tetapi akan sangat keliru jika mengatakan bahwa mereka "muncul begitu saja dari ketiadaan". Kita telah membahas kesalahan pandangan di atas dan tidak perlu mengulang apa yang telah dibicarakan sebelumnya.

Seperti kaset yang diputar berulang-ulang, mereka yang ingin memasukkan idealisme ke dalam fisika terus-menerus memainkan ide bahwa Anda dapat memperoleh sesuatu dari ketiadaan. Ide ini bertentangan dengan segala hukum fisika yang diketahui, termasuk fisika kuantum. Namun masih juga kita temui paham ajaib bahwa energi dapat diperoleh benar-benar dari ketiadaan! Ini persis seperti upaya menemukan *perpetuum mobile*, mesin yang mengambil tenaganya dari dirinya sendiri, satu ide yang telah dibuktikan mustahil bertahun-tahun yang lalu.

Fisika modern dimulai dengan penolakan terhadap ide kuno tentang *ether*, sebuah medium universal yang tak kasat mata, yang dipikir adalah medium tempat merambatnya cahaya. Teori relativitas khusus Einstein membuktikan bahwa cahaya dapat berjalan melalui ruang hampa, dan tidak membutuhkan medium khusus apapun. Ajaibnya, setelah mengutip Einstein sebagai sebuah otoritas (hal ini merupakan kewajiban dalam fisika seperti kewajiban orang untuk membuat tanda salib sebelum memasuki atau meninggalkan gereja, dan kira-kira sama maknanya) Tuan Matthew meneruskan dengan menyelundupkan *ether* kembali ke dalam fisika:

"Hal ini tidak berarti bahwa fluida universal tidak mungkin ada, tapi ia memang berarti bahwa fluida semacam itu haruslah bersesuaian dengan apa yang didiktekan oleh relativitas khusus. Ruang hampa tidak harus hanya menjadi satu fluktuasi kuantum di seputar sebuah keadaan rata-rata kehampaan sejati. Ia dapat menjadi sebuah sumber energi yang permanen dan bukan nol di jagad raya."

Sekarang, apa persisnya yang mungkin ia maksudkan dengan pernyataan itu? Sejauh ini kita telah diberi tahu tentang berbagai perkembangan "menakjubkan" dalam fisika, "taman ajaib" berisi berbagai partikel dan telah diyakinkan bahwa ruang hampa memiliki cukup energi untuk memenuhi segala kebutuhan kita. Tapi informasi aktual yang diberikan oleh artikel itu tidaklah memberikan sesuatu yang baru bagi kita. Artikel ini mengandung pernyataan-pernyataan yang panjang, tapi sangat sedikit mengandung fakta. Mungkin memang niatan sang penulis untuk mengatasi sedikitnya fakta itu dengan membuat kalimat-kalimat yang kabur. Apa yang dimaksudkan dengan "*sumber energi yang permanen dan bukan nol*", mari kita coba menerkannya. Dan apa pula yang dimaksud dengan "*keadaan rata-rata kehampaan sejati*"? Jika yang dimaksudkan adalah sebuah kehampaan sejati, mungkin lebih baik menggunakan dua kata yang efektif ketimbang mempergunakan empat kata yang hanya menambah ketidakjelasan. Pengaburan yang disengaja seperti ini biasanya digunakan untuk menutupi pemikiran yang kacau, khususnya dalam bidang ini. Mengapa tidak bicara dalam bahasa yang lurus-lurus saja? Kecuali, tentu, jika yang dimaksudkan adalah "ketiadaan sejati" ... akan makna tulisan itu.

Seluruh tujuan dari artikel ini adalah untuk menunjukkan bahwa sebuah ruang hampa menurunkan kuantitas energi yang tak berhingga dari ketiadaan. Satu-satunya "bukti" untuk hal ini adalah sepasang rujukan pada teori relativitas umum dan khusus, yang secara teratur digunakan sebagai paku untuk menggantungkan segala hipotesis ngawur. "Relativitas khusus menuntut bahwa sifat-sifat ruang hampa harus nampak sama bagi semua pengamat, berapapun kecepatan mereka. Agar hal ini benar ternyata bahwa tekanan dari 'laut' kehampaan itu harus persis berlawanan dengan kerapatannya. Ini adalah keadaan yang kedengarannya sangat biasa-biasa saja, tapi ia memiliki akibat yang menakjubkan. Ia berarti, misalnya, bahwa satu wilayah tertentu energi ruang hampa mempertahankan tingkat kerapatan energi yang sama, seberapapun kita mengembangkan wilayah itu. Ini aneh, setidaknya. Bandingkanlah dengan perilaku gas biasa, yang kerapatan energinya turun berbanding lurus dengan peningkatan volumenya. Sepertinya sebuah ruang hampa dapat menarik tenaga dari sebuah sumber yang tak pernah kering."

Pertama, kita harus mencatat bahwa apa yang sebetulnya baru merupakan hipotesis, "fluida universal", beberapa kalimat sebelumnya kini telah diubah menjadi satu 'laut' kehampaan *aktual*, walaupun dari mana "air"-nya datang, tidak ada yang benar-benar yakin. Ini aneh, setidaknya. Tapi, biarkanlah. Mari kita, seperti sang penulis, membuat apa yang seharusnya dibuktikan menjadi asumsi, dan menerima keberadaan dari laut kehampaan maha luas ini sebagai sesuatu yang nyata. Ternyata bahwa "ketiadaan" ini bukan hanya *sesuatu*, tapi merupakan "sesuatu" yang sangat substansial. Seperti sihir, ia terisi dengan energi "dari sumber yang tak pernah kering." Ini adalah revisi ala kosmologi dari mitos *cornucopia*, "mangkuk serba kecukupan" dari mitologi Yunani dan Irlandia, sebuah mangkuk atau panci minuman yang tidak pernah kering sebarangpun kita minum darinya. Ini adalah hadiah dari para dewa. Kini Tuan Matthew menyajikan pada kita sesuatu yang akan membuat hadiah para dewa ini seakan mainan anak-anak saja.

Jika energi memasuki ruang hampa, ia harus datang dari satu tempat di luar kehampaan itu. Ini sangat jelas, karena sebuah ruang hampa tidak dapat hadir terisolasi dari segala materi dan energi. Ide tentang ruang kosong tanpa materi adalah sama tidak masuk nalarnya dengan ide tentang materi tanpa ruang. Tidak ada ruang yang mutlak hampa di bumi. Hal yang paling dekat dengan kehampaan sempurna adalah ruang angkasa. Tapi kenyataannya, ruang angkasa juga tidak kosong. Beberapa dasawarsa lalu, Hannes Alfén memperlihatkan bahwa ruang angkasa dipenuhi dengan jaring-jaring arus listrik dan medan magnet yang terisi dengan benang-benang plasma. Ini bukan hasil dari spekulasi atau sihir yang diturunkan dari teori relativitas, tapi telah dibuktikan melalui pengamatan, termasuk oleh *Voyager* dan *Pioneer* yang telah mendeteksi keberadaan arus listrik dan benang-benang plasma itu di sekitar Jupiter, Saturnus dan Uranus.

Jadi memang terdapat cukup banyak energi di dalam ruang. Tapi bukan jenis energi yang dibicarakan Tuan Matthew. Sama sekali tidak mirip. Setelah membangun "laut kehampaan"-nya ia bermaksud mendapatkan enerjinyalangsung dari kehampaan itu sendiri. Tidak sedikitpun materi yang diperlukan! Ini jauh lebih baik dari seorang pesulap yang menarik kelinci dari topi. Bagaimanapun, kita semua tahu bahwa kelinci itu datang dari satu tempat, kita cuma tidak melihat bagaimana ia didatangkan. Energi yang ini datang tidak dari mana-mana. Ia datang dari sebuah kehampaan, atas seijin teori relativitas umum. "Salah satu ciri kunci dari teori relativitas umum Einstein adalah bahwa

massa bukanlah satu-satunya sumber gravitasi. Secara khusus, tekanan, baik positif maupun negatif juga dapat menimbulkan efek gravitasi."

Sampai titik ini, para pembaca akan telah jatuh ke dalam suasana mistis. Kini, semua menjadi (hampir) jelas. "Ciri kehampaan ini," kita diberi tahu, "terletak di jantung dari konsep baru yang mungkin paling penting dalam kosmologi inflasi kosmik yang ada sejak dasawarsa lalu. Ide ini, yang menyatakan bahwa inflasi kosmik muncul dari asumsi bahwa janin jagad ini dipadati dengan energi kehampaan yang tidak stabil, yang efek 'anti-gravitasi'-nya melembungkan jagad dengan faktor kira-kira 10^{50} dalam waktu hanya sekitar 10^{-32} detik. Energi kehampaan mati, meninggalkan fluktuasi acak yang enerjinya berubah menjadi panas. Karena energi dan materi dapat saling dipertukarkan, hasilnya adalah penciptaan materi dari apa yang kini kita sebut Ledakan Besar."

Jadi begitu! Seluruh bangunan acak ini ternyata dimaksudkan untuk memberi dukungan terhadap teori inflasi kosmik dari Ledakan Besar. Seperti biasa, mereka memindahkan tiang gawang terus-menerus, untuk tetap mengapungkan hipotesis mereka dengan menghalalkan segala cara. Agak mirip dengan para pendukung teori Aristoteles-Ptolomeus bahwa langit adalah sebuah lengkung kristal, yang terus mereka perbaharui, semakin hari semakin rumit, untuk terus membuka ruang untuk menjejalkan fakta-fakta baru ke sana. Seperti yang telah kita lihat, teori ini sedang mengalami hari-hari buruk belakangan ini, dengan "materi-gelap dingin" yang hilang, dan keributan yang mengesalkan tentang konstanta Hubble. Demikian butuhnya mereka akan dukungan sekecil apapun, para pendukungnya pasti telah berkeliling mencari penjelasan atas salah satu masalah sentral dari teori itu - dari mana datangnya semua energi yang diperlukan untuk mendorong terjadinya Ledakan Besar. "Makan siang gratis yang paling besar sepanjang jaman," Alan Guth menyebutnya demikian. Kini mereka ingin membebaskan rekening itu pada orang lain, atau sesuatu yang lain, dan mereka mendapati - ruang hampa. Kami meragukan apakah rekening yang satu ini akan pernah dibayar. Dan, di dunia nyata, orang yang tidak membayar rekeningnya pasti dilempar keluar rumah makan, bahkan sekalipun mereka mencoba memakai teori relativitas umum sebagai ganti uang tunai yang harus dibayarkan.

"Dari ketiadaan, melalui ketiadaan, menuju ketiadaan," kata Hegel. Ini adalah ukiran batu nisan yang cocok untuk teori inflasi kosmik. Sesungguhnya hanya ada satu cara untuk mendapat sesuatu dari ketiadaan - dengan Penciptaan. Dan ini hanya mungkin jika ada seorang Pencipta. Silakan mencoba dengan cara apapun, para pendukung Ledakan Besar pasti akan menemukan bahwa langkah

mereka akan selalu dibimbing ke arah ini. Beberapa di antara mereka akan berjalan dengan senang hati, yang lain memprotes bahwa mereka bukan orang yang religius "dalam makna yang konvensional". Tapi gerakan kembali pada mistisisme ini adalah keniscayaan bagi mitos Penciptaan modern ini. Untungnya jumlah orang yang semakin tidak puas dengan keadaan ini semakin hari semakin bertambah. Cepat atau lambat, sebuah terobosan akan terjadi pada tingkat pengamatan, terobosan yang akan memungkinkan lahirnya teori baru, akhirnya kita dapat membiarkan teori Ledakan Besar beristirahat dengan tenang di peraduan terakhirnya. Semakin cepat teori baru ini muncul semakin baik.

Asal-Muasal Tata Surya

Ruang angkasa tidaklah sepenuhnya kosong. Satu kehampaan sempurna tidak ada di alam. Ruang angkasa diisi dengan gas tipis - "gas antar-bintang" yang pertama kali dideteksi oleh Hartmann di tahun 1904. Konsentrasi gas dan debu menjadi semakin besar dan padat di daerah seputar galaksi-galaksi, yang dikelilingi oleh semacam "kabut", yang kebanyakan terdiri dari atom hidrogen, yang terionisasi oleh radiasi dari bintang-bintang. Bahkan materi ini tidaklah diam dan mati, tapi dipecah-pecah ke dalam berbagai partikel sub-atomik bermuatan listrik, yang terpengaruh oleh segala macam gerak, proses dan perubahan. Atom-atom ini kadangkala bertumburan dan dengan demikian mengubah tingkat energinya. Walau tiap atom tunggal mungkin hanya bertumburan sekali selama 11 juta tahun, karena jumlah atom begitu besar, tumburan ini cukup untuk terus melahirkan satu pancaran yang kontinyu dan dapat dideteksi, "nyanyian hidrogen", yang pertama dideteksi pada tahun 1951.

Hampir semua dari gas ini adalah hidrogen, tapi terdapat juga deuterium, bentuk hidrogen yang lebih kompleks, oksigen dan helium. Kelihatannya mustahil bahwa kombinasi yang lebih rumit dapat terjadi, karena penyebaran unsur-unsur ini demikian jarang. Tapi penggabungan itu benar-benar terjadi, dan dengan tingkat kompleksitas yang cukup tinggi pula. Molekul air (H_2O), telah ditemukan di antariksa, demikian pula dengan amonia (NH_3), disusul oleh formaldehid (H_2CO) dan molekul-molekul lain yang semakin kompleks, yang kemudian mendorong lahirnya satu cabang ilmu baru - astrokimia. Akhirnya, telah dibuktikan bahwa molekul dasar penyusun kehidupan - *asam amino* - terdapat juga di antariksa.

Kant (1755) dan kemudian Laplace (1796) mula-mula meluncurkan satu hipotesis nebular atas pembentukan tata surya. Menurut hipotesis ini, matahari dan planet-planet terbentuk dari kondensasi awan materi yang maha besar. Hal ini

kelihatannya sesuai dengan fakta dan, ketika Engels menulis *The Dialectics of Nature*, teori ini telah diterima secara luas. Namun, di tahun 1905, Chamberlain dan Moulton mengajukan teori alternatif - hipotesis planetesimal. Ini kemudian dikembangkan lebih jauh oleh Jeans dan Jeffrey, yang mengajukan hipotesis pasang-surut di tahun 1918. Hipotesis ini memasukkan ide bahwa tata surya berasal dari tubrukan dua bintang. Masalah dengan teori ini adalah bahwa, jika ia benar, sistem planet akan menjadi gejala yang sangat jarang terjadi. Jarak maha besar yang memisahkan bintang-bintang berarti tubrukan ini akan terjadi 10.000 kali lebih jarang dari supernova - yang sendirinya merupakan gejala yang amat jarang. Sekali lagi kita lihat bahwa upaya untuk mengatasi satu masalah dengan mengandalkan pada kekuatan luar yang kebetulan, seperti bintang tersasar, niscaya akan menimbulkan lebih banyak masalah daripada yang dipecahkan.

Akhirnya, teori yang katanya dibuat untuk menggantikan model Kant-Laplace terbukti tidak kokoh secara matematik. Upaya-upaya lain, seperti "tumburan tiga-bintang" (Littleton) dan teori supernova Hoyle, juga digagalkan di tahun 1939, ketika terbukti bahwa material yang ditarik dari bintang-bintang dengan cara demikian akan menjadi terlalu panas untuk dapat berkondensasi menjadi planet. Ia hanya akan mengembang menjadi awan gas tipis. Dengan demikian, teori musibah-planetesimal telah digulingkan. Hipotesis nebular telah dinaikkan kembali ke atas tahta, tapi dengan tingkat yang lebih tinggi daripada sebelumnya. Ia bukan lagi sekedar pengulangan dari ide-ide Kant dan Laplace. Misalnya, sekarang dipahami bahwa awan gas dan debu yang digambarkan dalam model itu haruslah jauh lebih besar dari yang diperhitungkan semula. Pada tingkat yang demikian besar, awan itu akan mengalami *turbulensi*, menghasilkan pusaran-pusaran maha besar, yang kemudian akan berkondensasi menjadi sistem-sistem yang terpisah. Model yang sepenuhnya dialektik dikembangkan di tahun 1944 oleh astronom Jerman, Carl F. von Weizsäcker, dan disempurnakan oleh astrofisikawan Swedia, Hannes Alfvén.

Weizsäcker menghitung bahwa akan terdapat jumlah materi yang cukup dalam pusaran galaktik itu untuk menghasilkan galaksi-galaksi dalam proses kontraksi turbulen, yang menghasilkan pusaran-pusaran lain yang lebih kecil. Tiap pusaran ini dapat menghasilkan tata surya dan planet-planet. Hannes Alfvén membuat telaah khusus mengenai medan magnet matahari. Pada tahap awalnya, matahari berputar dengan kecepatan tinggi, tapi akhirnya dilambatkan oleh medan magnetnya sendiri. Perlambatan ini memindahkan momentum putarnya ke planet-planet. Versi baru dari teori Kant-Laplace, yang dikembangkan oleh Alfvén

dan Weizsäcker, kini diterima umum sebagai versi yang paling memungkinkan bagi asal-muasal tata surya.

Kelahiran dan kematian bintang-bintang mengandung satu contoh lanjut dari kerja alam yang dialektik. Sebelum kehabisan bahan bakar nuklirnya, bintang-bintang mengalami satu masa evolusi berkepanjangan yang tenang dan damai. Tapi ketika mereka mencapai titik kritisnya, mereka mengalami akhir yang penuh gejolak, runtuh ke dalam karena beratnya sendiri dalam waktu kurang dari satu detik, memancarkan jumlah energi yang tak terkira dalam bentuk cahaya, memancarkan lebih banyak energi dalam waktu beberapa bulan ketimbang yang telah dipancarkannya selama kehidupannya yang milyaran tahun itu. Namun pancaran cahaya ini hanya mewakili sebagian kecil saja dari jumlah energi yang terlibat dalam sebuah supernova. Energi kinetik dari ledakan itu sepuluh kali lebih besar lagi. Mungkin sepuluh kali lipat lagi dari energi kinetik itu terbawa dalam bentuk neutrino, yang dipancarkan dalam ledakan yang berlangsung kurang dari satu detik. Sebagian besar massa bintang akan terlempar ke angkasa. Ledakan supernova semacam ini, di pinggiran Bima Sakti melemparkan massanya, yang tereduksi menjadi debu nuklir, mengandung berbagai macam unsur. Bumi dan segala isinya, termasuk kita, seluruhnya dibangun dari pengolahan limbah debu bintang ini, besi di dalam darah kita adalah salah satu contoh tipikal dari limbah kosmik yang telah didaur ulang.

Revolusi di jagad raya, seperti varian yang terjadi di bumi, adalah kejadian yang jarang. Di galaksi kita sendiri, hanya tiga supernova yang telah tercatat dalam waktu 1000 tahun terakhir. Yang paling cemerlang dari ketiganya, tercatat oleh para astronom Cina di tahun 1054, menghasilkan Nebula Kepiting. Lebih jauh lagi, penggolongan bintang-bintang telah membawa kita pada kesimpulan bahwa tidak ada jenis materi baru di jagad ini. Materi yang sama hadir di mana-mana. Ciri utama dari spektrum bintang-bintang memperlihatkan keberadaan unsur-unsur yang juga hadir di bumi. Perkembangan dari astronomi infra-merah telah menyediakan alat untuk menjelajahi awal antar-bintang yang gelap, di mana mungkin kebanyakan bintang-bintang baru sedang terbentuk. Astronomi radio telah mulai mengungkap komposisi dari awan-asali ini - kebanyakan adalah hidrogen dan debu, tapi dengan tambahan campuran dari berbagai molekul dengan kompleksitas yang mengejutkan, banyak di antaranya adalah molekul organik.

Kelahiran tata surya kita sekitar 4,6 milyar tahun lalu adalah dari awal ceceran debu yang berasal dari sebuah bintang yang kini telah punah. Matahari kita yang sekarang menggumpal di pusat awan datar yang berputar, sementara planet-planet menggumpal pada berbagai titik di seputar matahari. Orang percaya bahwa planet-planet yang lebih luar - Yupiter, Saturnus, Uranus dan Pluto - adalah satu pecontoh dari awal asali itu: hidrogen, helium, metana, amonia dan air. Planet-planet dalam yang lebih kecil - lebih kaya akan unsur-unsur yang lebih berat dan lebih miskin dalam gas-gas semacam helium dan neon, yang sanggup meloloskan diri dari gravitasi mereka yang relatif lebih lemah.

Aristoteles mengira bahwa segala yang ada di bumi adalah fana, tapi apa yang ada di langit tidak berubah dan kekal. Kini kita tahu bahwa tidak demikian halnya. Ketika kita memandang dengan penuh kekaguman ke kekelaman langit malam, kita tahu bahwa setiap benda langit yang menyinari kegelapan itu satu hari akan pudar dan padam. Bukan hanya manusia yang fana, tapi bintang-bintang itu sendiri, yang menyandang nama segenap dewa-dewi, akan pula mengalami kesakitan dan kegairahan dari perubahan, kelahiran dan kematian. Dan, dengan cara yang aneh, pengetahuan ini justru membawa kita lebih dekat pada jagad raya, dari mana kita datang dan ke mana kita kelak akan kembali. Matahari kita pada saat ini masih memiliki cukup hidrogen untuk bersinar milyaran tahun lagi dalam keadaannya yang sekarang. Walau demikian, akhirnya, ia akan meningkatkan suhunya pada tingkat di mana kehidupan di bumi akan menjadi mustahil. Semua makhluk harus musnah, tapi keragaman yang menakjubkan dari jagad material dalam segala perwujudannya adalah kekal dan tak termusnahkan. Kehidupan lahir, mati, dan lahir lagi dan lagi. Demikianlah telah terjadi sebelumnya. Demikianlah ia akan terjadi selama-lamanya.

[i] Dikutip dalam Lerner, op. cit., p. 214.

[ii] Ibid., p. 152.

[iii] Ibid., p. 158.

[iv] Ibid., pp. 39-40.

[v] *The Rubber Universe*, pp. 11 dan 14, penekanan dari kami.

[vi] Dikutip dalam Lerner, op. cit., pp. 164-5.

[vii] Davies, op. cit., pp. 123, 124-5, dan 126.

[viii] Lerner, op. cit., p. 14.

[ix] Ibid., pp. 52, 196, 209, dan 217-8.

[x] Ibid., pp. 153-4, 221 dan 222.

[xi] Ibid., p. 149.

[xii] Ferris, op. cit., p. 204.

- [xiii] S. W. Hawking, *A Brief history of Time, From the Big Bang to Black Holes*, p. 34.
- [xiv] Ibid., pp. 46-7 dan 33.
- [xv] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 64-5.
- [xvi] Ibid., p. 68.
- [xvii] Hawking, op. cit., pp. 50 dan 88-9.
- [xviii] Ibid., p. 89.
- [xix] Engels, *The Dialectics of Nature*, pp. 68-9.
- [xx] Hawking, op. cit., p. 116.
- [xxi] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 62-3.
- [xxii] Lerner, op. cit., p. 161.
- [xxiii] James Davidson dan William Rees-Mogg, *The Great Reckoning, How the World Will Change in the Depression of the 1990's*, p. 447.

Bab 10. Dialektika Geologi

Ada sebuah pepatah Inggris yang mengatakan, "sekokoh tanah yang kita pijak." Sekalipun ide ini begitu menentramkan hati kita, ia jauh sekali dari kenyataan. Bumi di bawah kaki kita tidaklah sekokoh yang kita pikirkan. Bebatuan, pegunungan, benua-benua itu sendiri, berada dalam keadaan bergerak dan berubah terus-menerus, sifat yang baru setengah abad belakangan saja dipahami orang. Geologi adalah ilmu tentang pengamatan dan penjelasan dari semua gejala yang terjadi di permukaan dan di kedalaman planet ini. Tidak seperti lain-lain ilmu alam seperti fisika dan kimia, geologi mendasarkan dirinya, bukan pada percobaan melainkan pada pengamatan. Sebagai akibatnya, perkembangannya ditentukan sekali oleh cara orang menginterpretasi hasil-hasil pengamatan itu. Hal ini, pada gilirannya, ditentukan oleh kecenderungan filsafat dan agama pada jamannya. Fakta ini menjelaskan perkembangan geologi yang berkembang jauh lebih lambat dibandingkan dengan lain-lain ilmu tentang bumi. Baru tahun 1830 Charles Lyell, salah satu bapak geologi modern, menunjukkan bahwa bumi berusia jauh lebih tua daripada apa yang dikatakan oleh Kitab Kejadian. Pengukuran lanjut berdasarkan peluruhan radioaktif membenarkan hal ini, menetapkan bahwa bumi dan bulan berusia sekitar 4,6 milyar tahun.

Sejak awal manusia telah sadar akan gejala-gejala seperti gempa bumi dan ledakan gunung yang mengungkap kekuatan mahadahsyat yang tersumbat di bawah permukaan bumi. Tapi sampai abad ini gejala-gejala itu selalu disebut sebagai disebabkan oleh para dewa. Poseidon (Neptunus) adalah "sang pengguncang bumi" sementara Vulcan (Hephistes) adalah dewa pandai besi yang pincang, yang tinggal di perut bumi, dan menyebabkan gunung meletus setiap ia mengayunkan godamnya. Para geolog di abad ke-18 dan 19 terdiri dari para aristokrat dan biarawan, yang percaya, bersama Uskup Ussher, bahwa bumi diciptakan oleh Tuhan pada tanggal 23 Oktober 4004 SM. Untuk menjelaskan ketidakberaturan pada permukaan bumi, seperti lembah dan pegunungan tinggi, mereka mengembangkan satu teori - *catastrophism* - yang mencoba membuat fakta-fakta yang teramati cocok dengan kisah-kisah bencana dalam kitab suci, seperti kisah tentang Air Bah. Tiap musibah menyapu bersih seluruh spesies, yang merupakan penjelasan yang nyaman untuk adanya fosil yang telah mereka temukan terkubur jauh di dalam bebatuan di tambang-tambang batubara.

Bukan satu kebetulan bahwa teori katastrofik mendapat pijakan paling kuat di Perancis, di mana Revolusi Besar 1789-94 memiliki pengaruh yang paling kuat atas psikologi semua kelas, yang gemanya masih terus dibunyikan di semua

generasi susul-menyusul. Bagi mereka yang berniat melupakannya, revolusi 1830, 1848 dan 1870 merupakan peringatan yang sangat jelas atas pengamatan Marx yang tajam bahwa Perancis adalah negeri di mana perjuangan kelas selalu dilakukan sampai tahapan terakhirnya. Bagi Georges Cuvier, naturalis dan geolog Perancis abad ke-19 yang terkenal itu, perkembangan bumi ditandai dengan "sederetan masa-masa pendek yang mengandung perubahan yang intensif, dan tiap masa menandai satu titik balik dalam sejarah. Di antara masa-masa itu, terdapat masa-masa stabilitas yang panjang dan membosankan. Seperti Revolusi Perancis, setelah masa penuh gejolak, segala sesuatunya berubah. Seperti itu pula, waktu geografis dibagi-bagi menjadi bab-bab yang terpisah, masing-masing dengan tema dasarnya sendiri."^[i]

Jika Perancis adalah negeri klasik bagi revolusi dan kontra-revolusi, Inggris adalah tanah klasik bagi reformisme dan gradualisme. Revolusi borjuis Inggris, seperti yang terjadi di Perancis, juga terjadi dengan sangat berdarah, di mana Raja kehilangan kepalanya, demikian juga banyak orang lain. Sejak itu "kelas-kelas terhormat" di Inggris telah berusaha keras untuk melupakan hal ini. Mereka jauh lebih suka untuk mengingat apa yang dinamai dengan tidak cocok sebagai "Revolusi Gemilang" 1688, satu kudeta yang sama sekali tidak gemilang di mana seorang avonturir Belanda bertindak sebagai makelar politik dalam sebuah perebutan kekuasaan antara orang-orang kaya baru dari Kota dengan para aristokrat. Kejadian ini telah menyediakan basis teoritik bagi tradisi Anglo-Saxon tentang gradualisme dan "kompromi-kompromi".

Kejijikan terhadap perubahan revolusioner dalam segala bentuknya diterjemahkan ke dalam sebuah keinginan yang obsesif untuk menghapuskan segala jejak lompatan mendadak yang terjadi di alam maupun masyarakat. Lyell mengajukan satu pandangan yang persis berseberangan dengan katastrofisme. Menurutnya, garis batas antara berbagai lapisan geologis tidak menunjukkan adanya perubahan mendadak tapi sekedar mencatat pergeseran pola transisi antara dua lingkungan habitat yang berdekatan. Tidak perlu kita mencari satu pola global. Masa geologis hanyalah satu metode klasifikasi yang enak dilihat, agak mirip dengan pembagian sejarah Inggris menurut siapa yang sedang berkuasa.

Engels memuji sumbangan Lyell untuk kemajuan geologi:

"Lyell adalah orang yang pertama membawa nalar sehat ke dalam geologi dengan menggantikan revolusi-revolusi mendadak yang ditentukan oleh

kehendak dari sang Pencipta dengan transformasi perlahan-lahan yang dialami bumi."

Walau demikian, ia juga mengakui kelemahan Lyell;

"Kekurangan dari pandangan Lyell - setidaknya dalam bentuk-bentuk awalnya - terletak pada pandangan bahwa kekuatan-kekuatan yang bekerja pada bumi adalah konstan, baik secara kuantitas maupun kualitasnya. Pendinginan pada bumi tidak berarti baginya; bumi tidak berkembang menuju arah tertentu tapi hanya berubah dalam cara yang kebetulan dan tidak beraturan."^[ii]

Peter Westbrook menulis,

"Pandangan-pandangan ini mencerminkan filsafat yang dominan terhadap ciri sejarah geologis - di satu pihak katastrofisme, paham tentang stabilitas yang diganggu oleh masa-masa singkat yang berisi perubahan cepat, dan di pihak lain, gradualisme, ide tentang fluktuasi yang kontinyu. Pada masa Coquand, katastrofisme pada umumnya diterima di Perancis, tapi simpati untuk filsafat ini akan dengan cepat pudar, karena alasan-alasan praktis. Teori geologis harus dibangun dari nol. Para pendiri geologi dipaksa untuk menerapkan prinsip-prinsip masa kini sebagai kunci untuk memahami masa lalu seketat mungkin. Katastrofisme tidak terlalu berguna persis karena ia mengklaim bahwa kondisi geologis dari satu masa berbeda secara mendasar dengan kondisi di masa yang menyusulnya. Dengan teori geologis yang jauh lebih maju, yang sekarang ini ada di tangan kita, kita dapat mengambil sikap yang lebih lentur. Menariknya, katastrofisme kini sedang mendapatkan kembali momentumnya."^[iii]

Argumen antara gradualisme dan katastrofisme sebenarnya hanya di permukaan saja. Hegel telah membahas persoalan ini dengan menciptakan *garis pengukuran nodal*, di mana akumulasi perubahan kuantitatif yang perlahan-lahan melahirkan lompatan kualitatif secara berkala. Gradualisme diganggu, sampai satu kesetimbangan baru dapat ditegakkan, tapi pada tingkatan yang lebih tinggi daripada sebelumnya. Proses perubahan geologis ini bersesuaian persis dengan model Hegel, dan hal itu kini telah dibuktikan dengan meyakinkan.

Teori Wegener

Pada awal abad ke-20, Alfred Wegener, seorang ilmuwan Jerman, terhenyak oleh kemiripan antara garis pantai Amerika Selatan dengan Pantai Barat Afrika. Di tahun 1915 ia menerbitkan teorinya tentang pergeseran benua, yang didasarkan pada asumsi bahwa, di satu waktu di masa lalu, semua benua adalah bagian dari satu massa daratan mahabesar (*Pangaea*), yang kemudian pecah menjadi masa-daratan yang terpisah-pisah, saling bergerak menjauh, akhirnya membentuk benua-benua yang sekarang. Teori Wegener tentu saja gagal memberi satu penjelasan ilmiah tentang mekanisme pergeseran benua ini. Walau demikian, tetap saja ia mengandung sebuah revolusi yang besar dalam geologi. Namun,

teori itu ditolak mentah-mentah oleh komunitas geolog yang konservatif. Geolog Chester Longwell malah berkomentar bahwa fakta tentang betapa cocoknya garis pantai benua-benua satu sama lain adalah "tipuan setan" untuk menyesatkan kita. Selama 60 tahun berikutnya perkembangan geologi sangat terhambat oleh teori dominan tentang "isostasi", satu teori *steady state* yang hanya menerima pergerakan vertikal dari benua-benua. Bahkan atas dasar hipotesis yang sangat keliru inipun langkah-langkah besar telah ditapakkan, menyiapkan lahan untuk negasi atas teori yang semakin tidak sesuai dengan fakta yang teramati.

Seperti yang sering terjadi dalam sejarah ilmu pengetahuan, kemajuan teknologi yang terangkai dengan kebutuhan produksi, menyediakan rangsangan yang perlu untuk perkembangan ide. Pencarian minyak oleh perusahaan minyak besar semacam Exxon telah membawa kita pada banyak penemuan baru untuk menyelidiki geologi dasar laut, dan perkembangan metode-metode baru yang kuat untuk membuat profil bumi dengan gempa buatan, pengeboran dasar laut dan metode-metode baru untuk mengukur umur fosil. Di pertengahan 1960-an, Peter Vail, seorang ilmuwan di laboratorium utama Exxon, memulai telaah tentang ketidakberaturan dalam pola linear dari dasar laut. Vail bersimpati dengan pandangan Perancis lama tentang evolusi yang terganggu, dan percaya bahwa patahan-patahan dalam proses ini merupakan titik balik geologis yang utama. Pengamatannya mengungkap pola perubahan lapisan sedimen yang kelihatannya sama di seluruh dunia. Ini adalah bukti yang kuat bagi interpretasi dialektik atas proses geologis.

Hipotesis Vail disambut dengan skeptisisme oleh rekan-rekannya. Jan van Hinte, ilmuwan Exxon lainnya, mengenang: "Kami para paleontologis tidak percaya satupun kata yang diucapkannya. Kami semua dibesarkan dalam tradisi Anglo-Saxon tentang perubahan gradual, dan teorinya berbau katastrofisme." Lebih jauh, pengamatan Jan van Hinte sendiri atas fosil dan catatan seismik di Laut Tengah, mengungkapkan hal yang persis sama dengan Vail, dan umur batuan bersesuaian dengan peramalan Vail. Gambaran yang kini muncul adalah sepenuhnya dialektik:

"Adalah satu gejala yang umum di alam: setetes air yang membuat air seember tumpah. Satu sistem yang secara internal stabil terus digerogeti oleh kekuatan dari luar sampai ia runtuh. Satu rangsangan kecil yang mendorong satu perubahan yang dramatik, dan satu situasi yang sama sekali barupun tercipta. Ketika permukaan laut naik, sedimen tertumpuk secara perlahan pada lempeng benua. Ketika permukaan laut turun, tumpukan itu menjadi tidak stabil. Ia masih bertahan selama beberapa waktu, dan - Bum! Sebagian darinya meluncur ke dalam laut. Lama-kelamaan, permukaan laut

mulai naik kembali sedikit demi sedikit, dan tumpukan sedimen itu mulai terjadi lagi."^[iv]

Kuantitas berubah menjadi kualitas ketika di akhir 1960-an, sebagai hasil satu pengeboran laut-dalam ditemukan bahwa dasar laut Atlantik sedang bergerak patah. "*Mid-Ocean Ridge*" (yakni, deret pegunungan dasar laut yang terletak di Atlantik) memberi pertanda bahwa benua Amerika sedang bergerak menjauh dari massa-daratan Eurasia [gabungan benua Eropa dan Asia]. Ini adalah titik awal bagi pengembangan satu teori baru, teori *lempeng tektonik*, yang telah merevolusionerkan seluruh ilmu geologi.

Di sini kita mendapati lagi pecontoh tentang bekerjanya hukum dialektika negasi dari negasi, yang diterapkan dalam sejarah ilmu pengetahuan. Teori asli Wegener tentang pergeseran benua dinegasi oleh teori *steady state* isostasi. Yang belakangan ini, pada gilirannya, dinegasi lagi oleh teori lempeng tektonik, yang menandai satu pengukuhan kembali teori lama tapi pada tingkat kualitas yang lebih tinggi. Teori Wegener adalah teori yang gemilang dan pada dasarnya tepat, tapi ia gagal menjelaskan mekanisme apa persisnya yang menyebabkan pergeseran benua itu. Kini, berdasarkan penemuan-penemuan dan pencapaian ilmiah dari separuh abad terakhir, kita bukan hanya tahu bahwa pergeseran benua adalah sebuah fakta, tapi kita dapat menjelaskan persisnya bagaimana hal itu dapat terjadi. Teori yang baru ini berada pada tingkat yang jauh lebih tinggi dari pendahulunya, dengan pemahaman yang lebih dalam tentang mekanisme kompleks yang ditempuh planet ini dalam evolusinya.

Teori ini sejajar dengan penemuan Darwin di bidang biologi. Evolusi berlaku bukan hanya pada materi yang hidup tapi juga pada materi yang tidak hidup. Sesungguhnya, keduanya saling merasuk dan saling mengkondisikan. Proses alami yang kompleks saling terhubung satu sama lain. Materi organik - kehidupan - niscaya muncul dari materi anorganik, pada titik tertentu. Tapi kehadiran materi organik pada gilirannya menghasilkan efek-efek yang mendasar pada lingkungan fisiknya. Contohnya, kehadiran tumbuhan yang menghasilkan oksigen memiliki satu efek yang menentukan terhadap atmosfer dan, dengan demikian, pada kondisi iklim. Perkembangan planet dan kehidupan di bumi menyediakan sumber contoh yang kaya akan alam yang dialektik, perkembangan melalui kontradiksi dan lompatan-lompatan, masa-masa panjang dari perubahan yang lambat dan "molekular" yang disela oleh perubahan yang penuh gejolak, dari tumburan benua sampai kepunahan spesies. Lebih jauh lagi, penyelidikan yang lebih dekat mengungkapkan bahwa lompatan-lompatan dan gejolak yang mendadak dan nampaknya tak terjelaskan itu biasanya memiliki

akar dalam masa-masa perubahan yang lambat dan gradual yang mendahuluinya.

Apa itu Lempeng Tektonik?

Permukaan bumi yang semula cair dan mendidih akhirnya mendingin sampai cukup untuk membentuk sebuah kerak, yang membungkus gas dan batuan cair di bawahnya. Permukaan planet ini terus-menerus direncak oleh ledakan gunung, melontarkan gumpalan-gumpalan lava. Secara perlahan, satu kerak yang lebih tebal pun terbentuk, seluruhnya terbuat dari batuan vulkanik. Pada waktu itu, terbentuklah benua kecil yang pertama dari lautan batuan cair (magma) dan kerak dasar lautpun mulai terbentuk juga. Gas-gas dan uap dari ledakan vulkanik mulai menipiskan atmosfer, menyebabkan terjadinya badai petir yang dahsyat. Karena suhu tinggi adalah raja diraja, masa-masa ini adalah masa bagi bencana-bencana besar, ledakan-ledakan, dengan kerak benua yang terbentuk kemudian dihancurkan kembali, lalu terbentuk kembali dalam keadaan setengah cair, pembentukan kristal dan tumburan-tumburan, pada skala yang jauh lebih besar daripada yang pernah terlihat oleh umat manusia. Benua-benua mikro pertama bergerak jauh lebih cepat dan bertumburan jauh lebih sering daripada saat ini. Terjadi proses regenerasi dan daur ulang yang sangat cepat dari kerak-kerak benua ini. Pembentukan kerak benua adalah salah satu kejadian mendasar dari sejarah planet ini. Tidak seperti dasar laut, kerak benua tidak dihancurkan melalui pelongsoran mantel bumi, melainkan semakin bertambah volume totalnya dari waktu ke waktu. Terjadinya benua-benua, dengan demikian, adalah sebuah kejadian yang ireversibel (tidak dapat dibalik prosesnya).

Bumi terbentuk dari sejumlah lapisan material. Lapisan utama adalah inti bumi (terbagi atas inti dalam dan inti luar), mantel bumi yang tebal, dan kerak bumi yang tipis di atasnya. Tiap lapisan memiliki komposisi kimia dan ciri-ciri fisiknya sendiri. Sejalan dengan mendinginnya bumi sekitar 4 milyar tahun lalu, material yang lebih berat tenggelam ke pusat bumi, sementara unsur yang lebih ringan tinggal di dekat permukaan. Inti dalam bumi adalah sebuah massa padat, yang dipadatkan oleh tekanan mahadahsyat. Kerak bumi membentuk lapisan tipis di atas mantel yang setengah cair, seperti kulit luar yang membungkus sebuah apel. Dari kerak bumi yang dingin, 50 m ke bawah, suhunya adalah sekitar 800°C. Semakin dalam, pada kedalaman sekitar 2.000 km, suhu meningkat menjadi di atas 2.200°C. Pada suhu ini batuan berperilaku lebih sebagai cairan.

Kerak bumi ini menyokong lautan dan massa-daratan dan, bersamanya, segala bentuk kehidupan. Sekitar 7/10 dari kerak bumi diliputi air, yang merupakan ciri mendasar planet ini. Permukaan kerak bumi sangat tidak rata, mengandung pegunungan yang sangat tinggi di atas massa-daratannya, dan jurang-jurang di dasar lautnya. Satu contoh adalah *Mid-Atlantic Ridge*, yang membentuk batas antara keempat lempeng bumi. Kerak bumi terbentuk dari sepuluh lempeng besar yang saling bercocokan seperti *jigsaw puzzle*. Namun, sepanjang tepi lempeng ini terdapat banyak jurang dasar laut [*fault*], di mana aktivitas vulkanik dan gempa bumi terkonsentrasi. Benua-benua dipatok ke atas lempeng-lempeng ini dan bergerak sejalan dengan pergerakan lempeng bumi.

Di tepian lempeng-lempeng ini, gunung berapi bawah laut menyemburkan batuan cair dari perut bumi, menciptakan lapisan dasar laut yang baru. Lapisan dasar laut ini menyebar dari pegunungan dasar laut seperti sebuah sabuk konveyer atau ban berjalan, bergerak sambil mengusung lempeng benua di atasnya. Gunung berapi adalah sumber transformasi dari energi maha besar yang ada di bumi menjadi energi panas. Terdapat kira-kira 430 gunung berapi aktif saat ini. Paradoksnya, ledakan vulkanik melepaskan energi yang menyebabkan batuan yang ada di kerak bumi mencair. Kerak bumi (litosfer) terus-menerus diubah dan diperbaharui. Lapisan kerak yang baru terus-menerus dibentuk oleh intrusi dan ekstrusi magma di pegunungan-pegunungan dasar laut melalui pencairan sebagian mantel bumi (asthenosfer). Penciptaan kerak baru pada *fault* dasar laut ini mendorong lapisan yang lama untuk terpecah dan, bersamanya, demikian pula lempeng-lempeng benua. Litosfer yang baru ini menyebar dari pegunungan dasar laut sejalan dengan dituangkannya material baru ke atasnya, dan akhirnya justru ekspansi dari lapisan dasar laut ini yang mendorong tenggelamnya litosfer semakin jauh ke arah inti bumi.

Proses ini menjelaskan pergerakan benua-benua. Pergolakan yang terus-menerus terjadi di bawah bumi pada gilirannya menghasilkan panas yang luar biasa, yang bertumpuk dan menghasilkan aktivitas vulkanik yang baru. Wilayah-wilayah ini ditandai oleh lengkung pulau dan pegunungan dan gunung-gunung berapi, gempa bumi dan jurang-jurang dasar laut. Ini menjaga keseimbangan antara yang baru dan yang lama, satu kesatuan dialektik atas hal-hal yang saling bertentangan. Sejalan dengan saling bertumbuhannya lempeng-lempeng itu sendiri, mereka menghasilkan gempa bumi.

Aktivitas yang berlangsung terus-menerus di bawah permukaan bumi ini mengatur banyak gejala yang mempengaruhi perkembangan planet ini. Massa-daratan, lautan dan atmosfer bukan hanya terpengaruh oleh sinar matahari, tapi

juga oleh gravitasi dan medan magnet yang melingkupi bumi. "Perubahan yang terus-menerus," kata Engels, "yaitu, benturan identitas abstrak dengan diri sejatinya sendiri, juga didapati dalam apa yang disebut benda-benda anorganik. Geologi adalah sejarah mereka. Di permukaan, perubahan mekanik (kekeringan, pembekuan), perubahan kimia (cuaca) dan, secara internal, perubahan mekanik (tekanan), panas (volkanik), kimia (air, asam, senyawa-senyawa pengikat), dalam gejolak-gejolak besar, gempa bumi, dsb." Lagi-lagi, "Tiap benda terus-menerus dihadapkan pada pengaruh mekanik, fisik, dan kimia, yang terus mengubahnya dan memperbaharui identitasnya."^[v]

Di bawah Samudera Atlantik terdapatlah satu rantai pegunungan berapi dasar laut di mana magma baru terus diciptakan setiap saat. Sebagai hasilnya, kerak dasar laut terus diperbesar dan kini mendorong pemisahan benua Amerika Selatan dan Afrika, dan juga Amerika Utara dan Eropa. Namun, jika beberapa wilayah membesar, yang lain pasti mengecil. Sejalan dengan didorongnya benua Amerika oleh kekuatan mahadahsyat untuk semakin menjauh dari lempeng Samudera Atlantik, lempeng samudera itu juga sedang dipaksa untuk tenggelam di bawah benua Amerika, di mana ia mencair, bergerak dalam aliran magma, dan akhirnya akan muncul kembali - jutaan tahun kemudian - dalam bentuk pegunungan dasar laut yang baru.

Proses ini tidaklah lurus dan linear, melainkan terjadi melalui kontradiksi dan lompatan-lompatan yang dimensinya sangat dahsyat. Ada masa-masa di mana kekuatan-kekuatan di bawah lapisan kerak bumi menemui perlawanan yang demikian besar sehingga mereka terpaksa berbalik, dan mencari arah baru. Maka, untuk masa yang sangat lama, sebuah samudera seperti Pasifik dapat diperbesar. Namun, ketika keseimbangan kekuatan berubah, seluruh proses ini akan jatuh ke arah kebalikannya. Sebuah samudra mahaluas dapat tergerus di antara dua benua. Proses semacam ini telah terjadi berkali-kali dalam 4,6 milyar tahun sejarah planet ini. Sekitar 200 juta tahun lalu, terdapatlah sebuah samudera - Iethys - antara Eurasia dan Afrika. Kini puing-puing dari samudera itu menjadi bagian dari Laut Tengah. Sisanya telah ditelan bumi dan telah lenyap di bawah Pegunungan Karpatia dan Himalaya, dihancurkan oleh tumburan antara India dan Arabia dengan Asia.

Di pihak lain, ketika sebuah pegunungan bawah laut tertutup (yakni, ditelan oleh lempeng benua) maka litosfer yang baru akan muncul di tempat yang lain. Biasanya, litosfer pecah pada titiknya yang terlemah. Kekuatan yang kedahsyatannya tak terbayangkan terakumulasi selama jutaan tahun, sampai

akhirnya perubahan kuantitatif menghasilkan satu bencana besar. Cangkang luar bumi diremukkan dan litosfer yang baru menyeruak ke atas, membuka jalan bagi kelahiran samudera yang baru. Pada masa ini, kita dapat melihat proses ini terjadi di lembah volkanik Afat, di Afrika Timur, di mana benua itu sedang terbelah dan samudera yang baru akan muncul di sana sekitar 50 juta tahun lagi. Sesungguhnya, Laut Merah adalah satu tahap perkembangan awal dari satu samudera yang kelak akan memisahkan Saudi Arabia dari Afrika.

Pemahaman bahwa bumi tidaklah statis melainkan dinamis memberi satu denyut baru bagi geologi, menempatkannya pada dasar yang benar-benar ilmiah. Kesuksesan dari teori lempeng tektonik adalah bahwa ia secara dialektik menggabungkan semua gejala alam, menggulingkan pandangan konservatif dari ortodoksi ilmiah yang didasarkan pada logika formal. Ide dasarnya adalah bahwa segala sesuatu di bumi berada dalam pergerakan yang terus-menerus, dan ini terjadi melalui kontradiksi yang eksplosif. Samudera dan benua, pegunungan dan jurang-lembang, sungai, danau dan garis pantai selalu berada dalam proses perubahan, di mana masa-masa "tenang" dan "stabil" disela dengan penuh gejolak oleh revolusi-revolusi yang berskala mahadahsyat. Atmosfir, kondisi iklim, magnetisme, bahkan lokasi kutub magnet planet ini terus berada dalam fluktuasi. Perkembangan dari tiap proses individu itu dipengaruhi dan ditentukan, sampai tahap tertentu, oleh kesalingterhubungannya dengan proses-proses lainnya. Mustahil untuk menelaah satu proses geologis secara terisolasi dari proses-proses lainnya. Semuanya tergabung untuk menghasilkan satu jumlah-total yang unik dari gejala-gejala yang menyusun dunia kita. Para geolog modern dipaksa untuk berpikir dalam sebuah cara yang dialektik sekalipun mereka belum pernah membaca sebarisapun tulisan Marx dan Engels, hanya karena persoalan yang mereka hadapi tidak dapat diinterpretasikan dengan baik jika memakai cara lainnya.

Gempa Bumi dan Asal-Muasal Pegunungan

Ketika ia masih muda, Charles Darwin menemukan fosil dari seekor hewan laut jauh di daratan. Jika benar bahwa hewan-hewan laut pernah hidup di tempat itu, maka teori-teori yang ada saat itu tentang sejarah bumi pastilah keliru. Darwin dengan bergairah menunjukkan penemuannya pada seorang geolog yang ternama, yang menjawab: "Oh, mari berharap bahwa itu tidak benar." Geolog itu lebih suka percaya bahwa seseorang telah menaruh fosil itu di situ, setelah ia mengambilnya dari tepi pantai! Dari sudut pandang nalar-sehat, kelihatannya mustahil bahwa benua-benua bergerak. Mata kita mengatakan bahwa ini tidak

benar. Kecepatan rata-rata dari pergerakan ini adalah sekitar 1-2 cm per tahun. Dengan demikian, untuk keperluan sehari-hari pergerakan ini dapat diabaikan. Namun, setelah masa jutaan tahun, perubahan-perubahan yang kecil ini menghasilkan perubahan yang paling dramatik yang dapat dibayangkan orang.

Di puncak Himalaya (sekitar 8.000 m di atas permukaan laut) terdapatlah batuan yang mengandung fosil-fosil dari organisme laut. Hal ini berarti batuan itu mulanya berasal dari sebuah samudera prasejarah, samudera Iethys, yang didorong naik selama 200 juta tahun untuk menghasilkan pegunungan tertinggi di dunia. Bahkan proses ini tidaklah terjadi secara seragam, melainkan melibatkan kontradiksi-kontradiksi, dengan gejala pasang yang dahsyat, kemajuan dan kemunduran, melalui ribuan gempa bumi, perusakan yang dahsyat, perhentian dalam kontinuitas, deformasi dan lipatan-lipatan. Sangat jelas bahwa pergerakan lempeng disebabkan oleh kekuatan raksasa di dalam bumi. Seluruh wajah planet ini, penampakan dan identitasnya ditentukan oleh kekuatan ini. Umat manusia hanya memiliki pengalaman langsung berurusan dengan sepotong kecil saja dari kekuatan ini melalui gempa bumi dan letusan vulkanik. Salah satu ciri dasar dari permukaan bumi adalah pegunungan. Bagaimana pegunungan ini dapat terbentuk?

Ambillah setumpuk kertas dan tekanlah ke tembok. Tumpukan itu akan melengkung dan rusak di bawah tekanan, dan akan "bergerak" ke atas, menghasilkan satu bentuk lengkung. Kini bayangkan proses yang sama ketika sebuah samudera ditekan di antara dua benua. Samudera itu ditekan untuk meluncur masuk ke bawah salah satu benua, tapi batuan di titik itu akan terdeformasi dan melipat, menghasilkan sebuah gunung. Setelah samudera itu lenyap seluruhnya, kedua benua itu akan bertumburan, dan kerak bumi di tempat tumburan itu akan dipertebal secara vertikal sejalan dengan tertekannya massa-benua. Perlawanan terhadap desakan ini menghasilkan lipatan tekstur yang besar dan merobek jurang-jurang, dan dorongan ke atas ini melahirkan rantai pegunungan. Tumburan antara lempeng Eurasia dan Afrika (setidaknya sebagian di antaranya), menghasilkan rantai-rantai pegunungan yang panjang, di mulai dari pegunungan Pyrenees di Barat, melewati pegunungan Alpen (tumburan antara Italia dan Eropa), pegunungan Balkan, Hellenik, Tauridik, Kaukasus (tumburan antara Arabia dan Asia) dan akhirnya pegunungan Himalaya (tumburan antara India dan Asia). dengan cara yang sama, pegunungan Apennines dan Rocky di Amerika terbentuk di atas wilayah di mana lempeng samudera Pasifik tenggelam di bawah lempeng benua Amerika.

Tidaklah mengherankan bahwa wilayah-wilayah ini juga dicirikan oleh aktivitas gempa yang intensif. Zona-zona gempa aktif di dunia ini adalah persis batas antara berbagai lempeng tektonik. Secara khusus, zona-zona di mana gunung-gunung sedang terbentuk merupakan wilayah di mana kekuatan-kekuatan raksasa telah terakumulasi sepanjang waktu yang lama. Ketika benua-benua bertumburan, kita melihat akumulasi kekuatan yang beraksi pada bebatuan yang berbeda, pada tempat yang berbeda-beda dan cara yang berbeda-beda pula. Batuan yang terdiri dari material yang paling keras bertahan terhadap deformasi. Tapi, pada titik kritis, kuantitas diubah menjadi kualitas, dan bahkan batuan yang terkeras sekalipun akan pecah atau melunak. Lompatan kualitatif ini ternyata dalam gempa-gempa bumi, yang sekalipun penampakannya sangat sangar, sesungguhnya hanyalah sekeping kecil dari pergerakan kerak bumi. Pembentukan rantai pegunungan memerlukan ribuan gempa bumi, yang mengarah pada pelipatan-pelipatan yang ekstensif, deformasi dan pergerakan batuan ke atas.

Di sini kita melihat proses evolusi yang dialektik melalui lompatan-lompatan dan kontradiksi-kontradiksi. Batuan yang dipadatkan merupakan penghalang awal, yang memberikan perlawanan terhadap tekanan kekuatan-kekuatan di bawah bumi. Namun, ketika perlawanan ini dipatahkan, mereka justru berbalik menjadi lawannya, menjadi saluran bagi pelepasan kekuatan-kekuatan ini. Kekuatan-kekuatan yang bekerja di bawah permukaan bumi ini bertanggung jawab untuk penciptaan rantai pegunungan dan lembah-lembah dasar laut. Tapi di permukaan terdapat kekuatan-kekuatan lain yang bekerja ke arah yang berlawanan.

Pegunungan tidaklah terus-menerus bertambah tinggi, karena mereka tunduk pada kekuatan-kekuatan yang saling berlawanan. Di permukaan kita mendapati cuaca, erosi dan perpindahan materi dari pegunungan dan benua-benua kembali ke dasar samudera. Batuan padat dikikis oleh kekuatan angin, hujan, salju dan es, yang melemahkan cangkang terluar dari batuan itu. Setelah satu masa tertentu, terjadilah satu lompatan kualitatif yang lebih jauh. Bebatuan secara perlahan kehilangan konsistensinya, butiran-butiran halus mulai terkikis dari permukaannya. Efek dari angin dan air, terutama sungai-sungai, memindahkan jutaan butiran ini dari ketinggian ke lembah-lembah, danau, tapi terutama samudera, di mana partikel-partikel batuan ini dikumpulkan lagi di dasar laut. Di sana mereka terkubur kembali, sejalan dengan semakin tertumpuknya material di atasnya, dan satu operasipun muncul, operasi yang berlawanan - bebatuan itu

mulai terbentuk kembali. Sebagai hasilnya, batuan baru terbentuk, yang akan mengikuti pergerakan lempeng dasar laut sampai akhirnya mereka akan sekali lagi terkubur di bawah benua-benua; di mana mereka akan dicairkan, kemungkinan muncul kembali di puncak gunung, di satu lain tempat di permukaan bumi.

Proses-Proses di Bawah Bumi

Fakta bahwa material di bawah permukaan yang padat itu bersifat cair ditunjukkan oleh lava yang mengalir dari gunung-gunung berapi. Batuan dipendam dalam-dalam di bawah kerak bumi, di bawah pegunungan besar dan di dalam zona-zona penenggelaman lempeng. Di bawah kondisi semacam itu mereka mengalami berbagai jenis perubahan. Sejalan dengan semakin jauhnya mereka tenggelam ke dalam kerak bumi, aktivitas internal bumi akan membuatnya mengalami peningkatan suhu. Pada saat bersamaan, beban dari batuan dan pegunungan yang ada di punggungnya menyebabkan pertambahan tekanan yang maha besar. Materi yang terorganisir dalam kombinasi khusus atas berbagai unsur yang dalam bentuk padat membentuk kristal yang disebut mineral. Berbagai mineral berkumpul untuk membentuk batuan. Tiap batuan memiliki kombinasi mineralnya sendiri, dan tiap mineral memiliki kombinasi unsur dalam bentuk kristal tertentu. Perubahan dalam suhu dan tekanan menyebabkan perubahan dalam susunan kimia kebanyakan mineral melalui pertukaran satu unsur dengan unsur lain. Sementara beberapa mineral, dalam batasan tertentu, dapat mempertahankan kestabilannya, pada satu titik kritis, materi akan terorganisir ulang dalam bentuk kristal yang berbeda. Ini menyebabkan perubahan kualitatif dalam mineral, yang bereaksi, menghasilkan kombinasi baru yang mencerminkan kondisi yang baru. Ini adalah lompatan kualitatif, seperti perubahan air menjadi es pada suhu 0°C. Hasilnya adalah bahwa seluruh batuan akan diubah menjadi batuan yang baru. Maka, di bawah tekanan kondisi lingkungannya, kita melihat satu lompatan mendadak, yang melibatkan satu metamorfosis bukan hanya dari mineralnya tapi juga dari batuan itu sendiri. Tidak ada satupun mineral yang dapat mempertahankan stabilitasnya pada segala kondisi yang ada di alam.

Di zona-zona yang mengalami penenggelaman lempeng samudera ke bawah benua, batuan dapat terkubur sangat jauh ke dalam kerak bumi. Di bawah kondisi yang demikian ekstrim, batuan itu sendiri mulai meleleh. Namun, proses ini tidak terjadi sekaligus. Kita melihat gejala pelelehan sebagian, karena berbagai mineral meleleh pada suhu yang berbeda-beda. Material yang meleleh memiliki kecenderungan untuk bergerak ke atas, karena ia jauh kurang

kerapatannya dibanding batuan padat yang mengelilinginya. Tapi pergerakan ini juga bukannya tanpa masalah, justru karena adanya perlawanan dari batuan yang mengelilinginya itu. Batuan cair, atau magma, akan perlahan-lahan bergerak ke atas sampai, ketika berhadapan dengan rintangan padat, ia dipaksa berhenti untuk beberapa saat. Lagipula, lapisan terluar dari magma itu akan mulai mendingin dan terkonsolidasi menjadi lapisan padat yang juga akan beralih fungsi menjadi rintangan tambahan bagi jalur magma itu. Tapi, pada akhirnya, kekuatan tekanan dari bawah akan bertambah sedikit demi sedikit sampai mencapai satu titik di mana rintangan itu dapat dipatahkan, dan magma akhirnya akan menerobos keluar dalam ledakan yang dahsyat, melepaskan kekuatan-kekuatan yang selama itu terpendam.

Maka jelaslah bahwa proses ini tidak terjadi dengan cara yang kebetulan, seperti yang mungkin dirasakan oleh para korban sebuah gempa bumi, tapi bersesuaian dengan hukum-hukum mendasar, yang kini baru mulai kita pahami. Proses ini terjadi di zona-zona yang khusus, yang terletak di perbatasan antar lempeng, khususnya di pegunungan-pegunungan dasar laut dan di belakang zona penenggelaman lempeng. Persis inilah alasan mengapa terdapat gunung-gunung berapi aktif di Eropa Selatan (Santorini di Yunani, Etna di Itali), di Jepang, di mana terdapat zona penenggelaman lempeng (yang menimbulkan gempa bumi Kobe), di mid-Atlantik dan Samudera Pasifik (pulau-pulau vulkanik dan gunung berapi bawah laut di pegunungan dasar laut) dan di Afrika Timur (Kilimanjaro) di mana terdapat satu pergeseran benua dan proses penciptaan samudera yang baru.

Para penambang sangat akrab dengan kenyataan bahwa suhu kerak bumi meningkat sejalan dengan semakin dalam mereka menggali. Sumber utama dari panas yang luar biasa ini, yang bertanggung jawab untuk segala proses yang terjadi di perut bumi adalah energi panas yang dilepaskan oleh peluruhan unsur-unsur radioaktif. Unsur-unsur yang mengandung isotop (atom dari unsur yang sama tapi dengan berat yang berbeda), yang sebagian di antaranya adalah radioaktif - yaitu, mereka tidak stabil dan meluruh sejalan dengan waktu - menghasilkan panas yang semakin tinggi dan isotop-isotop yang lebih stabil. Proses reaksi yang terus-menerus ini hanya terjadi dengan kecepatan yang amat rendah. Isotop-isotop itu telah meluruh sejak terbentuknya bumi, ketika mereka berjumlah jauh lebih banyak daripada sekarang. Dengan demikian, produksi panas dan aliran panas seharusnya jauh lebih tinggi di masa lalu, mungkin dua atau tiga kali lebih tinggi selama periode Archaean ketimbang sekarang.

Perbatasan Archaean-Proterozoik juga memiliki makna yang sangat penting, merupakan sebuah lompatan kualitatif. Bukan hanya kita mendapati satu kemunculan makhluk hidup yang pertama, tapi juga perubahan krusial pada massa-daratan - dari banyak lempeng benua yang kecil-kecil di masa Archaean, dengan tumburan-tumburan antar lempeng yang kerap terjadi, menuju pembentukan lempeng-lempeng yang lebih tebal, lebih besar dan lebih stabil semasa Proterozoik. Massa benua yang besar ini adalah hasil agregasi dari banyak lempeng proto-benua yang kecil-kecil. Ini adalah masa-masa pembangunan banyak pegunungan, di mana dua episode besar dapat dilihat dengan jelas - 1,8 milyar dan 1 milyar tahun yang lalu. Sisa-sisa dari kedua peristiwa yang maha dahsyat ini, di mana batuan dimetamorfosis berkali-kali, dirusak dan dibentuk kembali, dapat dilihat saat ini di Kanada Selatan dan Norwegia Timur Laut.

Teori uniformitarianisme yang gradualis itu, yang awalnya diajukan oleh Hutton di tahun 1778, tidak dapat diterapkan sama sekali pada sejarah awal bumi ini, semua bukti yang tersedia menunjukkan bahwa lempeng tektonik modern mulai terbentuk di awal Proteozoik, sementara varian-varian awal dari proses lempeng tektonik kelihatannya hanya bekerja pada masa Archaean. Lebih dari 80% dari lempeng benua yang sekarang diciptakan sebelum akhir masa Proterozoik. Lempeng tektonik adalah faktor penentu dalam seluruh proses ini. Pembangunan pegunungan, gempa bumi, gunung berapi dan metamorfosa batuan adalah proses-proses yang saling berhubungan, yang satu tergantung dari yang lain, semua saling menentukan, mempengaruhi, menyebabkan atau disebabkan oleh yang lain, dan seluruhnya, merupakan penyusun dari evolusi bumi.

[i] P. Westbroek, *Life as a Geological Force*, p. 71.

[ii] Engels, *The Dialectics of Nature*, p. 39, catatan kaki.

[iii] Westbroek, op. cit., pp. 71-2.

[iv] Ibid., p. 84.

[v] Engels, *Dialectics of Nature*, edisi 1946, p. 163 dan p. 162.

Bab 11. Bagaimana Kehidupan Tumbuh Oparin dan Engels

"Apa yang tidak kita ketahui hari ini akan kita ketahui esok." Pernyataan bersahaja ini mendasari kesimpulan dari sebuah paper ilmiah tentang *Origin of Life* yang ditulis oleh ahli biologi Rusia, Aleksandr Ivanovich Oparin, di tahun 1924. Itu adalah pertama kalinya dilakukan satu apresiasi modern terhadap persoalan ini, dan dibukanya satu bab baru tentang pemahaman terhadap kehidupan. Bukan satu kebetulan bahwa, sebagai seorang materialis dan seorang ahli dialektika, Oparin mendekati persoalan ini dari sebuah perspektif yang orisinal. Ini adalah langkah awal yang berani, pada menyingsingnya fajar biokimia dan biologi molekuler, yang didukung juga secara terpisah oleh sumbangan dari ahli biologi Inggris J. B. S. Haldane - yang juga seorang materialis - di tahun 1929. Karya ini menghasilkan hipotesis Oparin-Haldane, di mana pemahaman berikutnya tentang kehidupan didasarkan. "Di dalamnya," tulis Asimov, "masalah tentang asal-muasal kehidupan dibahas secara rinci dari sudut pandang yang murni materialistik. Karena Uni Sovyet tidak dihinggapi dengan tahyul-tahyul keagamaan yang mengikat negeri-negeri Barat, hal ini, mungkin, bukanlah sesuatu yang mengejutkan."^[1]

Oparin selalu mengakui hutang-budinya pada Engels, dan sama sekali tidak mencoba menutupi posisi filsafatnya:

"Masalah (tentang asal-muasal kehidupan) ini telah selalu menjadi fokus dari konflik yang tajam antara dua aliran filsafat yang tak terdamaikan - konflik antara materialisme dan idealisme," tulis Oparin.

"Satu prospek yang sama sekali berbeda terbentang di hadapan kita jika kita mencoba mendekati sebuah penyelesaian secara dialektik bukannya secara metafisik, berdasarkan satu telaah atas perubahan yang berlangsung beruntun pada materi yang mendahului kemunculan kehidupan, dan yang membawa pada kemunculan kehidupan itu. Materi tidak pernah berada dalam keadaan diam, selalu bergerak dan berkembang dan dalam perkembangan ini ia berubah dari bentuk gerak yang satu ke bentuk yang lain dan yang lain lagi, setiap kali selalu bertambah rumit dan serasi daripada yang terdahulu. Maka kemunculan kehidupan secara khusus adalah bentuk yang sangat rumit dari pergerakan materi, muncul sebagai satu ciri baru pada tahapan tertentu dalam perkembangan umum materi.

"Sejak akhir abad lalu Frederick Engels telah menunjukkan bahwa satu telaah tentang sejarah perkembangan materi sejauh ini adalah garis yang paling memberi harapan untuk mendekati satu penyelesaian terhadap masalah asal-muasal kehidupan. Walau demikian ide-ide Engels masih belum tercermin dalam cakupan yang cukup luas dalam pemikiran ilmiah di jamannya."

Engels pada dasarnya tepat ketika ia menggambarkan kehidupan sebagai cara pergerakan protein. Namun, sekarang kita dapat menambahkan bahwa kehidupan adalah satu fungsi dari reaksi timbal-balik antara asam nukleat dan protein. Seperti yang dijelaskan Oparin,

"F. Engels, sejalan dengan para ahli biologi di jamannya, sering menggunakan istilah 'protoplasma' dan 'zat-zat albumen'. Maka, 'protein' yang disebut Engels tidaklah boleh disamakan dengan zat-zat yang secara kimia berbeda, yang kini telah berhasil secara perlahan kita isolasi dari makhluk hidup, tidak juga dengan campuran-campuran yang disusun oleh protein murni. Walau demikian Engels telah berada beberapa langkah di depan jamannya ketika, dalam pembahasannya tentang protein, ia dengan khusus menekankan aspek kimiawi dari materi dan menekankan pentingnya protein dalam metabolisme, bahwa bentuk pergerakan materi adalah ciri dari kehidupan."

"Baru sekarang kita mulai dapat mengapresiasi nilai dari pemahaman ilmiah Engels yang luar biasa. Kemajuan dalam telaah kimia atas protein yang kini sedang berlangsung akan memungkinkan kita mencirikan protein sebagai senyawa-senyawa kimia individual, sebagai polimer asam amino yang memiliki struktur yang teramat khusus."^[ii]

J. D. Bernal menawarkan satu alternatif atas definisi Engels tentang kehidupan sebagai "satu perwujudan-diri dari potensialitas keadaan elektron yang parsial, bersinambung, progresif, multi-bentuk dan interaktif-kondisional."^[iii]

Sekalipun hipotesis Oparin-Haldane meletakkan basis bagi satu telaah atas asal-muasal kehidupan, sebagai satu cabang ilmu, jauh lebih tepat untuk menempatkannya pada revolusi dalam bidang biologi di pertengahan abad ke-20. Teori-teori mengenai asal-usul kehidupan sangatlah spekulatif. Tidak ada jejak tentang ini dalam catatan fosil. Kita berurusan di sini dengan bentuk kehidupan yang paling sederhana dan mendasar yang dapat kita bayangkan, bentuk-bentuk peralihan yang sama sekali tidak mirip dengan ide tentang makhluk hidup yang kita kenal sekarang tapi yang, bagaimanapun, tetap merupakan satu lompatan yang menentukan dari materi anorganik ke organik. Mungkin, seperti komentar Bernal, jauh lebih tepat untuk menyebutnya bukan sebagai asal-usul kehidupan, melainkan asal-usul proses kehidupan.

Engels menjelaskan bahwa revolusi Darwinian "menyurutkan jurang antara benda organik dan anorganik sampai ke tingkat minimum, tapi juga menghilangkan satu dari kesulitan yang paling hakiki yang sebelumnya menghalangi terbentuknya teori tentang kemunculan organisme. Konsepsi baru tentang alam ini lengkap dalam ciri-ciri utamanya; semua kekakuan telah diluluhkan, semua kekekalan diuraikan, semua partikularitas yang semula dianggap abadi kini menjadi sementara saja, seluruh alam ini ditunjukkan

sebagai sesuatu yang sedang bergerak dalam fluktuasi dan gerak siklik yang abadi."^[iv] Penemuan-penemuan ilmiah sejak baris-baris ini dituliskan telah memperkuat doktrin yang revolusioner ini.

Oparin menarik kesimpulan bahwa atmosfer awal yang dimiliki bumi berbeda secara radikal dengan apa yang ada sekarang. Ia mengajukan bahwa ciri atmosfer masa itu bukanlah oksigen, ciri dari atmosfer adalah reduksi bukan mengoksidasi. Oparin mengusulkan bahwa senyawa organik yang menjadi dasar kehidupan terbentuk secara spontan pada keadaan atmosfer yang demikian di bawah pengaruh ultraviolet dan radiasi dari matahari. Kesimpulan yang serupa dicapai secara terpisah oleh J. B. S. Haldane:

"Matahari mungkin bersinar lebih terang dibanding saat ini dan tidak ada oksigen di atmosfer, sinar ultra-violet dari matahari yang aktif secara kimiawi tidaklah, seperti sekarang, dihentikan sebagian besar daripadanya oleh ozon (satu bentuk khusus dari oksigen) di lapisan atmosfer yang paling atas, dan oksigen itu sendiri pada lapisan yang paling rendah. Sinar ultraviolet menembus permukaan daratan dan lautan, atau setidaknya awan. Kini, ketika ultraviolet bekerja pada satu campuran air, karbon dioksida dan amonia, sejumlah besar variasi zat organik terbentuk, termasuk gula dan nampaknya juga beberapa material yang menjadi penyusun protein."^[v]

Dalam bentuk yang lebih umum, Engels menunjuk pada arah yang tepat limapuluh tahun sebelumnya: "Jika, pada akhirnya, suhunya menjadi demikian setimbang sehingga pada satu wilayah permukaan yang cukup luas suhu itu setidaknya tidak melewati batas di mana protein dapat hidup, maka, jika semua kondisi kimia lainnya memungkinkan, protoplasma hidup akan terbentuk." Ia melanjutkan, "Ribuan tahun mungkin telah berlalu sebelum lahir satu kondisi di mana kemajuan berikutnya dapat terjadi dan protein tak berbentuk ini menghasilkan sel pertama dengan pembentukan inti sel dan membran sel. Tapi sel-sel pertama ini juga menyediakan landasan bagi perkembangan morfologis dari seluruh dunia organik; yang pertama berkembang, jika kita boleh berasumsi berdasarkan seluruh analogi dari catatan paleontologis, adalah sejumlah besar protista non-selular dan selular...."^[vi] Sekalipun proses ini terjadi pada jangka waktu yang jauh lebih panjang, dugaan ini pada dasarnya tepat.

Seperti halnya ide-ide Engels diabaikan pada masanya oleh komunitas ilmiah, demikian juga ide-ide Oparin dan Haldane. Hanya baru-baru ini saja teori-teori ini mendapatkan penghargaan yang patut mereka sandang. Richard Dickerton menulis:

"Ide Haldane muncul dalam *Rationalist Annual* di tahun 1929, tapi ia hampir tidak menarik perhatian sama sekali. Lima tahun sebelumnya, Oparin telah menerbitkan satu monograf kecil yang mengajukan ide yang mirip mengenai asal-muasal kehidupan, juga tidak mendapat perhatian. Para ahli biokimia ortodoks terlalu yakin

bahwa Louis Pasteur telah menghapuskan teori spontanitas selama-lamanya, sehingga tidak lagi menganggap persoalan asal-usul kehidupan sebagai satu hal yang layak dibahas secara ilmiah. Mereka gagal mengapresiasi bahwa Haldane dan Oparin mengajukan hal yang sangat khusus; bukan bahwa kehidupan muncul dari materi tidak hidup yang sekarang ada (seperti yang dikatakan oleh teori spontanitas klasik, yang tidak lagi dapat dipertahankan setelah jaman Pasteur) melainkan bahwa kehidupan dulu ber-evolusi dari materi tidak hidup di bawah kondisi yang merajai bumi ketika pembentukannya dan dalam ketiadaan kompetisi dari organisme hidup lainnya."^[vii]

Bagaimana Kehidupan Muncul?

Tidak ada persoalan yang lebih penting bagi kita seperti pertanyaan bagaimana makhluk-mahluk yang berpikir dan berperasaan dan hidup muncul dari materi yang tidak hidup. Teka-teki ini telah memenuhi pikiran manusia sejak menyingsingnya kesadarannya, dan telah dijawab dengan berbagai cara. Kita dapat mengenali secara luas tiga macam kecenderungan:

Teori pertama - Tuhan menciptakan semua kehidupan, termasuk manusia.

Teori kedua - kehidupan muncul dari materi anorganik, secara spontan, seperti ulat muncul dari daging yang busuk, atau kumbang muncul dari tumpukan kotoran hewan (Aristoteles).

Teori ketiga - kehidupan muncul dari angkasa luar melalui meteorit, yang jatuh di bumi, kemudian berkembang.

Perubahan dari anorganik ke organik adalah sebuah pandangan yang umurnya masih relatif baru. Sebaliknya, teori pertumbuhan spontan - bahwa kehidupan muncul dari ketiadaan - memiliki sejarah yang panjang. Dari Mesir kuno, China, India dan Babilonia muncul kepercayaan akan pertumbuhan spontan. Ide ini terkandung dalam tulisan-tulisan dari orang-orang Yunani kuno. "Di sini ulat muncul dari kotoran hewan dan daging yang busuk, di situ kutu membentuk diri mereka dari keringat manusia, di sana kunang-kunang muncul dari api pembakaran jenazah, dan akhirnya, katak dan tikus berasal dari embun dan tanah yang lembab.... Bagi mereka pertumbuhan spontan adalah fakta yang jelas, empirik, yang basis teoritiknya merupakan hal yang sekunder," papar Oparin.^[viii] Kebanyakan dari ide ini diikat oleh legenda-legenda religius dan mitos-mitos. Sebaliknya, pendekatan yang dilakukan para filsuf Yunani awal bercirikan materialisme.

Pandangan idealis Plato-lah (yang dinyatakan juga oleh Aristoteles) yang menulari pertumbuhan spontan dengan kualitas supernatural dan kemudian

menjadi basis dari budaya ilmiah abad pertengahan dan mendominasi pemikiran orang selama berabad-abad. Materi tidak mengandung kehidupan tapi kehidupan dihembuskan ke dalamnya. Melalui aliran filsafat Yunani dan Romawi, ia dipinjam dan diperluas oleh gereja Kristen purba untuk mengembangkan paham mistik mereka tentang asal-muasal kehidupan. Santo Agustinus melihat satu campur-tangan ilahi dalam pertumbuhan spontan - pemberian hidup pada materi yang tidak hidup oleh "ruh yang menciptakan hidup". Seperti yang ditunjukkan Lenin, para skolastik dan klerik mengambil apa-apa yang mati dalam filsafat Aristoteles dan bukannya apa hidup di dalamnya. Ide ini kemudian dikembangkan oleh Thomas Aquinas sesuai dengan ajaran gereja Katolik. Sudut pandang yang mirip dimiliki pula oleh gereja-gereja Timur. Uskup Rostov, Dmitrii, di tahun 1708 menjelaskan bahwa Nuh tidak memuat hewan-hewan yang sanggup mengadakan pertumbuhan spontan di dalam bahteranya: "Semua hewan ini tewas di dalam Air Bah dan setelah Air Bah berlalu mereka muncul lagi dalam awal yang baru." Inilah kepercayaan dominan dalam masyarakat Barat sampai pertengahan abad ke-19.

T. H. Huxley, ilmuwan besar itu, dalam kuliahnya di Edinburg di tahun 1868 dengan jelas menguraikan bahwa seluruh bentuk kehidupan memiliki dasar yang sama: protoplasma. Ia menegaskan bahwa hal ini secara fungsional, formal dan substansial sama di seluruh bentuk kehidupan. Dalam fungsi, semua organisme menunjukkan pergerakan, pertumbuhan, metabolisme dan reproduksi. Dalam bentuknya mereka terdiri dari sel-sel yang memiliki inti sel; dan dalam substansi, mereka semua terdiri dari protein, satu senyawa kimia dari karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Secara grafis, ini menunjukkan satu kesatuan yang mendasari seluruh kehidupan.

Ilmuwan Perancis Louis Pasteur, bapak mikrobiologi, dalam serangkaian percobaan akhirnya menghancurkan teori pertumbuhan spontan. "Kehidupan hanya dapat datang dari kehidupan," katanya. Penemuan Pasteur merupakan satu pukulan berat bagi paham ortodoks tentang pertumbuhan spontan. Kemenangan lebih lanjut dari teori evolusi Darwin memaksa kaum vitalis (penganut ide "ruh kehidupan") untuk mencari asal-muasal kehidupan dengan cara lain. Sejak saat itu, pembelaan mereka atas idealisme datang melalui argumen tentang kemustahilan bagi kita untuk memahami gejala ini berdasarkan materialisme.

Sejak 1907, dalam sebuah buku berjudul *Worlds in the Making*, ahli kimia Swedia Svente Arrhenius mengajukan teori panspermia, yang menyimpulkan bahwa jika kehidupan tidak muncul secara spontan di bumi, maka ia harus diimpor dari planet lain. Ia menggambarkan spora yang mengembara di ruang angkasa untuk "membuahi" kehidupan di planet-planet. Tapi spora hidup yang masuk ke bumi, misalnya melalui meteorit, pastilah terbakar habis di atmosfer. Untuk menangkis kritisisme ini, Arrhenius mengeluarkan argumen bahwa kehidupan pastilah kekal, dan tidak memiliki asal-usul. Tapi pengamatan telah menyangkal teori ini. Telah ditunjukkan bahwa keberadaan sinar ultraviolet di angkasa akan dengan cepat menghancurkan tiap spora bakteri. Contohnya, mikroorganisme yang telah terkenal kebandelannya dimuatkan ke dalam kapsul antariksa *Gemini 9* di tahun 1966 dan dibiarkan diterjang oleh radiasi dari antariksa. Mereka hanya bertahan enam jam. Dalam teori yang lebih mutakhir, Fred Hoyle berpendapat bahwa kehidupan dibawa ke bumi dalam ekor komet-komet. Ide ini telah diperbaharui oleh Francis Crick dan Leslie Orgen yang mengusulkan bahwa bumi itu sendiri mungkin telah dengan sengaja ditebahi kehidupan oleh satu makhluk cerdas dari angkasa luar! Tapi teori-teori ini benar-benar tidak menyelesaikan masalah apapun. Bahkan jika kita menerima bahwa kehidupan di bumi datang dari planet lain, jawaban itu tetap tidak menjawab bagaimana kehidupan muncul tapi sekedar memundurkannya beberapa tahap ke belakang - ke satu planet asal yang hipotetis.

Tidaklah perlu kita bepergian ke luar angkasa untuk mencari penjelasan rasional tentang asal-usul kehidupan. Asal-usulnya dapat ditemukan dalam proses-proses yang bekerja di alam di planet kita sendiri selama tiga setengah milyar tahun, pada kondisi-kondisi yang sangat khusus. Proses ini tidak dapat diulang, karena organisme baru itu tentu akan ditentukan nasibnya oleh organisme hidup yang telah lebih dahulu ada, dan yang akan segera menghabisi keberadaan mereka. Kehidupan hanya dapat muncul di sebuah planet di mana tidak ada kehidupan, dan juga ketika hanya ada sedikit oksigen, karena oksigen akan bergabung dengan senyawa yang diperlukan untuk membangun kehidupan, dan oksigen akan memecah senyawa-senyawa itu dalam proses oksidasi. Atmosfir bumi pada saat itu terutama terdiri dari metana, amonia dan uap air. Percobaan di laboratorium telah menunjukkan bahwa campuran dari air, amonia metana dan hidrogen, yang dikenai radiasi ultraviolet akan menghasilkan dua macam asam amino sederhana, dan jejak-jejak dari asam amino yang lebih kompleks. Di akhir 1960-an, molekul-molekul kompleks ditemukan terdapat dalam awan gas di angkasa luar. Maka sangat mungkin bahwa bahkan pada tahap yang sangat awal

dari pembentukan bumi, kemunculan kehidupan, atau sesuatu yang sangat dekat dengan kehidupan, telah hadir dalam bentuk asam-amino. Percobaan yang lebih mutakhir telah membuktikan tanpa keraguan lagi bahwa protein dan asam nukleat yang menjadi dasar semua kehidupan dapat muncul dari perubahan kimia dan fisika yang normalnya terjadi dalam "sup" primordial itu.

Menurut Bernal, kesatuan kehidupan adalah bagian dari sejarah kehidupan dan, sebagai akibatnya, terlibat pula dalam pembentukannya. Semua gejala biologis dilahirkan, berkembang dan mati sesuai dengan hukum-hukum fisiknya. Biokimia telah menunjukkan bahwa semua kehidupan di bumi ini sesungguhnya sama pada tingkat kimiawinya. Sekalipun terdapat sejumlah besar variasi antar spesies, mekanisme dasar dari enzim, ko-enzim dan asam nukleat muncul di manapun. Pada saat yang bersamaan, ia membentuk satu himpunan partikel-partikel identik yang menyatukan diri mereka melalui prinsip penyusunan-diri dalam struktur-struktur yang teramat rumit.

Kelahiran Kehidupan yang Revolusioner

Kini telah semakin jelas bahwa bumi di tahap-tahap awalnya tidaklah bekerja dengan cara yang sama dengan apa yang nampak saat ini. Susunan atmosfer, iklim, dan kehidupan itu sendiri, berkembang melalui proses yang meletup-letup, melibatkan lompatan-lompatan mendadak, dan segala jenis transformasi, termasuk kemunduran-kemunduran (retrogres). Evolusi bumi dan kehidupan itu sendiri sangat jauh dari sebuah garis yang lurus, melainkan penuh dengan kontradiksi. Masa-masa awal dari sejarah bumi, yang dikenal sebagai *Archaean*, berlangsung sampai 1,8 milyar tahun lalu. Pada awalnya, atmosfer terutama mengandung karbon dioksida, amonia, air dan nitrogen, tapi tidak ada oksigen bebas. Sebelum tahap ini bumi tidak mengandung satupun kehidupan. Jadi, bagaimana kehidupan muncul?

Seperti yang telah kita lihat, sampai awal abad ke-20, para ahli geologi percaya bahwa bumi memiliki sejarah yang amat pendek. Hanya secara perlahan persoalan menjadi jelas bahwa planet ini memiliki sejarah yang jauh lebih panjang, dan terlebih lagi, merupakan sejarah yang dicirikan oleh perubahan yang berlangsung terus-menerus dan kadang kala penuh gejolak. Kita melihat gejala yang mirip dalam hubungannya dengan perkiraan usia tata-surya, yang ternyata jauh lebih tua dari apa yang sebelumnya pernah diperkirakan. Cukuplah bagi kita untuk mengatakan bahwa kemajuan-kemajuan dalam teknologi setelah Perang Dunia II, khususnya penemuan jam nukir, menyediakan dasar untuk

pengukuran-pengukuran yang jauh lebih akurat, yang melahirkan satu lompatan besar dalam pemahaman kita tentang evolusi dari planet kita sendiri.

Kini kita dapat mengatakan bahwa bumi menjadi satu planet yang padat lebih dari 4,5 milyar tahun lalu. Untuk pemikiran sehari-hari, ini kelihatannya merupakan waktu yang sangat lama. Namun, ketika kita berurusan dengan waktu geologis, kita memasuki satu tata besaran yang sangat berbeda. Para ahli geologi terbiasa dengan besaran jutaan dan milyaran tahun, seperti kita berpikir tentang jam, hari dan minggu. Sangat perlu untuk menciptakan satu skala-waktu yang berbeda, yang sanggup mencakup jangka waktu yang demikian panjang. Inilah tahap awal dari sejarah bumi, namun masa-masa yang penuh gejolak ini adalah tidak kurang dari 88% dari seluruh sejarah yang telah dilewati bumi. Bila dibandingkan dengan hal ini, seluruh sejarah umat manusia sejauh ini tidaklah lebih dari sekejap mata saja. Sayangnya, terputus-putusnya bukti dari masa-masa itu telah menghalangi kita untuk mendapatkan satu gambar yang lebih rinci tentang proses yang terjadi.

Untuk memahami asal-usul kehidupan, sangat perlu untuk mengetahui komposisi awal lingkungan dan atmosfer bumi. Dengan memandang satu skenario yang paling mungkin bahwa bumi dibentuk dari awan debu bintang, komposisi awalnya seharusnya adalah terutama hidrogen dan helium. Saat ini bumi mengandung sejumlah besar unsur-unsur yang lebih berat seperti oksigen dan besi. Sesungguhnya, bumi mengandung sekitar 80% nitrogen dan kira-kira 20% oksigen. Alasan untuk ini adalah bahwa hidrogen dan helium yang lebih ringan telah lolos dari atmosfer bumi karena tarikan gravitasi tidak cukup kuat untuk menahan mereka. Planet-planet dengan gravitasi yang lebih besar, seperti Jupiter dan Saturnus, telah menahan hidrogen dan helium di dalam atmosfer mereka yang sangat rapat itu. Sebaliknya, bulan kita yang jauh lebih kecil itu, dengan gravitasi yang malah lebih kecil lagi, telah kehilangan seluruh atmosfernya.

Gas-gas vulkanik yang terbentuk dalam atmosfer purba pastilah mengandung air, bersama metana dan amonia. Orang menduga bahwa gas-gas ini dilepaskan dari dalam bumi. Akhirnya gas-gas ini menjenuhkan atmosfer dan menghasilkan hujan. Dengan mendinginnya permukaan bumi, danau-danau dan lautan mulai terbentuk. Orang kini percaya bahwa lautan purba ini mengandung semacam "sup" pre-biotik [pendahulu kehidupan], di mana unsur-unsur kimia yang ada, di bawah hantaman sinar ultraviolet dari matahari, bersintesa untuk menghasilkan

senyawa-senyawa nitrogren-organik yang kompleks, seperti asam amino. Efek dari ultraviolet ini dimungkinkan oleh ketiadaan ozon di atmosfer. Inilah basis bagi hipotesis Oparin-Haldane.

Semua kehidupan diorganisasikan ke dalam sel-sel, kecuali virus. Bahkan sel-sel yang paling sederhana adalah gejala yang sangat kompleks. Teori standard yang sekarang diterima adalah bahwa panas dari bumi sendiri seharusnya cukup untuk terbentuknya senyawa kompleks dari senyawa yang sederhana. Bentuk-bentuk kehidupan yang sederhana sanggup menyimpan energi yang diambil dari radiasi ultraviolet matahari. Namun, perubahan yang terjadi dalam komposisi atmosfer telah memblokir pasokan ultraviolet ini. Agregat-agregat tertentu, yang telah mengembangkan senyawa yang dikenal sebagai klorofil, mampu menggunakan cahaya tampak yang menembus lapisan ozon, yang ultraviolet tidak sanggup menembusnya. Ganggang-ganggang purba mengkonsumsi karbon dioksida dan mengeluarkan oksigen, yang membawa pada pembentukan atmosfer kita yang sekarang.

Di seluruh jalannya sejarah waktu geologis, kita dapat mengamati kesalingtergantungan dialektik dari aktivitas atmosfer dan biosfir. Di satu pihak, kebanyakan dari oksigen bebas yang kini terdapat di atmosfer adalah hasil dari aktivitas biologis (melalui proses fotosintesis di dalam tumbuhan). Di pihak lain, perubahan dalam komposisi atmosfer, khususnya peningkatan dalam jumlah oksigen bebas, memicu inovasi-inovasi besar secara biologis, yang memungkinkan bentuk-bentuk kehidupan yang baru untuk muncul dan berkembang biak.

Bagaimana sel hidup pertama muncul dari sup asam amino purba dan molekul-molekul sederhana sekitar empat milyar tahun lalu? Teori standard, yang dinyatakan di tahun 1953 oleh ahli kimia pemenang Hadiah Nobel, Harold Urey dan Stanley Miller, adalah bahwa kehidupan muncul secara spontan dari atmosfer purba yang terdiri dari metana, amonia dan lain-lain bahan kimia, yang diaktivasi oleh kilatan petir. Reaksi-reaksi kimia lanjutan akan memungkinkan senyawa kehidupan yang sederhana untuk berkembang menjadi molekul-molekul yang semakin kompleks, yang akhirnya menghasilkan struktur *double-helix* DNA, atau pita tunggal RNA, keduanya adalah penguasa proses reproduksi. Peluang bahwa kejadian ini dapat terjadi karena kebetulan sangatlah menakjubkan, seperti yang sering ditunjukkan oleh para penganut teori Penciptaan, jika asal-usul kehidupan adalah kejadian acak, maka para penganut

teori Penciptaan akan sangat bergembira karenanya. Itu mukjizat, tidak bisa lain! Struktur dasar kehidupan dan aktivitas genetik secara umum tergantung dari molekul-molekul yang teramat kompleks dan canggih - DNA dan RNA. Untuk membuat satu molekul protein tunggal akan diperlukan untuk menggabungkan beberapa ratus asam amino dengan urutan yang akurat. Ini adalah tugas yang amat berat, bahkan di laboratorium yang memiliki peralatan paling mutakhirpun. Peluang hal ini terjadi secara kebetulan dalam sebuah kolam yang panas akan demikian kecilnya.

Permasalahan ini telah didekati akhir-akhir ini dari sudut pandang kompleksitas, satu cabang dari teori *chaos*. Stuart Kauffman, dalam karyanya tentang genetika dan kompleksitas, mengajukan satu kemungkinan bahwa sejenis kehidupan muncul sebagai hasil dari kemunculan keteraturan secara spontan dari kekacauan molekular, melalui bekerjanya hukum-hukum fisika dan kimia. Jika sup purba itu cukup kaya dengan asam amino, tidaklah perlu untuk menunggu satu reaksi acak. Satu jaring-jaring reaksi yang sanggup memperkuat dirinya sendiri dapat terbentuk dari senyawa-senyawa dalam sup itu.

Dengan bantuan katalis berbagai molekul dapat berinteraksi dan berfusi satu sama lain untuk membentuk apa yang disebut Kauffman sebagai "himpunan yang sanggup mengkatalisasi diri sendiri" [*autocatalytic set*]. Dengan cara ini, keteraturan yang muncul dari kekacauan molekular akan mewujudkan dirinya dalam sebuah sistem yang bertumbuh. Ini bukanlah kehidupan seperti yang kita kenal saat ini. Ia tidak memiliki DNA, kode genetik, dan membran sel. Tapi ia dapat menunjukkan beberapa ciri yang mirip dengan ciri makhluk hidup. Contohnya, ia dapat bertumbuh. Ia akan memiliki sejenis metabolisme - menyerap satu pasokan "pangan" yang terdiri dari molekul-molekul asam amino dan lain-lain senyawa sederhana, menambahkan senyawa-senyawa ini pada dirinya sendiri. Itu adalah satu bentuk reproduksi yang primitif, yang memperbesar diri sendiri untuk menyebar ke daerah yang lebih luas. Ide ini, yang merupakan satu contoh dari lompatan kualitatif, atau "fase peralihan" dalam bahasa kompleksitas akan berarti bahwa kehidupan tidaklah muncul sebagai sebuah peristiwa acak, tapi sebagai hasil dari kecenderungan inheren di alam untuk semakin menaikkan tingkat pengorganisasian.

Organisme hewani yang pertama adalah sela-sela yang sanggup menyerap energi yang disimpan dalam sel-sel tumbuhan. Atmosfir yang berubah, lenyapnya radiasi ultraviolet, dan kehadiran bentuk-bentuk kehidupan yang sudah lebih dulu ada menghapuskan kemungkinan munculnya satu bentuk kehidupan lain di bumi, kecuali jika ia dihasilkan secara rekayasa di dalam laboratorium.

Ketiadaan pesaing atau predator di lautan purba menyebabkan senyawa-senyawa asali ini dapat menyebar dengan cepat. Pada tahap tertentu akan terdapat satu lompatan kualitatif dengan pembentukan molekul asam nukleat yang sanggup mereproduksi dirinya sendiri: satu organisme hidup. Dengan cara ini, materi organik muncul dari materi anorganik. Secara perlahan, selama jutaan tahun, mutasi akan mulai muncul, yang akhirnya menghasilkan bentuk-bentuk kehidupan yang lain.

Maka kita dapat sampai pada umur minimum bagi bumi. Salah satu rintangan bagi evolusi kehidupan di bumi seperti yang kita kenal adalah ketiadaan satu lapisan ozon di bagian atas atmosfer purba, di masa Archaean. Hal ini memungkinkan satu penetrasi permukaan lautan oleh radiasi universal, termasuk sinar ultraviolet, yang sanggup melumpuhkan molekul DNA. Organisme primitif yang pertama - sel-sel prokariotik - berbentuk sel tunggal, tapi tidak memiliki inti sel dan tidak sanggup melakukan pembelahan sel. Namun, mereka relatif tahan terhadap radiasi ultraviolet, atau bahkan, menurut satu teori, tergantung pada radiasi itu. Organisme ini adalah bentuk yang dominan di bumi selama kurang lebih 2,4 milyar tahun.

Mahluk-mahluk prokariotik bersel tunggal ini bereproduksi secara aseksual melalui pembelahan dan penyatuan. Secara umum, reproduksi aseksual menghasilkan salinan yang identik kecuali terjadi mutasi, satu hal yang jarang. Hal ini menjelaskan lambatnya perubahan evolusioner pada masa ini. Namun, kemunculan sel-sel yang berinti (eukariota) melahirkan satu kemungkinan untuk kompleksitas yang lebih tinggi. Sangat mungkin bahwa evolusi eukariota muncul dari satu koloni prokariota. Contohnya, beberapa prokariota modern dapat menyerbu dan hidup sebagai komponen di dalam satu sel eukariota. Beberapa organela eukariota memiliki DNA-nya sendiri, yang tentunya adalah sisa-sisa dari jaman ketika mereka memiliki keberadaan yang terpisah dari induk selnya. Kehidupan itu sendiri memiliki ciri-ciri mendasar, termasuk metabolisme (total dari perubahan kimiawi yang terjadi dalam satu organisme) dan reproduksi. Jika kita menerima adanya satu kesinambungan dalam proses-proses alam, organisme yang paling sederhana yang ada saat ini harusnya telah ber-evolusi dari proses yang sebelumnya lebih sederhana dan lebih sederhana lagi. Lebih jauh, basis material bagi kehidupan adalah unsur-unsur yang paling banyak terdapat di jagad raya: hidrogen, karbon, oksigen dan nitrogen.

Sekali kehidupan muncul, ia sendiri mengandung satu rintangan yang mencegah kemunculan bentuk kehidupan lain di masa mendatang. Oksigen molekular, satu produk-samping dari kehidupan, muncul dari proses fotosintesis (di mana cahaya diubah menjadi energi). "Kehidupan yang kita miliki di bumi saat ini, sesungguhnya, terbagi ke dalam dua golongan besar yang telah lama dikenal oleh umat manusia - hewan yang bernafas dengan oksigen dan tumbuhan yang berfotosintesis atau hidup dari cahaya," papar Bernal. "Hewan dapat hidup di tempat gelap, tapi mereka membutuhkan udara untuk bernafas, baik udara bebas maupun yang terlarut di dalam air. Tumbuhan tidak membutuhkan oksigen - bahkan mereka menghasilkan oksigen di siang hari - tapi mereka tidak dapat hidup dan bertumbuh lama di tempat gelap. Yang mana, kalau demikian, yang muncul terlebih dahulu? Atau apakah ada bentuk kehidupan lain yang mendahului mereka? Alternatifnya kini nampak sangat pasti. Telaah yang teliti atas sejarah kehidupan, anatomi internal sel dan metabolisme baik dari tumbuhan maupun hewan menunjukkan bahwa mereka berkembang dari spesialisasi yang berbeda dari beberapa zoo-fit. Zoo-fit pastilah mirip dengan beberapa bakteri yang ada saat ini yang dapat sekaligus menjalankan fungsi tumbuhan dan hewan, dan bekerja baik sebagai agen oksidasi maupun fotosintetik."^[ix]

Bentuk-bentuk Kehidupan Awal

Fakta bahwa kromosom dari semua organisme hidup, dari bakteri sampai manusia, sangatlah mirip dalam komposisinya sangatlah mengejutkan. Semua gen dibuat dari jenis zat yang sama secara kimia - nukleoprotein. Hal ini juga berlaku untuk virus, makhluk hidup paling sederhana yang diketahui, yang berada pada ambang kehidupan dan ketidakhidupan. Komposisi kimia dari nukleoprotein memungkinkan satu entitas molekular untuk mereproduksi diri sendiri, satu ciri dasar kehidupan, baik pada gen maupun pada virus.

Engels menunjukkan bahwa evolusi kehidupan tidaklah dapat dipahami tanpa semua jenis bentuk peralihan:

"Garis-garis yang tebal dan tegas tidaklah sesuai untuk teori evolusi. Bahkan batasan antara makhluk bertulang belakang dengan yang tidak bertulang belakang tidak lagi kaku, seperti makin tipisnya batas antara ikan dan amfibi, sementara batas antara burung dan reptil semakin menipis dari hari ke hari. Antara *Compsognathus* dan *Archaeopteryx* hanya dibutuhkan beberapa rantai antara saja, dan paruh burung yang masih bergigi muncul di mana-mana di kedua belahan dunia. 'Atau ini, ... atau itu' menjadi semakin lama semakin tidak cukup. Di antara hewan-hewan yang tingkatannya lebih rendah konsep tentang individu tidak dapat ditandai dengan tajam. Bukan

hanya kita tidak dapat menunjuk satu hewan sebagai sebuah individu atau koloni, tapi juga di mana dalam perkembangannya satu individu berhenti mengada dan yang lain muncul menggantikannya.

"Pada satu tahap dalam pandangan kita terhadap alam di mana semua perbedaan melebur dalam langkah-langkah antara, dan semua yang bertentangan saling bertukar melalui rantai perantara, metode berpikir lama yang metafisik tidaklah lagi mencukupi. Dialektika, yang sama sekali tidak mengenal garis-garis yang tebal dan tegas, tidak mengenal keadaan tanpa kondisionalitas, tidak mengenal 'atau ini ... atau itu' yang sah secara universal dan merupakan jembatan antara perbedaan-perbedaan metafisik yang tidak mengenal perubahan itu, dan selain 'atau ini... atau itu' mengakui pula tempat bagi 'baik ini - maupun itu' dan mendamaikan segala yang bertentangan, adalah satu-satunya metode berpikir yang cocok secocok-cocoknya untuk tahapan ini. Tentu saja, untuk keperluan sehari-hari, untuk perubahan ilmiah yang kecil saja, kategori-kategori metafisik masih dapat mempertahankan kesahihannya."^[x]

Garis batas antara materi hidup dan tidak hidup, antara tumbuhan dan hewan, antara reptil dan mamalia, tidaklah ditarik demikian tegas seperti yang mungkin dikira orang. Virus, misalnya, membentuk satu kelas yang tidak dapat disebut hidup, kalau memakai pemahaman kita tentang hidup itu, tapi mereka jelas memiliki beberapa ciri pokok kehidupan. Seperti yang dinyatakan Ralph Buchsbaum:

"Virus adalah jenis protein terbesar yang pernah kita kenal, dan beberapa di antaranya telah terbentuk dalam bentuk kristalin murni. Bahkan setelah kristalisasi yang berulang-ulang, satu perlakuan yang tidak memungkinkan zat hidup untuk terus bertahan, virus kembali meneruskan aktivitasnya dan berkembang biak setelah ditempatkan kembali pada kondisi yang menguntungkannya. Walaupun belum ada yang berhasil membiakkan virus di luar materi hidup, jelas bahwa virus membantu menjembatani jurang yang tadinya dipikir ada di antara benda hidup dan tak hidup. Kita tidak lagi dapat mengatakan bahwa ada satu perbedaan yang tajam dan misterius antara yang hidup dan yang tidak hidup, tapi kelihatannya ada semacam transisi gradual di dalam kompleksitas.

"Jika kita membayangkan bahwa zat-zat pertama yang sanggup membiakkan diri sendiri adalah sesuatu yang mirip dengan virus, tidaklah sulit untuk menganggap bahwa satu agregasi dari protein-protein mirip virus dapat membawa kita pada perkembangan organisme mirip bakteri yang lebih besar, yang independen, yang menghasilkan makanan mereka sendiri dari zat-zat yang sederhana, dan menggunakan energi dari matahari.

"Tingkatan organisasi semacam itu dapatlah dibandingkan dengan bentuk-bentuk masa kini seperti bakteri independen, yang beberapa di antaranya menjalankan fotosintesis tanpa klorofil, melainkan menggunakan berbagai pigmen hijau atau ungu. Yang lain mendayagunakan energi yang diserap dari oksidasi nitrogen, sulfur atau besi. Bakteri-bakteri ini, misalnya, dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrat, atau hidrogen sulfida menjadi sulfat, dengan pelepasan energi yang dapat mereka gunakan untuk membentuk karbohidrat."^[xi]

Interval yang relatif singkat antara pembentukan planet dan pendinginan permukaan keraknya bermakna bahwa kemunculan kehidupan terjadi pada waktu yang sangat singkat pula. Stephen J. Gould menjelaskan bahwa "kehidupan, sekalipun sangat rumit, boleh jadi muncul dengan cepat, secepat dimungkinkan."^[xii] Fosil mikro yang berasal dari 3,4 milyar tahun lalu, seperti diharapkan, adalah sel-sel prokariotik - sel yang tidak mengandung inti sel (metanogen, bakteri, dan ganggang biru-hijau). Mereka dianggap sebagai bentuk kehidupan yang paling sederhana di bumi, sekalipun pada waktu inipun telah terdapat keragaman. Yang berarti bahwa antara 3,5 dan 3,8 milyar tahun lalu nenek-moyang semua makhluk muncul, bersama dengan bentuk-bentuk kehidupan lain yang kini telah punah.

Kalaupun ada, jumlah molekul oksigen di atmosfer masih teramat sedikit pada masa ini. Organisme yang ada saat itu tidak membutuhkan oksigen - sesungguhnya oksigen justru akan membunuh mereka. Mereka tumbuh dengan mengoksidasi hidrogen dan mereduksi karbon dioksida menjadi metana. Telah diajukan kemungkinan bahwa organisme-organisme ini mirip dengan sel-sel eosit yang kini menghuni kolam-kolam lava panas di puncak gunung-gunung berapi. Mereka mendapat energi bukan dari oksigen melainkan dari perubahan sulfur menjadi hidrogen sulfida.

"Kita dapat membayangkan," tulis Richard Dickerson, "bahwa sebelum sel-sel hidup ber-evolusi, lautan purba dipenuhi dengan droplet-droplet yang memiliki susunan kimia khusus yang bertahan untuk waktu yang lama sebelum mereka menghilang."

Ia melanjutkan:

"Tetes-tetes kecil ini yang, karena kebetulan, mengandung katalis yang sanggup menginduksi polimerisasi yang berguna akan bertahan lebih lama dari yang lain; kemungkinan bertahan akan ditentukan langsung oleh kompleksitas dan efektivitas dari 'metabolisme' mereka. Setelah berabad-abad akan terjadi seleksi kimiawi yang menyaring jenis droplet yang mengandung di dalam diri mereka satu kemampuan untuk mengambil molekul dan energi dari lingkungannya dan mengubah semua itu menjadi satu zat yang bukan hanya mendorong kelangsungan dari droplet induknya tapi juga pada droplet anaknya, yang merupakan hasil pembelahan induk ketika induk itu telah menjadi terlampau besar. Ini belumlah kehidupan, tapi sudah dekat sekali."^[xiii]

Karena kurangnya bukti-bukti dalam bentuk fosil, perlulah kita memeriksa organisasi dari sel modern untuk dapat mencari asal-usul mereka. Agar bentuk kehidupan yang paling sederhana dapat bereproduksi, satu aparatus genetik yang mengandung asam nukleat haruslah hadir. Jika sel adalah unit dasar kehidupan,

kita dapat hampir-hampir memastikan bahwa organisme asalnya mengandung asam nukleat atau polimer yang mirip dengannya. Bakteri, misalnya, tersusun dari satu sel tunggal dan sangat boleh jadi merupakan prototipe dari semua sel hidup.

Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) sedemikian kecilnya sehingga satu bilyun [satu dengan duabelas nol di belakangnya] selnya dapat dipadatkan ke dalam volume satu sentimeter kubik saja. Bakteri ini mengandung satu dinding sel, sebuah membran [kulit tipis], yang membungkus semua molekul yang penting bagi keberadaannya; ia juga menyaring dan menarik molekul-molekul yang berguna dari luar sel. Ia menjaga keseimbangan antara sel dan lingkungannya. Metabolisme utama dari sel itu terjadi di membran itu juga, di mana ratusan reaksi kimia terjadi, reaksi-reaksi yang menggunakan nutrisi dari lingkungan untuk keperluan pertumbuhan dan perkembangannya. Bakteri itu, *E. coli*, bereproduksi sekali tiap duapuluh menit. Transformasi yang unik di dalam sel ini dimungkinkan oleh sekelompok molekul yang disebut enzim. Inilah katalis yang mempercepat reaksi kimia tanpa dirinya sendiri ikut berubah di dalam proses tersebut. Mereka bekerja berulang-ulang, secara terus-menerus mengubah nutrisi menjadi berbagai produk.

Reproduksi adalah satu unsur yang hakiki dari kehidupan. Ketika pembelahan sel terjadi, satu himpunan sel-sel anak yang identik dihasilkan. Mekanisme untuk duplikasi ini, untuk membuat molekul protein baru yang memiliki susunan yang persis sama dengan sel induknya, disimpan dalam asam nukleat. Molekul-molekul ini bersifat unik dalam makna bahwa hanya mereka sendirilah, dengan bantuan dari beberapa enzim tertentu, yang sanggup mereproduksi diri mereka secara langsung. DNA (*deoxyribonucleic acid*) membawa semua informasi yang diperlukan untuk mengarahkan satu sintesa protein-protein baru. Namun, DNA tidak dapat langsung melakukan itu, tapi bekerja sebagai sebuah "*master copy*" yang disalin berulang-ulang ke dalam m-RNA (*messenger-ribonucleic acid*), m-RNA inilah yang membawa informasi tentang urutan itu pada sistem yang sedang bersintesa. Ini dikenal sebagai kode genetik. Asam nukleat tidak dapat bereplikasi tanpa enzim, dan enzim tidak dapat dibuat tanpa asam nukleat. Mereka pasti berkembang secara paralel. Sangat mungkin bahwa dalam "sup" purba itu, yang terdiri dari banyak unsur, telah terdapat sejenis RNA yang juga merupakan enzim, yang berkembang berdasarkan seleksi alam. Enzim-RNA ini bergabung untuk membentuk sebuah heliks, dan menjadi basis bagi terbentuknya RNA yang sanggup mereplikasi dirinya sendiri. Replikasi genetiknya bukannya tanpa kemungkinan kesalahan. Pada bakteri *E. coli*, tingkat

kesalahan ini adalah satu setiap 10 juta salinan basa. Selama jutaan generasi, kesalahan-kesalahan macam ini - mutasi - mungkin hanya memiliki efek yang kecil saja, tapi sebaliknya, dapat juga menyebabkan perubahan yang mendasar dalam organisme tersebut, dan berdasarkan seleksi alam, akan membawa kita pada pembentukan sebuah spesies baru.

Tahapan berikutnya dari evolusi organik adalah perkembangan dari polimer-polimer lain - kombinasi dari molekul - yang digabungkan menjadi satu. Satu struktur diperlukan untuk membungkus molekul-molekul: sebuah *membran selyang* semipermeabel [dapat ditembus oleh cairan dengan kekentalan tertentu saja]. Membran sel adalah struktur yang kompleks, yang berada dalam keadaan persis di perbatasan antara padat dan cair. Perubahan kecil dalam komposisi membran akan menghasilkan perubahan yang kualitatif, seperti yang dijelaskan oleh Chris Langton: "Sentuhlah ia sedikit saja, ubahlah sedikit saja komposisi kolesterolnya, ubahlah sedikit saja komposisi asam lemaknya, biarkan satu molekul protein terikat pada reseptor membran, dan Anda akan mendapati perubahan-perubahan besar, perubahan yang berguna secara biologis."^[xiv]

Fotosintesis dan Reproduksi Seksual

Seperti yang dapat dilihat dari apa yang telah terjadi, evolusi dari sebuah sel adalah satu tahap yang terhitung maju dari evolusi organik. Sejalan dengan semakin habisnya komponen yang terkandung dalam sup biotik, menjadi semakin perlu untuk mengembangkan satu material organik yang larut dalam air dari atmosfer. Dari fermentasi [peragian], bentuk metabolisme yang lebih sederhana tapi kurang efisien, langkah berikutnya adalah fotosintesis. Molekul klorofil yang khusus telah dikembangkan. Molekul ini memungkinkan organisme hidup untuk menangkap energi surya untuk keperluan sintesis molekul organik. Para pelaku fotosintesis yang pertama melemparkan dirinya jauh-jauh dari kompetisi untuk memperebutkan molekul berenergi tinggi yang jumlahnya semakin berkurang itu, dan menetapkan diri mereka sebagai produser-produser primer. Sekali proses fotosintesis tercapai, masa depan bagi kehidupan terjamin sudah. Segera setelah ia muncul dan menghasilkan cukup oksigen, pernafasanpun dimungkinkan. Sejalan dengan hukum seleksi alam, sekali fotosintesis dimulai, ia meninggalkan bekasnya pada semua makhluk hidup yang muncul sesudahnya, dan ia terbukti demikian sukses sehingga ia kemudian sanggup menghapuskan keberadaan semua bentuk kehidupan yang mendahuluinya.

Perkembangan ini merupakan satu lompatan kualitatif. Evolusi yang terjadi berikutnya menuju bentuk-bentuk yang lebih kompleks adalah sebuah proses berkepanjangan yang akhirnya akan melahirkan satu cabang kehidupan yang baru, sel yang berinti. Pada puncak pohon evolusi eukariotik, beberapa cabang muncul secara bersamaan, seperti tumbuhan, hewan dan jamur. Menurut ahli biologi molekuler Amerika, Mitchell Sogin, jumlah oksigen mempengaruhi kecepatan evolusi. Komposisi dari batuan purba menunjukkan bahwa oksigen di atmosfer bertambah dalam tahapan-tahapan yang saling dapat dibedakan, yang dipisahkan oleh masa-masa stabilitas yang berlangsung untuk waktu yang lama. Beberapa ahli biologi percaya bahwa ledakan kehidupan boleh jadi dipicu oleh oksigen ketika jumlahnya mencapai tingkatan tertentu.

Sel berinti - *eukariota* - telah dengan sempurna beradaptasi terhadap oksigen dan menunjukkan variasi yang kecil saja di antara mereka. Kemunculan dari bentuk kehidupan baru yang revolusioner ini mengizinkan reproduksi seksual yang maju, yang pada gilirannya, mempercepat laju evolusi. Sementara prokariota terdiri dari hanya dua kelompok organisme, bakteri dan ganggang biru-hijau (yang terakhir disebut ini menghasilkan oksigen melalui fotosintesis), eukariota terdiri dari segala tumbuhan hijau, semua hewan dan jamur. Reproduksi seksual merupakan satu lompatan kualitatif besar ke depan. Hal ini menuntut dibungkusnya semua material genetik di dalam inti sel. Reproduksi seksual juga memungkinkan percampuran gen antara dua sel, peluang variasinya menjadi jauh lebih besar. Dalam reproduksi, kromosom dari sel-sel eukariotik bergabung untuk menghasilkan sel-sel baru. Seleksi alam berfungsi untuk memelihara variasi genetik yang menguntungkan di dalam pool genetik.

Salah satu aspek kunci kehidupan adalah reproduksi. Semua hewan dan tumbuhan memiliki struktur dasar yang sama. Reproduksi dan pelanjutan ciri-ciri induk (hereditas) terjadi melalui persatuan sel-sel seksual, telur dan sperma. Material genetik DNA yang merupakan saluran bagi peralihan ciri-ciri bentuk kehidupan dari satu generasi ke generasi yang berikutnya terkandung di dalam inti dari setiap sel. Struktur sel yang terbentuk dari sitoplasma juga mengandung sejumlah miniatur organ yang disebut organela. Struktur internal dari organela adalah identik dengan berbagai tipe bakteri, yang kelihatannya merupakan bukti bahwa komposisi dari sel hewan dan tumbuhan adalah hasil dari penggabungan organ-organ yang tadinya independen ini, yang memiliki DNA-nya sendiri, untuk membuat satu badan kooperatif yang lebih besar. Di tahun 1970-an mikrotubula ditemukan. Ini adalah batang-batang protein yang mengisi setiap sel dalam tubuh seperti sebuah kerangka internal. "Kerangka" internal ini

memberi bentuk pada sel dan nampaknya memainkan peran dalam perputaran protein dan produk-produk plasma. Kemajuan dari eukariotik atau sel berinti merupakan satu revolusi biologis yang terjadi sekitar 1.500 juta tahun yang lalu.

Dari pembelahan dan penyatuan aseksual muncullah reproduksi seksual. Kemajuan semacam itu berguna untuk mencampur material hereditas dari dua individu, sehingga keturunannya akan berbeda dari induknya. Ini menyediakan satu variasi di mana seleksi alam dapat bekerja. Dalam tiap sel hewan dan tumbuhan DNA diatur dalam pasangan-pasangan kromosom dalam inti sel. Kromosom-kromosom ini membawa gen-gen yang menentukan ciri-ciri sebuah individu. Keturunan yang baru, sambil mengkombinasikan ciri-ciri dari kedua induknya, sangatlah berbeda dari keduanya. Nampaknya asal-muasal reproduksi seksual berhubungan dengan tata kerja organisme primitif yang saling menelan satu dengan lainnya. Material genetik dari dua individu disatukan menghasilkan satu organisme dengan dua set kromosom. Organisme yang sudah berukuran lebih besar ini lalu terbelah menjadi dua bagian dengan jumlah kromosom yang tepat. Kromosom tunggal dan berpasangan sama-sama hadir, tapi sejalan dengan berlalunya waktu kondisi yang berpasangan menjadi cara mengada yang normal bagi tumbuhan dan hewan. Ini merupakan basis bagi evolusi organisme multiselular.

Pada sekitar 700-680 juta tahun lalu, *metazoa* pertama muncul. Ia adalah organisme multiselular yang kompleks, yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Selama masa-masa itu jumlah oksigen dalam atmosfer bertambah dengan konstan, dan mencapai tingkatan seperti saat ini pada 140 juta tahun yang lalu. Proses yang bekerja dalam evolusi memiliki ciri yang sangat dialektik, di mana masa-masa perubahan kuantitatif yang bertahap disela oleh ledakan-ledakan mendadak. Masa-masa seperti itu terjadi sekitar 570 juta tahun lalu.

Ledakan Kambrian

Dibutuhkan satu upaya imajinasi yang agak keras untuk mengingat betapa masih barunya gejala munculnya bentuk-bentuk kehidupan yang kompleks di bumi ini. Bayangkanlah sebuah dunia di mana bumi berisi batuan yang tandus dan terus menerus dikikis angin, di mana bentuk kehidupan yang paling kompleks adalah ganggang dan buih-buih di kolam-kolam. Ini adalah situasi yang terjadi pada sebagian besar sejarah bumi. Selama ribuan juta tahun perkembangan kehidupan berjalan dengan statis. Lalu, mendadak, dunia yang mandeg ini tiba-

tiba meledak dalam salah satu ledakan yang paling dramatis dalam sejarah kehidupan di bumi. Catatan fosil kini menunjukkan satu perkebangbiakan yang luar biasa dari berbagai bentuk kehidupan. Kemunculan hewan-hewan bercangkang dan berkerangka telah memungkinkan dipeliharanya catatan tentang masa-masa ini dalam loh-loh batu. Ledakan dalam bentuk-bentuk baru kehidupan di lautan telah disejajarkan dengan kepunahan massal dari stromatolit yang lebih purba, yang sebelumnya merupakan bentuk kehidupan yang dominan di masa Proterozoik. Kemunculan berbagai jenis mahluk bersel banyak mengubah wajah bumi untuk selamanya.

"Mungkin hal yang paling mengagumkan (dan juga yang paling mengejutkan) tentang catatan fosil ini adalah permulaannya," tulis F. H. T. Rhodes. "Fosil baru muncul dalam jumlah yang cukup banyak dalam batuan dari masa Kambrian Muda, yang didepositkan sekitar 600 juta tahun lalu. Batuan yang dari masa lebih tua (Pra-Kambrian) hampir-hampir tidak mengandung fosil sama sekali, sekalipun beberapa jejak organisme purba telah dicatat daripadanya. Perbedaan antara kedua kelompok batuan ini adalah sebesar apa yang ditunjukkan hal ini: seorang paleontologis boleh menyelidiki satu lapisan Pra-Kambrium yang nampak menjanjikan selama hidupnya dan tetap tidak menemukan sesuatupun (banyak yang telah melakukan hal ini); tapi sekali ia naik ke masa Kambrian, datanglah fosil-fosil itu - dalam berbagai bentuknya, terawat dengan baik, terdapat di seluruh dunia, dan sangat jamak. Inilah ciri pertama dari fosil paling tua yang jamak terdapat, dan mereka merupakan kejutan bagi semua evolusionis. Karena, bukannya muncul secara bertahap [gradual], dengan perkembangan dan urutan yang tampak tertata rapi - mereka justru datang dalam jumlah yang tampak seperti sebuah ledakan geologis."^[xv]

Sekalipun ia sangat jenius, Darwin tidak pernah berhasil mendamaikan dirinya dengan fakta tentang ledakan Kambrian. Ia berpegang pada pandangan gradualisnya tentang evolusi, dan berasumsi bahwa lompatan mendadak ini hanyalah penampakkannya saja, dan berasal dari ketidakkengkapan dalam catatan fosil yang telah digali. Di tahun-tahun terakhir, penemuan-penemuan baru yang mengejutkan dalam paleontologi telah membawa kita pada satu revisi besar-besaran atas interpretasi tentang evolusi. Ide lama tentang proses perubahan gradual yang berlangsung mulus telah mendapat tantangan, secara khusus dari Stephen Jay Gould, yang penyelidikannya terhadap catatan fosil dari Burgess Shale (satu lokasi fosil penting di British Columbia) telah mengubah wajah paleontologi.

Kehidupan berkembang, bukan dalam garis kemajuan yang lurus dan mulus, melainkan melalui proses yang dengan tepat digambarkan oleh Stephen Jay Gould sebagai kesetimbangan terputus, di mana masa-masa panjang stabilitas

disela oleh masa-masa perubahan yang mendadak dan penuh gejolak, yang dicirikan oleh kepunahan massal berbagai spesies. Selama 500 juta tahun, garis batas masa-masa geologis ditandai oleh gejolak-gejolak mendadak semacam itu, di mana hilangnya beberapa spesies menyiapkan jalan bagi berkembangbiaknya spesies yang lain. Ini adalah proses biologis yang setara dengan proses geologis yang membentuk pegunungan dan pergeseran benua. Ia sama sekali tidak memiliki kemiripan dengan karikatur vulgar tentang evolusi, yang menggambarkan evolusi sebagai satu proses sederhana yang berisi perubahan dan adaptasi yang gradual.

Menurut teori klasik Darwin kemunculan molekul kompleks pertama haruslah didahului oleh satu masa panjang perubahan progresif yang lambat, yang berpuncak pada "ledakan Kambrian" 500 juta tahun lalu. Namun, penyelidikan mutakhir menunjukkan bahwa bukan demikian halnya. Penyelidikan Gould dan yang lain-lain menunjukkan bahwa sepanjang dua-pertiga dari sejarah kehidupan di bumi - hampir 2,5 milyar tahun - kehidupan tinggal terisolasi pada tingkatan kompleksitas terendah yang pernah tercatat, sel prokariotik, dan tidak pernah bergeser dari situ.

"700 juta tahun kemudian adalah masa bagi sel-sel eukariotik yang lebih besar dan jauh lebih rumit, tapi tidak ada agregasi menuju bentuk kehidupan hewani yang multiselular. Lalu, dalam 100 juta tahun, sekejap mata saja bagi geologi, tiga fauna yang demikian berbeda - dari Ediakara, ke Tommotian, ke Burgess. Sejak itu, lebih dari 500 juta tahun yang berisi kisah-kisah menakjubkan, kemenangan dan tragedi, tapi tidak ada filum, atau rancangan anatomik dasar baru yang ditambahkan pada apa yang telah ada pada lapisan Burgess."

Dengan kata lain, kemunculan dari organisme multiselular yang kompleks, basis dari segala bentuk kehidupan yang kita kenal sekarang, tidaklah muncul dari akumulasi perubahan adaptif yang lambat, gradual, dan "evolusioner", tapi dari lompatan kualitatif yang berlangsung mendadak. Ini adalah revolusi biologis yang amat mengagumkan, di mana, "dalam waktu geologis yang sekejap, dekat dengan awal masa Kambrian, hampir semua filum modern membuat kemunculan mereka yang pertama, bersama dengan jajaran, yang lebih besar lagi, eksperimen anatomis yang tidak lagi bertahan hidup lama sesudahnya." Selama masa-masa Kambrian, sembilan filum (unit dasar dari pembedaan kerajaan hewan) dari invertebrata air muncul untuk pertama kalinya, termasuk protozoa, coelenterata (ubur-ubur, animon laut), spon, moluska dan trilobit. Dibutuhkan waktu 120 juta tahun untuk evolusi seluruh filum vertebrata. Di

pihak lain, kita melihat kepunahan yang cepat dari stromatolit, yang telah menjadi bentuk kehidupan yang dominan selama 2 milyar tahun sebelumnya.

"Hewan multiselular modern pertama kali membuat kemunculannya yang tanpa tanding itu dalam catatan fosil dari sekitar 570 juta tahun yang lalu - dan dengan sebuah ledakan, bukan dalam *crescendo* yang berkepanjangan. 'Ledakan Kambrian' ini menandai lahirnya (setidaknya menurut bukti-bukti langsung) semua kelompok besar hewan modern - semua terjadi dalam jangka waktu yang amat singkat, menurut skala geologi, yang hanya mencakup beberapa juta tahun."^[xvi]

Bagi S. J. Gould, "Kami tidak menemukan satu kisah kemajuan yang langgeng, tapi satu dunia yang terus diganggu dengan masa-masa kepunahan massal dan penciptaan yang cepat di antara rentang-rentang panjang ketenangan relatif."^[xvii] Dan lagi: "Sejarah kehidupan bukanlah satu perkembangan yang berkesinambungan, tapi satu catatan yang terputus-putus oleh episode-episode kepunahan massal yang singkat, kadang kala seketika jika diukur dalam skala geologis, dan diversifikasi yang menyusulnya. Skala waktu geologis telah memetakan sejarah ini, karena fosil merupakan kriteria utama kami dalam menetapkan susunan temporal batuan. Pembagian skala waktu ditetapkan pada keterputusan-keterputusan besar ini karena kepunahan dan diversifikasi cepat meninggalkan tanda-tanda yang amat jelas pada catatan fosil."^[xviii]

Tumbuhan dan Hewan

Selama masa Kambrian dan Ordovisian - 570-440 juta tahun lalu - terjadilah satu peningkatan yang mengagumkan atas jumlah graptolit dan trilobit, dan pertumbuhan keragaman dalam spesies mahluk air di seluruh dunia, termasuk kemunculan ikan-ikan yang pertama. Ini adalah hasil dari perluasan yang ekstensif atas permukaan dasar laut, terutama Samudera Iapetus. Selama masa Silurian (440-400 juta tahun lalu) pencairan es menyebabkan peningkatan yang berarti pada ketinggian permukaan air laut. Laut dangkal yang menutupi sebagian besar Asia, Eropa dan Amerika Utara bukanlah satu halangan serius bagi migrasi berbagai spesies, dan, bukan kebetulan, masa-masa ini adalah masa di mana transgresi mahluk air berlangsung pada tingkatan yang maksimum.

Sampai waktu ini terdapat satu distribusi benua yang agak aneh. Benua-benua di selatan terkumpul dengan agak longgar untuk membentuk proto-Gondwanaland (Afrika, Amerika Selatan, Antartika, Australia, India), tapi Amerika Utara, Eropa dan Asia saling terpisah. Ada satu samudera proto-Atlantik (*Iapetus*) antara Eropa dan Amerika Utara, dan Kutub Selatan terletak di satu tempat di Afrika Barat Laut. Kemudian berbagai benua itu bergeser dan bersatu untuk

membentuk satu super-benua tunggal - *Pangaea*. Proses ini dimulai 380 juta tahun lalu, ketika Samudera Iapetus lenyap, menghasilkan satu penciptaan sabuk pegunungan Kaledonia-Appalasia. Peristiwa ini dihasilkan dalam benturan Baltik dengan Kanada, yang menyatukan Eropa dengan Amerika Utara. Pada waktu itu, konvergensi yang terus berlangsung menyebabkan sudut barat laut dari Gondwanaland membentur Amerika Utara, menghasilkan satu massa-daratan yang semi-kontinyu, di mana semua benua disatukan.

Peningkatan area daratan yang demikian masif itu menghasilkan satu lompatan revolusioner dalam evolusi kehidupan itu sendiri. Untuk pertama kalinya, satu bentuk kehidupan mencoba untuk bergerak dari laut ke darat, pada garis pantainya. Amfibi dan tumbuhan darat pertama muncullah. Inilah titik awal dari pertumbuhan eksplosif dari kehidupan hewan dan tumbuhan. Masa ini ditandai dengan lenyapnya lingkungan laut-laut dangkal, dan sebagai akibatnya, kepunahan massal atau penurunan tajam dari banyak spesies air. Jelas, perubahan lingkungan memaksa beberapa spesies untuk bergerak dari daerah pantai lebih jauh ke darat, atau mati. Beberapa di antaranya berhasil, yang lain gagal. Mayoritas besar organisme air yang beradaptasi untuk hidup dalam cangkang dan tepian laut dangkal jatuh pada kepunahan. Amfibi akhirnya melahirkan reptil. Tumbuhan-tumbuhan darat yang pertama mengalami ledakan pertumbuhan, menghasilkan hutan-hutan raksasa yang mencapai ketinggian 30 meter. Banyak dari deposit batubara yang sekarang ini digali orang mendapati asal-usulnya dari masa ini, sebagai hasil dari akumulasi sampah selama jutaan tahun, yang membusuk di permukaan hutan prasejarah ini.

Logika formal mendekati dunia alam dengan sebuah ultimatum - atau ini... atau itu. Satu hal adalah atau hidup atau mati; satu organisme adalah atau tumbuhan atau hewan, dan seterusnya. Sesungguhnya, keadaannya tidaklah semudah ini.

Dalam *Anti-Dühring*, Engels menulis:

"Untuk keperluan sehari-hari kita tahu dan dapat dengan pasti mengatakan, misalnya, apakah seekor hewan hidup atau tidak. Tapi, dengan penelitian yang lebih dekat, kita menemukan bahwa hal ini kadangkala merupakan pertanyaan yang sangat kompleks, seperti yang disadari oleh para juri. Mereka telah memeras otak mereka dengan sia-sia untuk menentukan satu batas rasional di mana pengguguran seorang anak dalam kandungan dapat disebut pembunuhan. Sama mustahilnya untuk menentukan saat persis dari kematian, karena fisiologi membuktikan bahwa kematian bukanlah gejala yang mendadak dan instan, tapi merupakan satu proses yang berkepanjangan."[\[xix\]](#)

Kami telah memperlihatkan kesulitan dalam menggolongkan organisme yang paling primitif, seperti virus yang berada pada perbatasan antara materi organik

dan anorganik. Kesulitan yang sama muncul dalam membedakan antara tumbuhan dan hewan. Tumbuhan digolongkan dalam tiga divisi besar. Yang pertama di antaranya (*Thallophyta*) mencakup segala bentuk yang paling primitif, baik organisme bersel tunggal maupun kelompok-kelompok sel yang terorganisir secara longgar. Apakah mereka ini tumbuhan atau hewan? Kelihatannya mereka adalah tumbuhan karena mereka memiliki klorofil. Mereka "hidup seperti tumbuhan".

Rhodes mengatakan ini tentang hal itu:

"Tapi jawaban yang sederhana ini tidaklah memecahkan persoalan kita dalam mengenali sebuah tumbuhan - setidaknya, ia justru membuatnya menjadi semakin membingungkan, karena bukannya menyediakan satu garis batas yang tegas antara tumbuhan dan hewan, ia justru membawa kita kepada zona yang tumpang-tindih dan kabur antara kedua kerajaan. Dan seperti virus membawa kita kepada garis ambang kehidupan, demikian pula thallofita yang berlevel rendah ini membawa kita pada ambang yang kabur yang memisahkan dunia tumbuhan dari dunia hewan.

"Kini, banyak protozoa, seperti yang telah kita lihat, adalah jelas hewan - mereka bergerak, menyerap makanan, dan mengeluarkan limbah seperti "yang jelas-jelas" hewan. Tapi terdapat pula pengecualian yang mengejutkan. Mari kita lihat sejenis organisme kecil bersel tunggal *Euglena*, yang jamak menghuni kolam-kolam dan saluran-saluran air. Ia memiliki tubuh yang kurang lebih bulat telur, yang bergerak melalui air dengan pergerakan flagelumnya; makhluk ini juga dapat merambat dan melakukan pergerakan seperti cacing: dengan kata lain ia sanggup melakukan pergerakan yang 'khas' hewan - tapi ia mengandung klorofil dan mengambil nutrisi dengan fotosintesis.

"*Euglena* adalah sungguh satu kontradiksi hidup terhadap segala ide kita tentang perbedaan antara hewan dan tumbuhan, dan kontradiksi itu timbul, bukan karena kita tidak dapat memutuskan ia masuk yang mana di antara keduanya, tapi karena ia mengandung ciri-ciri keduanya sekaligus. Bentuk-bentuk lain yang berkerabat dekat dengannya telah kehilangan klorofil dan berperilaku seperti hewan-hewan lainnya. Implikasi dari hal ini sangatlah jelas. 'Tumbuhan' dan 'hewan' adalah kategori abstrak yang kita buat sendiri - yang dibuat dan dirumuskan sebagian untuk memudahkan keperluan kita sendiri. Karenanya, tidak harus semua organisme cocok dengan satu golongan atau yang lain. Mungkin *Euglena* adalah satu fosil hidup dari kelompok organisme air purba dan primitif yang merupakan nenek moyang baik hewan maupun tumbuhan. Tapi dapatkah kita menyelesaikan konflik ini dengan cara menganggap bahwa klorofil adalah faktor pembedanya? Dapatkah kita menganggap 'jika ada klorofil ... maka tumbuhan' sebagai sebuah aturan yang aman? Sayangnya ini juga tidak, karena beberapa dari thalofita ini (jamur) yang dalam semua aspek sangat mirip dengan tumbuhan, tidaklah memiliki klorofil. Sesungguhnya, jamur-jamur ini merupakan familia yang sangat bermasalah - karena pada berbagai anggota di dalamnya, hampir semua ciri 'khas' tanaman tidak dapat diterapkan (kebutuhan akan sinar matahari, ketiadaan pergerakan, dan sebagainya). Namun, setelah dipertimbangkan, anggota-anggotanya kelihatannya adalah tumbuhan." [xx]

Keragaman dalam kehidupan multiselular menyajikan satu lompatan kualitatif yang lain dalam evolusi kehidupan. Perubahan dari organisme bertubuh lunak menuju organisme yang memiliki cangkang mineral yang keras, seperti yang tercatat dalam lapisan Burgess-Shale, merupakan satu perkembangan dari organisme yang lebih tinggi. Zat-zat tertentu seperti garam dan kalsium menembus struktur sel dan otot dari mahluk-mahluk laut, yang kemudian membuat mahluk-mahluk itu harus mengeluarkannya. Di dalam sel, organela yang berurusan dengan metabolisme atau energi, mitokondria, menyerap kalsium dan fosfat dan mengeluarkannya sebagai kalsium fosfat. Mineral ini dapat ditumpuk di dalam sel atau dipergunakan untuk membangun satu kerangka, baik yang internal maupun yang eksternal.

Pertumbuhan dari kerangka biasanya terjadi melalui penumpukan kristal mineral ke atas protein berpori, yang dikenal sebagai kolagen. Kolagen, yang merupakan sepertiga dari seluruh protein dalam tubuh mahluk bertulang belakang, hanya dapat terbentuk jika ada oksigen bebas. Langkah pertama ke arah vertebrata kelihatannya adalah munculnya *Pikaia*, suatu mahluk seperti ikan yang tercatat di Burgess-Shale. Cumi-cumi laut kelihatannya juga merupakan satu rantai evolusioner antara hewan-hewan yang tinggal di permukaan dasar laut yang mengambil makanannya dari penyaringan bahan makanan, dan ikan yang dapat berenang dengan bebas. Ikan-ikan ini (*ostracoderma*) dilindungi dengan sisik yang mirip cangkang, tanpa gigi atau rahang. Lompatan evolusioner dalam masa Silurian ini menghasilkan vertebrata yang pertama.

Di dalam masa inilah (140 juta tahun lalu) rahang pertama ber-evolusi dari insang depan, yang memungkinkan perburuan hewan lain sebagai ganti penyedotan bahan makan dari permukaan dasar laut.

"Ikan-ikan pertama tidak memiliki rahang," kata Gould. "Bagaimana alat yang demikian rumit ini, yang terdiri dari tulang-tulang kecil yang saling berantai ini, muncul dari ketiadaan? 'Dari ketiadaan' ini ternyata hanyalah ilusi. Tulang-tulang itu sudah ada pada nenek moyang mereka, tapi kegunaannya sangat berbeda - tulang-tulang itu menyokong insang yang terletak persis di belakang mulut. Mereka dirancang dengan sangat baiknya untuk kegunaan pernafasan, sehingga mereka terpilih oleh alam untuk keperluan ini saja dan sama sekali tidak sadar akan kemungkinan fungsinya di masa depan. Dari sudut pandang masa kini, tulang-tulang itu kelihatannya sungguh-sungguh di-*praadaptasi* untuk menjadi rahang. Alat yang rumit ini telah disusun sedemikian rupa, tapi ia masih digunakan untuk bernafas, bukannya untuk makan"

Ini jelas adalah kasus dari, menurut Marxisme, unsur-unsur lama yang bertahan dalam hal-hal yang baru. Ikan berahang yang pertama, *achantodian*, atau hiu berduri, melahirkan berbagai jenis ikan bertulang lainnya. Dari ikan-ikan ini berevolusilah vertebrata-vertebrata darat pertama, mahluk-mahluk amfibi.

Gould meneruskan:

"Mirip dengan itu, bagaimana mungkin sirip ikan dapat menjadi tungkai untuk berjalan di darat? Kebanyakan ikan membangun sirip mereka dari tulang-tulang paralel yang ramping, yang tidak sanggup menyangga berat hewan itu di darat. Tapi satu kelompok yang aneh yang hidup di dasar air tawar - nenek moyang kita - mengevolusikan satu sumbu sentral yang kuat dan hanya beberapa tulang yang menonjol. Ia telah dipraadaptasi dengan mengagumkan untuk menjadi kaki di darat kelak, tapi sebetulnya ia telah dievolusikan khusus untuk keperluannya sendiri di bawah air - kelihatannya untuk dapat bergerak dengan kelokan-kelokan tajam di permukaan dasar air.

"Pendeknya, prinsip praadaptasi sebetulnya hanya menyatakan bahwa sebuah struktur dapat berubah fungsi secara radikal tanpa banyak berubah bentuknya. Kita dapat menjembatani jurang langkah antara dengan mengajukan argumen bahwa mahluk-mahluk menjaga fungsi-fungsi lama dari strukturnya sambil mengembangkan fungsi-fungsi baru untuk struktur itu." [xxi]

Eusthenopteron memiliki sirip yang berotot, dan paru-paru, di samping memiliki pula insang. Selama masa-masa kering ikan-ikan ini keluar dari kolam-kolam untuk bernafas menggunakan paru-paru mereka. Banyak amfibi dari jaman Karbon menghabiskan waktunya di darat, tapi kembali ke air untuk meletakkan telur-telur mereka. Dari sana, lompatan evolusionernya terjadi ke arah reptilia, yang menghabiskan seluruh waktunya di darat dan meletakkan telur dalam jumlah lebih sedikit, yang dibungkus dalam cangkang kalsium karbonat. Engels menulis:

"Sejak saat kita menerima teori evolusi, semua konsep kita tentang kehidupan organik hanya bersesuaian dengan pendekatan terhadap realitas. Jika tidak demikian, maka tidak akan ada perubahan. Pada saat konsepsi dan realitas sungguh-sungguh bersesuaian dalam dunia organik, perkembangan akan terhenti. Konsepsi tentang ikan mencakup mahluk yang hidup di air dan bernafas melalui insang: bagaimana Anda dapat bergerak dari ikan menuju ke amfibia tanpa terlebih dahulu menghancurkan konsep ini? Dan konsep itupun sesungguhnya telah dipatahkan, karena kita sekarang mengenal serangkaian jenis ikan yang telah mengembangkan kelenjar udaranya lebih jauh, menjadi paru-paru, dan dapat bernafas di darat. Bagaimana, tanpa membawa salah satu atau kedua konsep ke dalam konflik dengan realitas, Anda akan dapat bergerak dari reptil yang bertelur menuju mamalia, yang melahirkan anak-anaknya? Dan pada kenyataannya kita melihat dalam kelas monotremata satu sub-kelas mamalia yang bertelur - di tahun 1843 saya melihat telur cocor bebek [platypus] di Manchester dan melihat pula orang-orang picik berotak sempit yang mentertawakan kebodohan itu - mana ada mamalia yang bertelur - dan kini hal itu telah terbukti benar!" [xxii]

Kepunahan Massal

Garis batas Paleozoikum-Mesozoikum (250 juta tahun lalu) merupakan masa kepunahan massal terbesar dalam sejarah yang tercatat dalam bentuk fosil. Invertebrata air, khususnya, sangatlah terpengaruh. Satu grup besar punah seluruhnya, termasuk trilobit yang telah mendominasi lautan selama jutaan tahun. Kehidupan tumbuhan tidak terpengaruh terlalu serius tapi sekitar 75% amfibi dan lebih dari 80% familia reptil lenyap. Pada saat ini, diperkirakan bahwa empat atau lima familia lenyap setiap sejuta tahun. Tapi pada akhir jaman Paleozoikum, kita melihat lenyapnya 75-90% dari spesies yang ada di muka bumi. Melalui peristiwa-peristiwa penuh gejolak seperti inilah evolusi bergulir. Walau demikian, proses kepunahan massal ini tidaklah merupakan satu langkah mundur dalam evolusi kehidupan. Sebaliknya, persis masa-masa inilah yang menyiapkan satu langkah dahsyat ke muka dalam perkembangan kehidupan di bumi. Ruang kosong yang ditinggalkan oleh lenyapnya beberapa spesies memberikan kesempatan pada spesies yang lain untuk bangkit, berkembang biak dan mendominasi bumi.

Faktor yang mempengaruhi penyebaran, keragaman dan kepunahan bentuk-bentuk kehidupan memiliki variasi yang tak terbatas. Lebih jauh lagi, mereka semua saling terhubung secara dialektik. Pergeseran benua itu sendiri menyebabkan perubahan dalam posisi terhadap lintang bumi, dan dengan demikian terhadap iklimnya. Variasi dalam iklim akan menghasilkan lingkungan yang lebih atau kurang menguntungkan bagi berbagai organisme. Toleransi terhadap fluktuasi suhu dan iklim adalah faktor kunci dalam proses ini, yang melahirkan berbagai diversifikasi. Kita lihat bahwa tingkat keragaman biasanya meningkat semakin kita dekat ke katulistiwa.

Pecahnya benua-benua, pemisahan dan tumburan di antara mereka, semua faktor ini mengubah kondisi yang semula mengijinkan satu spesies untuk berkembang, mengisolasi satu kelompok dari kelompok lainnya. Isolasi fisik menghasilkan variasi adaptif yang baru, yang mencerminkan perubahan dalam lingkungan hidupnya. Fragmentasi benua-benua dengan demikian cenderung meningkatkan keragaman bentuk-bentuk kehidupan. Kanguru hanya bertahan hidup di Australia karena benua itu pagi-pagi sudah terisolasi, sebelum bangkitnya mamalia yang telah menyebabkan kepunahan marsupialia besar di benua-benua lain. Mirip dengan itu, penghancuran samudera menghasilkan kepunahan massal dari banyak spesies air, namun pada saat yang sama menghasilkan kondisi untuk perkembangan tumbuhan dan hewan-hewan darat

baru, seperti yang telah terjadi pada kasus terbentunya massa-daratan *Pangaea*. Kematian dan kelahiran terhubung secara tak terpisahkan dalam rantai perkembangan evolusioner, di mana kepunahan massal dari satu spesies merupakan prasyarat bagi kemunculan dan perkembangan dari spesies-spesies baru yang lebih maju dan lebih siap untuk menangani kondisi yang telah berubah itu.

Evolusi dari spesies tidak dapat dianggap sebagai fakta yang terisolasi dan dari dirinya sendiri, melainkan harus dilihat sebagai hasil dari interaksi yang kompleks dan konstan dari berbagai unsur - bukan hanya mutasi genetik di dalam organisme hidup itu sendiri, yang jumlahnya tak berhingga itu, tapi juga perubahan-perubahan dalam lingkungan hidupnya; fluktuasi dalam tinggi permukaan laut, kadar garam dalam air, sirkulasi aliran air laut, pasokan nutrisi dalam air laut dan, mungkin juga, bahkan faktor-faktor seperti peralihan posisi medan magnet bumi, dampak dari meteorit besar yang jatuh ke permukaan bumi. Hubungan saling mempengaruhi yang dialektik dari berbagai kecenderungan ini adalah apa yang mengkondisikan seleksi alam, yang telah menghasilkan bentuk-bentuk kehidupan yang jauh lebih kaya, sangat bervariasi, dan jauh lebih mengagumkan dari puisi yang paling indah sekalipun.

-
- [i] Asimov, *New Guide to Science*, p. 592.
[ii] A. I. Oparin. *The Origin of Life on Earth*, pp. xii dan 230-1.
[iii] J. D. Bernal, *The Origin of Life*, p. xv.
[iv] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 13.
[v] J. B. S. Haldane, *The Rationalist Annual*, 1929.
[vi] Engels, op. cit., p. 16.
[vii] *Scientific American*, 239 (1978).
[viii] Oparin, op. cit., p. 2.
[ix] Bernal, op. cit., p. 26.
[x] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 282.
[xi] R. Buchsbaum, *Animals Without Backbone*, Vol. 1, p. 12.
[xii] S. J. Gould, *The Panda's Thumb*, p. 181.
[xiii] *Scientific American*, 239 (1978).
[xiv] Dikutip dalam R. Lewin, *Complexity, Life at the Edge of Chaos*, p. 51.
[xv] F. H. T. Rhodes, *The Evolution of Life*, pp. 77-8.
[xvi] Gould, *Wonderful Life*, pp. 60, 64 dan 23-4.
[xvii] Gould, *Ever Since Darwin*, p. 14.
[xviii] Gould, op. cit., p. 54.
[xix] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 26-7.
[xx] Rhodes, op. cit., pp. 138-9.
[xxi] Gould, *Ever Since Darwin*, pp. 107-8.
[xxii] MESCS, *Engels to Schmidt March, 12 1895*.

Bab 12. Kelahiran Manusia Yang Revolusioner **Epos Dinosaurus - Jaman Mesozoikum (850-65 juta tahun lalu)**

Massa benua, Pangaea, yang tercipta melalui tumburan benua-benua di jaman Palaeozoikum, bertahan utuh selama sekitar 100 juta tahun. Ini melahirkan satu himpunan kondisi tektonik, iklim dan biologis yang baru. Lalu, pada jaman Mesozoikum proses inipun berbalik. Benua-super ini mulai terpecah. Glaser-glaser menutupi bagian selatan dari Afrika-Amerika-Australia dan Antartika. Selama jaman Triasik (250-205 juta tahun lalu) dinosaurus ber-evolusi di daratan dan pleisosaurus dan ichthyosaurus di lautan, sementara reptil bersayap pterosaurus merajai angkasa. Mamalia ber-evolusi dari reptil-reptil yang berkaki cepat, tapi perkembangan mereka sangat lambat. Ledakan pertumbuhan yang besar dari dinosaurus yang mendominasi bentuk-bentuk kehidupan vertebrata di darat tidak memungkinkan perkembangan yang pesat bagi mamalia. Mereka tinggal dalam ukuran dan jumlah yang kecil selama jutaan tahun, di bawah bayang-bayang rekan-rekan mereka yang berukuran raksasa, hanya berani keluar mencari makan di waktu malam.

Jaman Jurasik (205-145 juta tahun lalu) mencatat satu perubahan iklim yang besar, yang ditandai oleh mundurnya glaser, yang melahirkan satu peningkatan suhu global sampai akhir jaman itu. Tingkat permukaan laut naik setidaknya 270 meter selama jaman Mesozoik, hampir dua kali lipat dari tingkat permukaan laut sekarang.

Perlu waktu yang sangat lama untuk memecah sebuah benua-super. Pecahnya Pangaea merupakan awal jaman Jurasik (180 juta tahun lalu) dan benua terakhir baru terpisah pada jaman Kenozoik (40 juta tahun lalu). Pemisahan pertama terjadi pada sumbu timur-barat, di mana terciptanya Samudera Thetys memecah Pangaea menjadi Laurasia di utara dan Gondwanaland di selatan. Pada gilirannya Gondwanaland pecah menjadi tiga bagian di timur - India, Australia dan Antartika. Pada akhir jaman Mesozoikum terjadilah satu pembelahan dari utara ke selatan, menghasilkan Samudera Atlantik yang memisahkan Amerika Utara dari Laurasia dan Amerika Selatan dari Afrika. India bergerak ke utara dan bertumburan dengan Asia, sementara Afrika juga bergerak ke utara dan bertumburan dengan sebagian Eropa setelah kehancuran Samudera Tethys. Dari samudera yang perkasa ini, hanya sebagian kecil saja yang tinggal, yang kita kenal sekarang sebagai Laut Tengah. Di Samudera Pasifik, Atlantik dan Hindia,

masa-masa perluasan permukaan dasar laut yang berlangsung cepat membantu pergerakan dari pecahan-pecahan benua itu.

Selama Mesozoikum, dinosaurus adalah kelompok vertebrata yang dominan. Sekalipun benua terpecah-pecah, mereka telah mengukuhkan posisi mereka di seluruh dunia. Tapi, pada akhir masa ini - 65 juta tahun lalu - terdapat satu masa kepunahan massal baru, di mana dinosaurus lenyap dari muka bumi. Kebanyakan reptil darat, air dan terbang (dinosaurus, ichthyosaurus dan pterosaurus) disapu bersih. Dari seluruh reptil, hanya buaya, kura-kura dan kadal yang selamat. Penyapuan spesies yang spektakuler ini tidaklah hanya terjadi pada dinosaurus. Kenyataannya, dua pertiga dari semua spesies yang hidup masa itu punah, termasuk amonit, belemnit, beberapa tumbuhan, bryozoa, moluska berkatup ganda, echinoida dan lain-lain.

Kesuksesan yang luar biasa dari dinosaurus adalah hasil dari adaptasi sempurna mereka terhadap kondisi yang ada. Populasi totalnya diperkirakan tidak kurang dari populasi mamalia saat ini. Pada saat ini, di manapun di dunia, ada mamalia, kecil atau besar, menempati tiap ruang ekologis. Kita boleh yakin bahwa 70 juta tahun lalu, ruang itu ditempati oleh beragam jenis dinosaurus. Berlawanan dengan kesan umum tentang dinosaurus yang dibayangkan sebagai mahluk-mahluk raksasa yang lamban, sebetulnya mereka hadir dalam berbagai ukuran. Kebanyakan berukuran kecil saja, banyak yang berjalan tegak dengan kaki belakangnya, dan dapat berlari sangat cepat. Banyak ilmuwan sekarang percaya bahwa setidaknya beberapa dinosaurus hidup dalam kelompok-kelompok, merawat anak-anaknya bahkan, mungkin juga, berburu secara berkelompok. Batasan Mesozoikum-Kenozoikum (65 juta tahun lalu) merupakan satu lagi titik balik dalam evolusi kehidupan. Satu masa kepunahan massal menyiapkan jalan bagi lompatan evolusioner besar, membuka jalan bagi bangkitnya mamalia. Tapi, sebelum kita membahas proses ini, sangat berguna jika kita membahas terlebih dahulu mengapa dinosaurus punah.

Mengapa Dinosaurus Punah?

Pertanyaan ini telah diperdebatkan dengan hangat di tahun-tahun belakangan ini, dan, sekalipun terdapat klaim-klaim yang meyakinkan, khususnya dari teori bencana-meteorit, persoalan ini masih belum tuntas sepenuhnya. Sesungguhnya terdapat banyak teori yang telah mencoba menjelaskan sebuah gejala yang, baik karena tampilannya yang spektakuler maupun karena implikasinya terhadap kemunculan spesies kita sendiri, telah menarik perhatian umum dengan cara

yang unik. Walau demikian, perlulah untuk mengingatkan diri kita sendiri bahwa ini bukanlah satu peristiwa yang unik dalam rantai evolusi. Ia bukanlah satu-satunya kepunahan massal, juga bukan yang terbesar, atau yang seharusnya memiliki akibat-akibat evolusioner yang paling jauh.

Teori yang kini mendapat dukungan paling luas dan yang pastinya telah mendapat publisitas yang paling sensasional didasarkan pada pernyataan bahwa dampak dari meteorit raksasa yang jatuh di satu tempat di permukaan bumi telah mengakibatkan satu efek yang mirip dengan "musim dingin nuklir" yang akan menyusul sebuah perang nuklir. Jika benturan itu terjadi cukup besar, ia akan melemparkan sejumlah besar debu dan pecahan batuan ke atmosfer. Awan padat yang kemudian terbentuk akan menghalangi sinar matahari sehingga tidak dapat mencapai permukaan bumi, yang berakibat pada masa kegelapan dan dingin yang berkepanjangan.

Ada bukti-bukti empirik yang menunjukkan bahwa sejenis ledakan telah terjadi, yang mungkin saja disebabkan oleh sebuah meteorit. Teori ini telah mengukuhkan diri belakangan ini dengan penemuan satu lapisan tipis tanah liat di antara sisa-sisa fosil, yang akan konsisten dengan efek debu yang dihasilkan oleh benturan yang demikian besar. Ide itu, misalnya, telah pula diterima oleh Stephen J. Gould. Namun, ada beberapa pertanyaan yang masih harus tetap dijawab. Yang pertama, dinosaurus tidaklah menghilang begitu saja dalam semalam, atau bahkan dalam beberapa tahun. Kenyataannya, kepunahan itu berlangsung dalam tempo beberapa juta tahun - satu waktu yang sangat singkat bila dilihat dari skala geologis, tapi cukup lama untuk membuat kita bertanya-tanya dan meragukan ide tentang bencana meteorit.

Walaupun kita tidak dapat mencoret begitu saja hipotesis meteorit, ia memiliki satu kelemahan pokok. Seperti yang telah kami tunjukkan, terdapat banyak kepunahan lain sepanjang jalan evolusi. Bagaimana ini akan dijelaskan? Apakah kita benar-benar harus menyandarkan diri pada gejala-gejala eksternal seperti jatuhnya meteor atau hal-hal lain sejenis itu? Atau apakah kebangkitan dan kejatuhan spesies berhubungan dengan kecenderungan yang inheren dalam proses evolusi itu sendiri? Bahkan di masa kini, kita dapat mengamati gejala naik-turunnya populasi hewan. Baru-baru ini saja kita mulai mendekati pemahaman akan hukum-hukum yang mengatur proses yang kompleks ini. Dengan mencari penjelasan yang terletak di luar gejala itu sendiri, kita akan menempeh resiko meninggalkan pencarian terhadap pemahaman yang sejati.

Lebih jauh lagi, satu penyelesaian yang nampak menarik, karena ia membuang segala kesulitan dengan sekali libat, dapat menimbulkan kesulitan-kesulitan yang lebih besar daripada kesulitan yang dia klaim akan selesaikan.

Beberapa usulan lain telah diajukan pula. Masa yang dibahas ini dicirikan oleh aktivitas vulkanik yang luas. Inilah, dan bukan satu benturan meteorit, yang dapat menyebabkan satu perubahan iklim yang tidak dapat diatasi oleh dinosaurus. Telah juga diajukan bahwa menghilangnya dinosaurus dapat dihubungkan dengan kompetisi yang terjadi antara mereka dengan mamalia. Ada kesejajaran di sini antara menghilangnya kebanyakan populasi marsupialia yang tadinya menghuni Amerika Selatan karena tekanan dari mamalia yang datang dari utara. Sungguh, sangat mungkin bahwa kepunahan mahluk-mahluk raksasa ini sebenarnya merupakan hasil dari kombinasi kejadian-lingkup ini - aktivitas vulkanik, penghancuran lingkungan yang ada waktu itu, spesialisasi yang berlebihan, dan kompetisi untuk memperebutkan sumber makanan yang makin berkurang dengan spesies lain yang lebih teradaptasi untuk menangani lingkungan yang berubah. Kelihatannya mustahil kontroversi ini akan terpecahkan dalam waktu dekat. Apa yang tidak dapat diperdebatkan sebenarnya adalah bahwa, pada akhir jaman Mesozoikum beberapa perubahan mendasar telah mengakhiri dominasi dinosaurus. Persoalan pokoknya adalah bahwa *tidak perlu* bagi kita untuk mencari penjelasan atas gejala ini pada faktor-faktor luar:

"Anda tidak perlu mencari bintang-matahari, gejala iklim atau lain-lain penjelasan yang aneh-aneh untuk menjelaskan lenyapnya dinosaurus," ujar Lovejoy. "Mereka baik-baik saja selama mereka masih menguasai dunia ini, selama tidak ada strategi reproduktif yang lebih baik di sekitar mereka. Mereka telah bertahan selama lebih dari seratus juta tahun; begitu juga seharusnya umat manusia. Tapi sekali satu terobosan dalam strategi adaptasi diciptakan, sekali dinosaurus ditantang oleh hewan yang dapat bereproduksi dengan berhasil tiga atau empat kali lebih cepat daripada yang dapat mereka lakukan, nasib mereka telah berakhir."^[1]

Teroris Kosmik

Masalahnya menjadi jelas ketika kita mengajukan pertanyaan dengan cara ini: baik, mari kita terima bahwa kepunahan dinosaurus disebabkan oleh sebuah *kecelakaan* dalam bentuk benturan meteorit yang mendadak. Bagaimana kita menjelaskan kepunahan-kepunahan massal yang lain? Apakah semua disebabkan oleh meteorit? Pertanyaan ini tidaklah sembarangan seperti kelihatannya. Telah dilakukan upaya-upaya untuk menunjukkan bahwa semua kepunahan skala besar adalah hasil dari badai meteorit periodik dari sabuk asteroid. Inilah inti dari apa yang disebut "teori Nemesis" yang diajukan oleh Richard Muller dari University of California.

Beberapa paleologis tertentu (Raup dan Sepkoski) telah mengklaim bahwa kepunahan massal terjadi pada jarak waktu yang teratur sekitar kira-kira 26 juta tahun. Namun, orang-orang lain yang mendasarkan dirinya pada bukti-bukti yang sama tidaklah menemukan keteraturan semacam ini dalam gejala itu. Ada ketidaksepakatan yang sejajar di kalangan para ahli geologi, beberapa di antara mereka mengklaim adanya satu jarak waktu yang teratur dalam pembentukan kawah-kawah besar, sementara yang lainnya tidak. Pendeknya, tidak ada satu bukti yang meyakinkan baik untuk keteraturan jarak waktu antar kepunahan massal, maupun atas satu bombardemen komet atau meteorit yang teratur ke bumi.

Bidang-bidang semacam prasejarah dan geologi itu mudah sekali menjebak orang ke dalam spekulasi yang acak dan tidak masuk nalar. Terlebih lagi, persis "teori" sensasional macam itulah yang cenderung mendapatkan publisitas yang terbesar, tidak peduli kesahihannya secara ilmiah. Teori "Nemesis" adalah kasus semacam itu. Jika kita menerima, seperti yang dilakukan Muller, bahwa kepunahan massal terjadi secara teratur tiap 26 juta tahun, dan jika kita lebih jauh lagi menerima, seperti yang diterimanya, bahwa kepunahan massal disebabkan oleh badai meteorit, maka bumi seharusnya dikunjungi secara teratur oleh para meteorit setiap 26 juta tahun, teratur seperti jadwal jam.

Kesulitan dalam pandangan ini sangat jelas - bahkan bagi Muller, yang menulis:

"Saya terkaget-kaget bahwa sebuah asteroid dapat menubruk bumi persis tiap 26 juta tahun sekali. Dalam luasnya angkasa, bahkan bumi adalah satu target yang sangat kecil. Satu asteroid yang lewat dekat dengan matahari memiliki peluang yang sedikit lebih baik dari satu per semilyar untuk menghantam planet kita. Benturan yang benar terjadi seharusnya memiliki jarak waktu yang acak, bukan teratur rapi. Apa yang dapat membuat mereka menubruk bumi dengan jadwal yang demikian teratur? Mungkin sejenis teroris kosmik dengan sengaja telah mengarahkan mereka dengan semacam meriam asteroid. Hasil yang menggelikan membutuhkan teori yang menggelikan."

Dan Muller melanjutkan pembuatan teori yang menggelikan itu, untuk membenarkan ide yang telah disusun di bawah tangan bahwa *semua* kepunahan massal sesungguhnya disebabkan oleh benturan meteorit, dan bahwa hal ini terjadi secara teratur setiap 26 juta tahun. Ia menggambarkan satu argumen panas dengan Luis Alvarez, pencipta pertama teori bahwa dinosaurus dihapuskan oleh sebuah asteroid yang menabrakkan dirinya ke bumi, yang mengambil sikap skeptis terhadap ide-ide Muller. Kutipan berikut dari dialog ini

memberikan pada kita satu gambaran yang menarik tentang metodologi yang dipakai untuk melahirkan hipotesis itu:

"Bayangkan satu hari kita menemukan cara untuk membuat satu asteroid menghantam bumi tiap 26 juta tahun sekali. Maka bukankah Anda harus mengakui bahwa Anda keliru dan bahwa semua data seharusnya digunakan?"

"Apa model yang Anda gunakan?' tuntutnya. Saya pikir ia sedang menghindari pertanyaan saya.

"Itu tidak penting! Kemungkinan dari model seperti itulah yang membuat logika Anda keliru, bukan keberadaan dari model tertentu.'

"Ada sedikit getaran dalam suara Alvarez. Ia juga kelihatannya sudah mulai marah. 'Lihat, Rich,' desisnya, 'saya juga telah lama berada dalam bisnis pengolahan data ini dan kebanyakan orang menganggap saya seorang ahli. Anda tidak bisa begitu saja mengambil pendekatan tanpa berpikir semacam ini dan mengabaikan apa yang Anda ketahui.'

"Ia menganggap dirinya ahli! Para ilmuwan tidak boleh menganggap diri demikian. Jaga emosimu, Rich, kata saya pada diri sendiri. Jangan perlihatkan padanya bahwa kamu juga sudah mulai terganggu.

"Beban pembuktian itu ada pada Anda,' lanjut saya dengan suara yang ditenang-tenangkan. 'Saya tidak harus mengajukan satu model. Kecuali kalau Anda dapat menunjukkan bahwa tidak ada model semacam itu yang mungkin, maka logika Anda adalah yang keliru.'

"Bagaimana mungkin asteroid menghantam bumi secara periodik? Apa model yang Anda gunakan?' ia menuntut lagi. Frustrasi saya hampir sampai pada titik puncaknya. Bagaimana mungkin Alvarez gagal memahami apa yang saya katakan? Ia adalah pahlawan saya. Bagaimana mungkin dia begitu bodoh?

"Persetan! Saya pikir. Jika saya harus, saya akan memenangkan argumen ini memakai cara-nya. Saya akan menciptakan satu model. Saat itu adrenalin saya mengalir deras. Setelah berpikir sesaat, saya mengatakan: 'Andaikan ada satu bintang kembaran matahari yang mengorbit kepadanya. Setiap 26 juta tahun ia mengorbit dekat ke bumi dan melakukan sesuatu. Saya tidak yakin apa, tapi hal itu membuat asteroid menghantam bumi. Mungkin ia membawa asteroid bersamanya.'"

Sifat yang demikian sembarangan dari metode yang digunakan untuk sampai dapat sebuah hipotesis tanpa basis secuilpun pada fakta jelaslah sejelas-jelasnya. Dengan pendekatan yang semacam itu, kita benar-benar telah meninggalkan dunia ilmiah dan masuk ke dalam dunia fiksi ilmiah, di mana, seperti syair lagu tempo dulu, "apapun bolehlah." Sesungguhnya, Muller sendiri cukup jujur untuk mengakui bahwa "Saya tidak bermaksud untuk membuat model saya dianggap serius, sekalipun saya pikir bahwa argumen saya akan sudah cukup kuat jika model itu dapat bertahan dari serangan selama lebih dari beberapa menit."^[ii] Tapi kini kita hidup di jaman penuh keluguan. Teori "Nemesis", yang jelas-jelas bukan satu model ilmiah, melainkan satu terkaan

yang dibuat sembarangan, kini telah dianggap serius oleh banyak astronom yang kini menyapu angkasa, sibuk mencari tanda-tanda adanya "bintang-maut" yang tak kasat mata ini, teroris kosmik ini, yang setelah menyapu bersih dinosaurus, satu hari akan kembali lagi ke TKP untuk menghabisi kita semua.

Masalahnya di sini adalah masalah metode. Ketika Napoleon bertanya pada Laplace di mana tempat Tuhan dalam skema jagad mekanik Newton, ia memberi jawaban yang terkenal ini: "*Sire je n'ai pas besoin de cette hypothèse.*" ("Tuan, saya tidak memerlukan hipotesis semacam itu.") Materialisme dialektik berangkat untuk menemukan hukum-hukum inheren dari pergerakan alam. Walaupun kebetulan memainkan peran dalam semua proses alam, dan secara prinsip tidaklah dapat diabaikan bahwa, contohnya, kepunahan dinosaurus salah satunya disebabkan oleh sebuah asteroid yang *nyasar*, merupakan satu hal yang sangat menyesatkan dan kontraproduktif kalau kita mencoba mencari penyebab kepunahan massal secara umum dari gejala-gejala eksternal, yang sama sekali tidak berhubungan dengan proses yang sedang kita teliti. Hukum-hukum yang mengatur evolusi spesies haruslah dicari dan ditemukan dalam proses evolusi itu sendiri, yang mencakup baik masa-masa perubahan gradual yang panjang dan lambat, maupun masa-masa lainnya di mana perubahan dipercepat dengan luar biasa, melahirkan baik kepunahan massal dari beberapa spesies maupun kemunculan dan penguatan dari spesies-spesies baru.

Kekurangmampuan kita untuk menangkap proses secara keseluruhan, untuk memahami ciri-cirinya yang kontradiktif, kompleks, dan non-linear - yaitu, kekurangmampuan untuk melakukan pendekatan dialektik - inilah yang membuat orang mengadakan upaya-upaya sembarangan untuk memecahkan persoalan, dengan bersandarkan pada faktor-faktor eksternal, seperti *deus ex machina*,^[1] kelinci yang ditarik dari topi tukang sulap. Sepanjang jalan ini hanya terdapat jalan buntu yang paling buntu. Lebih jauh lagi, kecenderungan yang teramat menakjubkan untuk menerima skenario yang paling liar - hampir semua hal yang melibatkan ide tentang kemungkinan datangnya bencana dari langit, menandakan, setidaknya, akhir jaman - adalah suatu hal yang menyingkap bagi kita banyak hal mengenai aspek psikologis dari masyarakat di dasawarsa terakhir abad ke-20 ini.

Kelahiran Manusia yang Revolusioner

Jaman yang dikenal sebagai Kenozoikum dimulai dengan kepunahan massal 65 juta tahun lalu dan telah berlangsung terus sampai sekarang. Selama jaman ini, benua-benua terus bergeser, berpisah dan bertumburan. Ini menciptakan kondisi-kondisi lingkungan yang baru. Dalam 20 juta tahun pertama suhu naik

terus, dan satu zona tropis pun muncul, di mana kondisi-kondisi di Inggris, misalnya, menyerupai kondisi hutan di Malaya. Perkembangan yang paling penting dalam evolusi dalam jaman ini adalah kebangkitan yang luar biasa cepat dari mamalia, yang mengambil alih lingkungan yang ditinggalkan oleh para reptil. Sampai 40 juta tahun lalu, primata, gajah, babi, hewan pengerat, kuda, duyung, penyu, ikan paus dan kelelawar, beserta kebanyakan ordo burung modern dan berbagai familia tumbuhan, telah muncul.

Kebangkitan mamalia dapat dilihat sebagai sejenis perarakan yang penuh kemenangan, di mana evolusi berjalan semakin jauh ke atas, dalam garis yang tak terputus, yang berpuncak pada kelahiran umat manusia, mahkota evolusi yang bertahtakan mutu manikam. Tapi bukan ini yang terjadi. Evolusi tidak pernah berjalan dalam garis yang lurus, seperti yang telah kita lihat. Masa-masa pertumbuhan yang intensif, juga dalam masa ini, diikuti oleh pembalikan yang dramatik, kematian dan kepunahan. Dua periode utama kepunahan dikaitkan dengan perubahan lingkungan yang tajam. Sampai 40-30 juta tahun lalu, kita mendapati satu permulaan proses pendinginan. Suhu jatuh secara terus-menerus sampai 25 juta tahun berikutnya, baru stabil pada tingkatannya yang sekarang pada sekitar 5 juta tahun lalu. Periode ini mencatat masa-masa kepunahan paling mutakhir yang kini melanda mamalia.

Primata, nenek moyang kera dan manusia, tersebar di seluruh dunia. Masa-masa kepunahan dinosaurus memiliki dampak pada banyak familia dari jenis ini. Kondisi lingkungan yang baru membawa mereka pada perkembangan spesies baru yang lebih baik tingkat adaptasinya terhadap kondisi yang telah berubah. Sangat berguna kalau kita menyebutkan bahwa kondisi yang baru itu terutama mempengaruhi Afrika dan Eurasia, bukannya Amerika. Pada waktu ini, Antartika mencapai Kutub Selatan dan mulai ditutupi dengan es. Selama 10-20 juta tahun berikutnya, terjadi lagi satu masa pertumbuhan yang eksplosif dari mamalia - dari jenis yang berukuran paling besar yang pernah ada - di mana banyak spesies kera mulai bermunculan. Namun desain dasar kera tidak berubah selama masa ini, sampai satu pergeseran iklim baru yang tajam membawa transformasi yang tajam pula. Ada ketidaksepakatan yang cukup tajam antar para paleontologis tentang masalah kapan dan bagaimana hominid berpisah dari kera. Terdapat tanda-tanda dari tulang-tulang bahwa sejak 14 juta tahun lalu telah terdapat sebuah spesies yang menyerupai kera modern. Para ilmuwan percaya bahwa tulang-tulang ini berasal dari satu spesies yang hidup baik di Afrika maupun Eurasia sejak 14-7 juta tahun lalu. Kelihatannya ia adalah satu

spesies yang sangat sukses dalam evolusinya, dan merupakan nenek-moyang bersama dari manusia, kera dan gorila. Lalu, 10-7 juta tahun lalu, terdapat lagi satu perubahan lingkungan yang dramatik.

Antartika telah tertutupi oleh glaser lalu lapisan es itu menyebar, bukan hanya ke selatan, tapi juga ke utara, sampai ia menutupi Alaska, Amerika Utara, dan Eropa Utara. Karena semakin banyak air yang terjebak ke dalam es, tingkat permukaan air laut semakin turun. Telah diperkirakan bahwa kejatuhan tingkat permukaan air laut lebih dari 150 meter pada saat itu. Sebagai hasilnya, muncul banyak massa-daratan yang baru; jembatan darat terbentuk antara Eropa dan Afrika, Asia dan Amerika, Inggris dan Eropa daratan, yang memungkinkan migrasi lebih jauh dari berbagai spesies. Laut Tengah diuapkan sepenuhnya. Iklim di sekitar katulistiwa menjadi amat kering, menghasilkan padang pasir yang amat luas, beriringan dengan semakin mengecilnya hutan-hutan, dan kemunculan padang-padang rumput yang maha luas. Pada waktu ini, Asia dipisahkan dari Afrika oleh gurun-gurun, mengisolasi kera-kera Afrika dari kerabat mereka di Asia. Tidak terhindarkan lagi, ini adalah masa kepunahan massal yang baru. Tapi ia juga merupakan masa kelahiran bagi spesies-spesies baru. Pada titik tertentu, mungkin 7 juta tahun lalu, perkembangan mamalia menghasilkan spesies hominid (primata yang mirip manusia) yang pertama.

Kini telah diterima luas bahwa umat manusia bermula dari Afrika. Pada 5,3 juta tahun lalu, Laut Tengah mendapatkan kembali bentuknya, dan satu spesies kera berkembang di Afrika, yang, dalam masa sejuta tahun berkembang ke tiga jurusan berbeda, yang akhirnya melahirkan simpanse, hominid dan gorila. Pemisahan atas ketiga cabang ini merupakan satu hasil dari tekanan lingkungan di Afrika Timur. Penyebaran glaser di Afrika Selatan menghasilkan perubahan dramatik di Afrika Timur - penggundulan hutan yang dahsyat, karena curah hujan yang menipis dan iklim yang secara umum menjadi semakin kering. Ini mungkin adalah daya-penggerak yang membawa pada pemisahan ketiga spesies proto-kera itu. Sampai saat itu, mereka masih tinggal di atas pepohonan. Kini mereka memiliki tiga pilihan:

1. Sebagian dari mereka tetap tinggal di hutan. Mereka ini pastilah yang paling berhasil dalam mengumpulkan makanan dari sumber-sumber yang sangat terbatas. Namun, penurunan dari luas habitat mereka pastilah telah membuat jumlah mereka menurun dengan cepat.

2. Kelompok lain, yang terpaksa pindah ke pinggiran hutan, dengan pepohonan yang lebih jarang dan sumber makanan yang lebih sedikit, akhirnya terpaksa meningkatkan cakupan pengumpulan makanan mereka dengan bergerak di atas tanah, sambil tetap tinggal di dekat pepohonan untuk mendapatkan perlindungan. Kelompok ini diwakili oleh simpanse modern.
3. Kelompok ketiga, yang mungkin terdiri dari bagian yang paling lemah dan kurang trampil dari spesies itu dipaksa oleh kompetisi yang ketat memperebutkan sumber makanan yang semakin menipis itu untuk pindah sepenuhnya dari hutan. Mereka kemudian dipaksa bukan hanya untuk pindah bergerak di atas tanah tapi juga untuk berpindah-pindah ke tempat-tempat yang jauh untuk mendapatkan makanan yang perlu bagi kelangsungan hidup mereka. Mereka terpaksa mengembangkan satu cara hidup yang sama sekali baru, berbeda secara radikal dari primata-primata lainnya.

Tekanan lingkungan di Asia yang disebabkan oleh perubahan iklim ini juga mendorong beberapa kelompok kera untuk berpindah ke pinggir hutan. Ini kemudian berkembang menjadi babun modern, yang bergerak di tanah untuk mencari makanan, tapi kembali ke pohon untuk mendapatkan perlindungan. Primata menunjukkan berbagai jenis cara bergerak. Tarsier melompat dan memeluk pepohonan; kera gibbon berayun dari dahan ke dahan; orangutan bergerak dengan "keempat tangannya"; gorila berjalan dengan bantuan tangannya; monyet adalah quadruped [bergerak dengan empat kaki] sejati; hanya hominid yang mencoba untuk sepenuhnya menjadi bipedal [bergerak dengan dua kaki].

"Spekulasi lain telah pula terjadi berkaitan dengan penggunaan tangan. Jika kita ingin melompat dan meraih sesuatu, kita harus memiliki kemampuan untuk menaksir jarak secara akurat. Jika tidak kita bisa-bisa tidak mendapatkan apa-apa; atau malah gagal meraih dahan pohon sama sekali dan jatuh. Cara untuk menaksir jarak secara akurat adalah melalui penglihatan binokular; memfokuskan kedua mata pada satu objek untuk menghasilkan satu persepsi tentang kedalaman. Hal ini menuntut agar mata terletak di bagian depan tengkorak dan menghadap ke depan, bukan di sisi kepala, seperti mata seekor tupai. Nenek-moyang primata mengembangkan pandangan semacam itu. Tengkorak mereka menjadi bundar untuk mengakomodasi posisi mata yang baru, dan bersama dengan perubahan bentuk itu datanglah perbesaran dalam kapasitas tengkorak dan kesempatan untuk memperoleh otak yang lebih besar. Pada saat yang sama, rahang mengecil. Dengan tangan, seekor hewan tidak perlu melakukan seluruh pengumpulan makanan dan perburuannya dengan giginya. Ia akan dapat

menanggung resiko memiliki sebuah rahang yang lebih kecil dan jumlah gigi yang lebih sedikit. Kera dan monyet modern - dan juga manusia - memiliki enam belas gigi pada tiap rahang. Nenek moyang mereka memiliki sebanyak dua puluh dua pada masing-masing rahang."^[iii]

Fisiologis Jerome Bruner dalam tulisannya mengenai perkembangan mental anak-anak, telah menekankan bahwa perilaku yang trampil memiliki banyak persamaan dengan penciptaan bahasa di satu pihak dan kemampuan memecahkan masalah di pihak lain. Ketrampilan yang paling sederhana melibatkan penggunaan satu atau kedua tangan dan panduan visual. Tentang perkembangan tangan manusia, Bruner menulis demikian:

"Tangan manusia adalah sistem yang tumbuh dengan lambat, dan butuh bertahun-tahun sebelum manusia dapat menunjukkan kecerdasan manual yang telah membedakan spesies kita dari yang lain - penggunaan dan penciptaan alat. Sesungguhnya, secara historis, tangan dianggap bahkan oleh mereka yang mempelajari evolusi primata sebagai hal yang tidak terlalu menarik perhatian. Wood Jones ingin agar kita percaya bahwa terdapat perbedaan morfologi yang kecil saja antara tangan monyet dan tangan manusia, tapi perbedaan itu adalah pada fungsinya, yang dikendalikan oleh sistem syaraf pusat. Namun, seperti yang telah ditunjukkan oleh Clark dan Napier, arah evolusioner dari perubahan morfologis pada tangan, dari shrew ke kera Dunia Baru ke kera Dunia Lama ke manusia, inilah yang seharusnya mengungkapkan bagaimana fungsi tangan berubah dan, bersamanya, berubah pula sifat implementasi dari kecerdasan manusia.

"Perubahan itu telah berlangsung dengan stabil pada arah despesialisasi yang bentuknya sangat khusus. Tangan dibebaskan dari fungsinya sebagai alat pergerakan, dari fungsi penyangga tubuh, dan dari fungsi-fungsi spesial semacam yang dijalankan oleh cakar dan berbagai bentuk eksotik dari buku jari. Dengan menjadi lebih terdespesialisasi dalam fungsi, artinya menjadi lebih banyak variasi fungsi yang dapat dilakukan. Tanpa kehilangan kapasitasnya sebagai penyeimbang berat tubuh, konvergensi dalam mengambil makanan, alat untuk memegang dan memanjat, atau alat pertahanan diri - semua adalah bagian dari warisan nenek moyang keranya - tangan dalam evolusi primata yang maju mencapai beberapa kemampuan fungsional baru sambil mengalami beberapa perubahan morfologi yang diperlukan. Satu kapasitas gabungan dari kekuatan dan kemampuan menggenggam secara presisi ditambahkan kepadanya.

"Fleksibilitas dari telapak dan ibu jari meningkat melalui perubahan dalam tulang-tulang hamat dan trapesium dalam artikulasinya. Ibu jari memanjang dan sudut diamnya terhadap tangan meningkat. Buku-buku terminal melebar dan menguat, terutama ibu jari. Napier mungkin melebih-lebihkan ketika ia mengatakan, 'Bukti-bukti yang ada sekarang menunjukkan bahwa alat-alat batu dari manusia-manusia purba dibuat sebaik (atau seburuk) apa yang dapat kita buat sekarang dengan tangan kita.' Pastinya, tangan yang tadinya dungu itu menjadi semakin pandai ketika dipekerjakan dalam program-program cerdas yang disusun oleh kebudayaan kita."^[iv]

Fosil-fosil hominid pertama ditemukan di Afrika Timur, dan termasuk dalam spesies yang dikenal sebagai *Australopithecus Afarensis*, yang hidup sekitar 3,5-3,3 juta tahun lalu. Mahluk-mahluk mirip kera ini mampu berjalan tegak,

memiliki tangan dengan ibu jari yang berlawanan posisinya dengan jari lainnya, dan dengan demikian mampu memanipulasi alat. Kapasitas rongga otaknya lebih besar dari kera lainnya (450 cc). Sampai saat ini, belum ada ditemukan alat-alat yang dapat dihubungkan dengan hominid-hominid awal ini, tapi alat-alat itu terbukti ada ketika kita menjumpai spesies pertama yang jelas-jelas dikenali sebagai manusia, yang diberi nama dengan tepat sekali sebagai *Homo habilis* ("manusia pembuat alat"), yang berjalan tegak, memiliki tinggi 1,20 meter dan memiliki kapasitas otak sebesar 800 cc.

Pada titik mana pemisahan sejati dari manusia dan kera hominid terjadi? Paleontologis telah berdebat lama tentang hal ini. Jawaban ini telah dikemukakan oleh Engels dalam esai adikaryanya *The Part Played by Labour in the Transition of Ape to Man*. Tapi sesungguhnya hal ini telah diantisipasi oleh Marx dan Engels jauh sebelumnya dalam karya perdana mereka, *The German Ideology*, yang ditulis di tahun 1845:

"Manusia dapat dibedakan dari hewan melalui kesadarannya, melalui agama atau apapun yang Anda sukai. Mereka sendiri mulai membedakan diri mereka dari hewan segera setelah mereka mulai menghasilkan alat-alat pemenuhan kebutuhan hidup mereka, satu langkah yang dikondisikan oleh organisasi fisik mereka. Dengan menghasilkan alat-alat pemenuhan kebutuhan hidupnya, manusia secara tidak langsung menghasilkan kehidupan material mereka." [v]

Peran dari Pembuatan Alat

Dalam satu upaya yang mengada-ada untuk menjelekkan pandangan materialis tentang asal-usul spesies manusia, seringkali dikemukakan bahwa manusia bukanlah satu-satunya hewan yang dapat "menggunakan alat". Argumen ini sepenuhnya kosong. Walaupun banyak hewan (bukan hanya monyet dan simpanse, tapi juga beberapa jenis burung dan serangga) dapat disebut menggunakan "alat" untuk beberapa aktivitas tertentu, semua ini terbatas pada material alami apa yang dapat mereka temukan - tongkat, batu, dsb. Lebih jauh lagi, penggunaan semacam itu hanya merupakan aktivitas yang kebetulan saja, seperti ketika seekor monyet melemparkan sebatang tongkat untuk merontokkan buah dari tangkainya, atau tindakan terbatas yang sekalipun boleh jadi kompleks tapi sepenuhnya merupakan hasil dari naluri dan pengkondisian genetik. Tindakan-tindakannya selalu sama ketika diulangi. Sama sekali tidak terdapat perencanaan yang cerdas, pemahaman akan apa yang akan terjadi atau kreativitas, kecuali pada tingkatan yang sangat terbatas pada beberapa spesies mamalia yang paling maju, tapi bahkan kera-kera yang paling maju sama sekali

tidak memiliki aktivitas yang mirip dengan aktivitas produktif dari manusia yang paling primitif sekalipun.

Point yang hakiki di sini bukanlah bahwa manusia "menggunakan alat". Masalah sebetulnya adalah bahwa manusia adalah satu-satunya hewan yang membuat alat, dan bukan sebagai aktivitas kebetulan yang terisolasi, melainkan sebagai satu kondisi hakiki bagi keberadaan mereka, yang merupakan dasar bagi segala sesuatu yang lainnya. Maka, sekalipun secara genetik manusia dan simpanse hampir-hampir identik, dan perilaku dari hewan-hewan ini dalam beberapa hal mirip sekali dengan manusia, simpanse yang paling cerdas pun tidak sanggup membuat alat batu yang paling kasar seperti yang dihasilkan oleh *Homo erectus*, satu makhluk yang berada di ambang evolusioner menuju umat manusia.

Dalam bukunya yang paling mutakhir, *The Origin of Humankind*, Richard Leakey menyatakan hal ini:

"Simpanse adalah makhluk yang trampil dalam menggunakan alat, dan menggunakan tongkat untuk memanen rayap, dedaunan sebagai sepon, dan batu untuk memecahkan biji-bijian. Tapi - sejauh ini, setidaknya - tidak ada simpanse di alam liar yang terlihat memproduksi alat-alat batu. Manusia mulai memproduksi alat-alat dengan sisi tajam 2,5 juta tahun lalu dengan mengadu dua buah batu, dan dengan demikian memulai satu rangkaian aktivitas teknologis yang telah menggarisbawahi prasejarah manusia." [vi]

Bandingkan itu dengan apa yang ditulis Engels di tahun 1876:

"Banyak monyet menggunakan tangan mereka untuk membangun sarang bagi diri mereka di dahan-dahan atau bahkan, seperti simpanse, untuk membangun atap antara cabang-cabang untuk perlindungan terhadap cuaca. Dengan tangan mereka dapat menggenggam tongkat pemukul untuk mempertahankan diri terhadap musuh, atau membombardir lawannya dengan buah atau batu-batuan. Di dalam penangkaran, mereka mengerjakan dengan tangan mereka sejumlah pekerjaan sederhana yang ditiru dari manusia. Tapi justru di sinilah kita melihat betapa besarnya jurang antara tangan yang belum berkembang dari kera yang paling maju sekalipun, dan tangan manusia yang telah disempurnakan oleh kerja selama ratusan ribu tahun. Jumlah dan pengaturan umum dari tulang-tulang dan otot-otot di antara keduanya sama; tapi tangan dari orang yang paling barbar sekalipun dapat melakukan ratusan pekerjaan yang tidak akan pernah dapat ditiru oleh tangan monyet. Tidak ada tangan makhluk kera yang pernah membuat pisau batu yang paling kasar sekalipun." [vii]

Nicholas Toth telah menghabiskan banyak waktu dalam usaha untuk merekonstruksi metode yang digunakan oleh manusia-manusia purba untuk menghasilkan alat-alat, dan telah sampai pada kesimpulan bahwa proses pembuatan alat batu yang paling dasar pun membutuhkan bukan saja ketelitian dan ketrampilan tangan, tapi juga satu tingkatan kemampuan merencanakan dan melihat apa yang akan terjadi ke depan.

"Untuk dapat bekerja secara efisien, para pembuat alat batu harus memilih sebutir batu dengan bentuk yang sesuai, mengambil sudut siku untuk menghantam; dan gerakan menghantam itu sendiri membutuhkan latihan yang banyak untuk dapat menyalurkan jumlah tenaga yang tepat di tempat yang tepat. 'Kelihatannya jelas bahwa proto-manusia pertama yang membuat alat memiliki satu naluri yang baik akan dasar-dasar pengerjaan batu,' Toth menulis dalam sebuah paper di tahun 1985. 'Tidak ada keraguan bahwa para pembuat alat yang pertama memiliki kapasitas mental jauh di atas kera-kera,' ia memberi tahu saya baru-baru ini. 'Pembuatan alat membutuhkan satu koordinasi atas kemampuan motorik dan kognitif yang cukup tinggi.'" [viii]

Ada satu korelasi yang erat antara tangan, otak, dan lain-lain organ tubuh. Bagian dari otak yang berhubungan dengan tangan jauh lebih besar dari yang berhubungan dengan bagian tubuh lainnya. Darwin telah memahami fakta bahwa perkembangan berbagai bagian dari organisme terhubung dengan perkembangan dari bagian lain yang kelihatannya tidak memiliki hubungan apapun dengannya. Ia menyebut gejala ini hukum korelasi pertumbuhan. Perkembangan ketrampilan menggunakan tangan melalui kerja menyediakan satu rangsangan untuk perkembangan otak yang cepat.

Perkembangan umat manusia bukanlah satu kebetulan, tapi merupakan hasil dari satu keharusan. Posisi berdiri tegak dari hominid-hominid pertama diperlukan untuk memungkinkan mereka bergerak bebas di padang rumput dalam rangka mencari makanan. Kepala harus didudukkan di puncak tubuh untuk dapat mendeteksi keberadaan hewan pemangsa, seperti yang kita lihat pada lain-lain satwa penghuni padang rumput, seperti meerkat. Sumber makanan yang terbatas menghasilkan satu keharusan untuk mengumpulkan dan memindahkannya, hal yang merupakan daya pendorong pengembangan tangan.

Kera tidaklah memiliki tubuh yang sesuai untuk berjalan pada dua kaki dan hanya dapat melakukan hal itu dengan kikuk. Anatomi dari hominid awal menunjukkan struktur tulang yang jelas teradaptasi untuk cara berjalan tegak. Postur tegak ini memiliki kelemahan-kelemahan yang besar. Mustahil bagi mahluk bipedal untuk dapat berlari secepat mereka yang berjalan dengan empat kaki. Dalam banyak cara, bipedalisme adalah satu postur yang tidak alamiah, yang menjelaskan keberadaan penyakit punggung yang telah menghantui manusia sejak masih tinggal di gua-gua sampai sekarang. Keuntungan besar dari bipedalisme adalah bahwa posisi itu membebaskan tangan untuk dapat bekerja. Inilah lompatan besar umat manusia. Kerja, bersama dengan alam, adalah sumber segala kekayaan. Tapi, seperti yang ditunjukkan oleh Engels, tentu tidaklah terbatas pada ini saja:

"Kerja adalah kondisi dasar bagi seluruh keberadaan manusia, dan cakupannya adalah sedemikian rupa sehingga, dalam makna tertentu, kita harus mengatakan: kerja menciptakan manusia itu sendiri."

Perkembangan tangan melalui kerja terkait erat dengan perkembangan tubuh secara keseluruhan.

"Maka tangan bukan saja organ untuk bekerja, ia juga merupakan hasil dari kerja itu sendiri. Hanya melalui kerja, melalui adaptasi untuk pekerjaan-pekerjaan yang semakin baru, melalui pewarisan perkembangan otot, ligamen dan, setelah beberapa waktu, juga tulang khusus yang telah diperoleh, dan melalui pengerjaan yang semakin diperbaharui atas perbaikan yang diwariskan ini dalam pekerjaan-pekerjaan yang baru dan semakin rumit, hanya melalui semua inilah tangan manusia mencapai tingkat kesempurnaan yang tinggi, yang telah memungkinkannya menghasilkan lukisan seperti karya Raphael, patung-patung seperti karya Thorwaldsen, dan musik seperti karya Paganini.

"Tapi tangan tidaklah hadir sendirian. Ia hanyalah salah satu anggota dari keseluruhan organisme yang kompleks itu. Dan apa yang menguntungkan bagi tangan, menguntungkan pula seluruh tubuh yang ia layani."^[ix]

Hal yang sama berlaku pula untuk bahasa. Sekalipun kera sanggup menghasilkan serangkaian bunyi-bunyian dan sikap tubuh yang boleh dilihat sebagai sejenis "bahasa" embrionik, segala upaya yang pernah dicoba untuk mengajarkan mereka berbicara telah menemui kegagalan. Bahasa, seperti dijelaskan Engels, adalah satu hasil dari proses produksi kolektif, dan hanya dapat lahir dalam sebuah spesies yang aktivitas hidupnya bergantung semata pada kerja-sama dalam rangka menghasilkan alat, satu proses yang kompleks yang harus dipelajari secara sadar dan diteruskan dari generasi yang satu ke generasi berikutnya. Tentang hal ini, Noam Chomsky menulis:

"Setiap orang yang ingin mempelajari sifat manusia dan kapasitasnya haruslah dengan satu atau lain cara memahami fakta bahwa semua manusia normal mendapatkan kemampuan berbahasa, sementara kemampuan untuk memahami dasar-dasar bahasa yang paling kasarpun berada jauh di luar kemampuan dari kera yang paling cerdas sekalipun."

Belakangan ini, telah menjadi jamak untuk mencoba menunjukkan bahwa bahasa bukanlah satu hal yang khas manusia. Walaupun tidak ada keraguan sedikitpun bahwa sistem komunikasi juga ada di antara hewan-hewan, sangatlah tidak tepat jika kita menggambarkan hal itu sebagai bahasa. Bahasa manusia muncul dari masyarakat manusia dan aktivitas produksi manusia yang kooperatif, dan berbeda secara kualitatif dengan sistem-sistem komunikasi lain di kalangan hewan, bahkan sistem yang paling kompleks sekalipun.

"Bahasa manusia kelihatannya adalah suatu gejala yang unik, tanpa analogi yang cukup baik dalam dunia hewan. Jika benar demikian, merupakan hal yang tidak masuk nalar untuk mengangkat persoalan bagaimana menjelaskan evolusi bahasa manusia dari sistem-sistem yang lebih primitif yang muncul di kalangan kapasitas kecerdasan yang lebih rendah tingkatannya."

Dan lagi:

"Sejauh kami ketahui, kepemilikan manusia atas bahasa berhubungan dengan jenis organisasi mental yang khusus, bukan sekedar tingkat kecerdasan yang lebih tinggi. Kelihatannya tidak ada gunanya untuk memandang bahasa manusia sebagai sekedar satu peristiwa yang lebih kompleks dari sesuatu yang ditemukan juga di dunia hewan. Hal ini merupakan sebuah masalah bagi para ahli biologi, karena, jika hal ini benar, ini adalah satu contoh dari 'kemunculan' sejati - munculnya satu gejala yang berbeda secara kualitatif pada tahap tertentu dari kompleksitas organisasi."^[x]

Perkembangan ukuran otak yang cepat merupakan satu masalah tambahan, khususnya dalam hubungannya dengan proses melahirkan bayi. Sementara seekor bayi kera memiliki ukuran otak sebesar 200 cc - sekitar setengah dari ukuran otak dewasanya - bayi manusia (385 cc) hanya memiliki seperempat dari ukuran otak manusia dewasa (sekitar 1350 cc). Bentuk dari tulang pinggul manusia, yang teradaptasi untuk berjalan tegak membatasi ukuran bukaan pinggul. Maka, semua bayi manusia dilahirkan "secara prematur", sebagai hasil dari otak manusia yang berukuran besar dan pembatasan yang dipaksakan oleh rekayasa biologis melalui bipedalisme.

Ketidakterdayaan yang sangat dari seorang bayi manusia nampak jelas jika dibandingkan dengan spesies mamalia yang lain. Telah diajukan oleh Barry Bogin, seorang ahli biologi di University of Michigan, bahwa tingkat pertumbuhan tubuh yang lambat dari bayi manusia, jika dibandingkan dengan kera, berhubungan dengan waktu panjang yang dibutuhkan untuk menyerap aturan-aturan dan teknik yang kompleks dari masyarakat manusia. Bahkan perbedaan antara ukuran tubuh anak dan dewasa membantu menegakkan satu hubungan guru-murid, di mana yang muda belajar dari yang tua, sementara di kalangan kera pertumbuhan yang cepat akan segera menumbuhkan rivalitas fisik. Ketika proses pembelajaran yang panjang ini selesai, tubuh dengan cepat mengejar dengan satu lompatan mendadak dalam pertumbuhannya ketika masa remaja.

"Manusia menjadi manusia melalui pembelajaran yang intensif bukan hanya atas kemampuan bertahan hidup tapi juga atas adat dan moral sosial, kekerabatan dan hukum-hukum sosial - yakni, kebudayaan. Lingkungan

sosial di mana bayi yang tak berdaya dipelihara dan anak-anak yang lebih tua diberi pendidikan adalah satu ciri yang lebih menjadi milik manusia ketimbang kera."^[xi]

Organisasi Sosial

Kehidupan di padang rumput terbuka dengan berjenis hewan pemangsa adalah pekerjaan yang berbahaya. Manusia bukanlah hewan yang perkasa; dan hominid-hominid awal jauh lebih kecil dari manusia modern. Mereka tidak memiliki cakar yang kuat atau gigi yang tajam, mereka juga tidak dapat berlari lebih cepat dari singa maupun pemangsa berkaki empat lainnya. Satu-satunya cara untuk bertahan hidup adalah dengan mengembangkan satu komunitas yang sangat terorganisir dan ko-operatif untuk sebuah eksploitasi kolektif atas sumber makanan yang langka itu. Tapi langkah yang menentukan tidak diragukan lagi adalah pembuatan artefak, dimulai dengan kapak-kapak batu, yang digunakan untuk berbagai macam keperluan. Sekalipun penampilan mereka amat sederhana, alat-alat ini sebetulnya sudah mencapai tingkat yang sangat canggih dan serba-guna, yang pembuatannya menunjukkan tingginya tingkatan organisasi, perencanaan, dan setidaknya unsur-unsur dari pembagian kerja. Di sinilah kita mendapati permulaan sejati dari masyarakat manusia. Mengutip Engels:

"Seperti yang telah dikatakan, mahluk kera yang merupakan nenek moyang kita harus bersifat bersahabat; tentunya mustahil mencari garis keturunan manusia, hewan yang paling bersifat sosial, dari nenek-moyang yang tidak bersahabat. Penguasaan atas alam, yang dimulai dengan perkembangan tangan, melalui kerja, meluaskan cakrawala manusia pada tiap langkah maju yang diambilnya. Ia terus-menerus menemukan sifat-sifat baru dari benda-benda alami, yang tadinya tidak dipahaminya. Di pihak lain, perkembangan kerja pastilah membantu membawa anggota-anggota masyarakat semakin dekat satu sama lain melalui semakin banyaknya kasus yang membutuhkan dukungan bersama, aktivitas gabungan, dan melalui datangnya pemahaman akan pentingnya aktivitas gabungan ini bagi tiap individu. Pendeknya, mahluk-mahluk yang sedang bergerak untuk menjadi manusia itu sampai pada titik di mana mereka membutuhkan untuk saling bercakap-cakap. Kebutuhan itu membawa pada penciptaan organ untuk hal itu; melalui modulasi, kerongkongan kera yang agak terbelakang itu berubah perlahan-lahan untuk dapat membuat modulasi yang semakin hari semakin maju, dan organ-organ mulut secara perlahan belajar untuk mengucapkan huruf-huruf satu demi satu."^[xii]

Pembuatan alat, awal pembagian kerja, yang awalnya dibagi antara laki-laki dan perempuan, perkembangan bahasa, dan sebuah masyarakat yang didasarkan pada kerja sama - inilah unsur-unsur yang menandai kemunculan sejati dari umat manusia. Ini bukanlah proses yang lambat dan gradual, melainkan lagi-lagi adalah lompatan revolusioner, salah satu titik-balik yang paling menentukan

dalam evolusi. Mengutip kata-kata paleontologis Lewin Binford, "Spesies kita telah sampai - bukan sebagai hasil dari proses progresif yang bertahap tapi secara eksplosif dalam jangka waktu yang relatif singkat." [xiii]

Hubungan antara kerja dan lain-lain faktor dijelaskan oleh Engels:

"Yang pertama adalah kerja, lalu setelah itu, pengucapan yang fasih - inilah dua rangsangan yang paling hakiki yang mempengaruhi otak dari kera untuk perlahan-lahan berubah menjadi otak manusia, yang sekalipun banyak persamaan di antara keduanya tetap saja otak manusia lebih besar dan lebih sempurna. Bersama dengan perkembangan otak berjalan juga perkembangan dari peralatannya yang paling langsung - organ-organ pengindera. Seperti halnya perkembangan pengucapan pasti disertai dengan perkembangan organ-organ pendengaran, demikian juga perkembangan otak secara keseluruhan disertai pula dengan pengasahan semua indera. Seekor elang dapat melihat dalam jarak yang lebih jauh daripada manusia, tapi mata manusia melihat lebih banyak benda daripada mata elang. Anjing memiliki penciuman yang lebih tajam daripada manusia, tapi ia tidak dapat membedakan seperseratus bagian dari satu bau tertentu yang dapat dibedakan oleh manusia. Dan indera perasa, yang dimiliki oleh kera hanya dalam bentuk awalnya yang paling kasar, telah dikembangkan sejajar dengan perkembangan tangan manusia itu sendiri, melalui kerja."

Hominid-hominid awal memiliki sumber makanan yang dominan vegetarian, sekalipun penggunaan alat yang paling primitif seperti tongkat penggali memberi mereka akses pada sumber pasokan yang tidak dapat dicapai oleh kera-kera lain. Diet ini diperkuat oleh sejumlah kecil daging, yang didapat dengan cara memungut bangkai. Terobosan sesungguhnya datang ketika pembuatan alat dan senjata memungkinkan manusia untuk beralih kepada perburuan sebagai sumber makanan yang primer. Konsumsi daging tak diragukan lagi membawa manusia pada perkembangan otak yang semakin cepat:

"Makanan dari daging," tulis Engels, "mengandung zat-zat paling hakiki yang dibutuhkan organisme bagi metabolismenya dalam keadaan yang hampir jadi. Hal ini memperpendek waktu yang dibutuhkan, bukan hanya untuk pencernaan, tapi juga bagi proses-proses tubuh yang vegetatif, yang masih berkerabat dengan proses serupa pada tumbuhan, dan dengan demikian meraih waktu yang lebih panjang, material, dan keinginan akan sebuah manifestasi aktif atas kehidupan hewani dalam maknanya yang setepat-tepatnya. Dan semakin jauh mahluk itu bergerak untuk menjadi manusia, semakin jauh ia terpisah dari dunia tumbuhan, semakin tinggi pula ia bangkit mengatasi hewan-hewan. Seperti ketika kucing dan anjing liar menjadi pembantu manusia ketika mereka semakin terbiasa dengan pangan dari tumbuhan di samping daging, demikian pula adaptasi terhadap pangan dari daging, di samping pangan dari tumbuhan, memberikan sumbangan yang besar pada kekuatan tubuh dan kemandirian dari mahluk yang kelak menjadi manusia itu. Namun, efek yang paling hakiki dari pangan dari daging adalah pada otak, yang kini menerima pasokan material yang jauh lebih kaya, material yang diperlukan untuk pasokan gizi dan

perkembangannya, sehingga ia dapat berkembang lebih cepat dan sempurna dari generasi ke generasi."^[xiv]

Point yang persis sama diajukan oleh Richard Leakey, yang menghubungkan hal itu dengan satu perubahan mendasar dalam organisasi sosial. Di kebanyakan primata lain, terdapat kompetisi yang buas antar para jantan untuk dapat mengawini betinanya. Hal ini tercermin dalam perbedaan yang nampak nyata dalam ukuran tubuh antara, katakanlah, jantan dan betina dari babun padang rumput. Perbedaan semacam itu terlihat pula pada hominid-hominid awal, seperti *Australopithecus afarensis*. Hal ini menunjukkan satu struktur sosial yang lebih mirip kera ketimbang manusia. Dengan kata lain, adaptasi fisik seperti bipedalisme, sekalipun sangat vital sebagai prakondisi untuk evolusi manusia, belumlah dapat membuat kita harus, seperti yang disarankan oleh Richard Leakey, menganggap hominid-hominid awal ini sebagai manusia.

Di antara babun padang rumput, para jantan (yang ukuran tubuhnya dua kali ukuran tubuh betinanya) meninggalkan kelompok segera setelah mereka mencapai kedewasaan, dan bergabung dengan kelompok lain, di mana mereka segera memasuki persaingan dengan pejantan yang berkuasa untuk mendapatkan akses kepada para betina. Maka, dalam istilah Darwin, para jantan ini tidak memiliki alasan (genetik) untuk bekerja sama satu dengan lainnya. Di antara simpanse, di pihak lain, untuk alasan-alasan yang sampai saat ini belum dipahami, para jantan tetap tinggal dalam kelompok di mana mereka dilahirkan, dan para betina yang bermigrasi. Simpanse jantan, yang secara genetik berkerabat, memiliki alasan Darwinian untuk bekerja sama, yang mereka lakukan, baik untuk mempertahankan kelompok itu terhadap serangan luar, maupun untuk kadang kala berburu monyet untuk menambah pasokan gizi mereka. Perbedaan dalam ukuran tubuh antara simpanse jantan dan betina hanyalah 15-20%, mencerminkan dominasi sifat kerja sama dari masyarakat ini.

Walaupun perbedaan ukuran antara anggota-anggota jantan dan betina dari *Australopithecus afarensis* demikian besarnya sehingga pada awalnya fosil-fosil mereka dikira berasal dari dua spesies yang berbeda, situasinya amat berbeda pada anggota-anggota spesies manusia yang paling awal, di mana jantan hanya berbeda tidak lebih dari 20% dari betinanya, seperti pada simpanse, kerabat genetik kita yang terdekat. Tentang hal ini, Leakey berkomentar:

"Seperti yang telah diajukan oleh antropolog Cambridge Robert Foley dan Phyllis Lee, perubahan dalam perbedaan ukuran tubuh pada saat awal terbentuknya genus Homo ini jelas mencerminkan satu perubahan dalam organisasi sosialnya. Sangat mungkin, para jantan Homo yang pertama tetap tinggal dengan kelompok natalitas [sesuai dengan jalur keturunan] mereka bersama saudara-saudara kandung dan saudara-saudara angkat mereka,

sementara para betina berpindah ke kelompok lain. Kekerabatan, seperti yang telah saya tunjukkan, memperbaiki kerja sama antar para jantan.

"Kita tidak dapat begitu yakin apa yang memicu pergeseran dalam organisasi sosial ini: kerja sama yang semakin baik di antara para jantan haruslah sangat menguntungkan karena satu atau lain alasan. Beberapa antropolog telah berargumen bahwa pertahanan terhadap kelompok Homo lain menjadi demikian pentingnya. Alasan lain yang sama atau bahkan lebih mungkin, adalah perubahan yang berpusat pada kepentingan-kepentingan ekonomis. Beberapa jalur pembuktian menunjukkan pada pergeseran pasokan pangan bagi Homo - di mana daging menjadi satu sumber energi dan protein yang penting. Perubahan dalam struktur gigi pada Homo awal menunjukkan bahwa mereka memakan daging, seperti juga penyempurnaan teknologi alat batu. Lebih jauh lagi, peningkatan dalam ukuran otak adalah bagian dari paket Homo yang mungkin bahkan telah menuntut agar spesies itu menambah pasokan makanannya dengan sumber yang kaya energi."^[xv]

Kita sudah lama mengetahui bahwa otak adalah satu organ yang metabolismenya sangat mahal, yang di kalangan manusia modern menyerap 20% dari energi yang dikonsumsi, sekalipun hanya merupakan 2% dari berat tubuh secara keseluruhan. Antropolog Australia Robert Martin telah menjelaskan bahwa peningkatan ukuran otak pada *Homo* awal hanya dapat terjadi pada basis peningkatan pasokan energi, yang hanya dapat datang dari daging, dengan konsentrasi kalori, protein dan lemaknya. Awalnya, ini pasti datang dari memakan bangkai, dan beberapa aktivitas perburuan (yang, seperti kita ketahui, terjadi bahkan di kalangan simpanse). Tapi belakangan tidak diragukan lagi bahwa perburuan memainkan peran yang semakin penting dalam penyediaan pasokan makanan yang semakin beragam dan kaya gizi, dengan akibat-akibat evolusioner yang jauh jangkauannya.

Hipotesis tentang Perkembangan Manusia

Di tahun-tahun terakhir, telah terdapat kontroversi yang keras tentang peranan perburuan dalam masyarakat manusia purba. Ada satu kecenderungan untuk meremehkan peran perburuan dan lebih menekankan pada peran pengumpulan makanan dan pencarian bangkai. Walaupun persoalan ini belumlah diselesaikan secara pasti, sulitlah untuk tidak menyepakati pandangan Leakey bahwa argumen yang menentang model pemburu-pengumpul atas masyarakat manusia purba telah dibawa terlalu jauh. Juga sangat menarik untuk mencatat bagaimana kontroversi-kontroversi ini mencerminkan prasangka-prasangka atau tekanan sosial tertentu yang sama sekali tidak ada hubungannya dengan isu yang sedang dibahas.

Di tahun-tahun awal abad ke-20, sudut pandang idealis mendominasi. Umat manusia menjadi manusia karena otaknya, dengan tingkat pemikirannya yang tinggi, yang mendorong semua perkembangan yang lain. Belakangan, pandangan tentang "Manusia sang Pembuat Alat" muncul kembali, sekalipun dalam bentuk yang agak idealis, di mana alat-alat, tapi tidak termasuk senjata, dikatakan sebagai daya-penggerak evolusi. Kejadian-kejadian yang mengerikan sepanjang Perang Dunia II menghasilkan satu reaksi terhadapnya, dalam bentuk teori "Manusia sang Kera Pembunuh", yang diajukan "mungkin karena teori itu terlihat dapat menjelaskan (atau bahkan membenarkan) kejadian-kejadian mengerikan sepanjang jalannya perang," Leakey berkomentar dengan cerdas.

Di tahun 1960-an, terdapatlah minat besar pada !Kung San - kelompok yang diberi nama secara ngawur sebagai "Bushmen", orang-orang semak, dari gurun Kalahari, sekelompok orang yang tinggal dalam keserasian dengan lingkungan alaminya, dan mengeksploitasi lingkungan itu dengan cara yang amat kompleks. Mereka sangat cocok dengan minat atas persoalan lingkungan yang sedang berkembang saat itu di masyarakat Barat. Di tahun 1966, ide tentang "Manusia sang Pemburu" [*Man the Hunter*] muncul kembali dengan kuat pada satu konferensi antropologi besar di Chicago. Namun, hal ini segera dijatuhkan oleh gerakan "Pembebasan Perempuan" di tahun 1970-an. Karena perburuan biasanya dilihat sebagai aktivitasnya laki-laki, diasumsikan - tanpa alasan yang jelas - bahwa penerimaan akan hal ini berarti merendahkan martabat perempuan dalam masyarakat-masyarakat awal. Lobi kaum feminis yang kuat mengajukan hipotesis "Perempuan sang Pengumpul" [*Women the Gatherer*], di mana diajukan bahwa pengumpulan makanan, terutama tumbuhan, yang dapat dikerjakan bersama-sama, adalah basis evolusi masyarakat manusia yang kompleks ini.

Peranan sentral dari perempuan dalam masyarakat awal tidak dapat dibantah lagi, dan dengan jelas telah dijelaskan oleh Engels dalam karya klasiknya *The Origins of the Family, Private Property and State*. Namun, merupakan satu kesalahan serius jika kita memaksakan pembacaan - atau lebih buruk lagi, prasangka - yang diambil dari masyarakat masa kini ke dalam catatan-catatan historis. Perjuangan untuk emansipasi perempuan tidak akan memperoleh manfaat sedikitpun dengan cara memanipulasi realitas historis agar cocok dengan selera masa kini, tapi dengan melucutinya dari hakikat sejatinya. Kita tidak dapat membuat masa depan umat manusia lebih baik dengan melukiskan masa lalu dengan cat yang berwarna cerah. Kami juga tidak akan menganjurkan orang untuk menjadi vegetarian dengan menyangkal peran mendasar yang

dimainkan oleh konsumsi daging, perburuan, dan, ya, bahkan kanibalisme, dalam proses perkembangan otak manusia.

"Dengan segala penghormatan terhadap para vegetarian, haruslah kita akui bahwa manusia tidaklah menjadi seperti sekarang tanpa adanya pasokan makanan dari daging, atau jika pemangsaan daging ini, di antara beberapa bangsa yang kita kenal, telah membawa kepada kanibalisme di satu atau saat yang lain (nenek moyang orang-orang Berlin, bangsa Weletabia atau Wilzian, masih memakan orang tua mereka sampai sekitar abad ke-10 Masehi), hal itu sama sekali tidak ada hubungannya dengan kita saat ini." [xvi]

Dengan cara yang sama, pembagian kerja pasti telah ada di antara laki-laki dan perempuan pada masyarakat manusia yang paling awal. Kesalahannya adalah dengan mencampuradukkan pembagian kerja dalam masyarakat terdahulu, di mana tidak ada kepemilikan pribadi atau keluarga seperti yang kita kenal saat ini, dengan ketidaksetaraan dan penindasan terhadap perempuan dalam masyarakat kelas modern. Dalam mayoritas masyarakat pemburu-pengumpul yang masih ada, yang diketahui oleh para antropolog, terdapat pula unsur-unsur pembagian kerja di mana para laki-laki berburu dan para perempuan mengumpulkan tumbuhan untuk makanan.

"Kemah itu adalah tempat bagi interaksi sosial yang intensif, dan satu tempat di mana makanan dibagi rata di antara mereka"; komentar Leakey, "ketika daging tersedia, pembagian ini seringkali melibatkan upacara yang rumit, yang diatur oleh aturan sosial yang ketat."

Ada alasan yang baik untuk menganggap bahwa situasi yang mirip hadir juga pada masyarakat manusia awal. Bukannya sebuah karikatur dari Darwinisme Sosial, yang berusaha mengekstrapolasi hukum-hukum rimba kapitalisme untuk berlaku bagi seluruh sejarah dan prasejarah manusia, semua bukti yang tersedia justru menunjukkan bahwa seluruh dasar masyarakat awal manusia adalah kerja sama, aktivitas kolektif dan saling berbagi. Glynn Isaac dari Harvard University membuat satu kemajuan yang penting dalam pemikiran antropologis dalam sebuah artikel besar yang diterbitkan dalam *Scientific American* di tahun 1978. Hipotesis berbagi makanan dari Isaac menekankan dampak sosial dari pengumpulan dan pembagian makanan secara kolektif. Dalam sebuah pidato di tahun 1982 memperingati seabad wafatnya Darwin, ia menyatakan: "Adopsi atas pembagian makanan akan mendorong perkembangan bahasa, resiprositas sosial dan kecerdasan." Dalam buku terakhirnya, *The Making of Mankind*, Richard Leakey menulis bahwa "hipotesis tentang pembagian makanan adalah kandidat terkuat untuk menjelaskan apa yang membuat manusia-manusia pertama mulai melangkah di jalan yang kemudian mengantarkan mereka menjadi manusia modern."

Dua juta tahun terakhir telah dicirikan oleh siklus cuaca yang unik. Masa-masa panjang pendinginan yang intensif dan pergerakan glaser telah disela oleh masa-masa pendek naiknya suhu dan mundurnya batas glaser. Jaman-jaman es memiliki rata-rata durasi sekitar 100.000 tahun, di mana masa-masa interglasial [di antara dua jaman es] berlangsung rata-rata 10.000 tahun. Di bawah kondisi yang ekstrim ini, mamalia dipaksa untuk mengembangkan bentuk-bentuk yang semakin maju, atau punah. Dari total 119 species mamalia yang hidup di Eropa dan Asia 2 juta tahun lalu, hanya sembilan yang masih terus hidup. Mayoritas besar sisanya telah berkembang menjadi spesies yang lebih maju, atau punah. Sekali lagi, kelahiran dan kematian tidak terpisahkan dalam proses dialektika evolusi yang kontradiktif, dan penuh manis-getir.

Jaman es terakhir menyerah pada masa interglasial yang baru, yang telah berlangsung sampai saat ini, tapi masa inipun akan segera berakhir. *Homo erectus* akhirnya menyerahkan tahtanya pada hominid yang lebih maju - *Homo sapiens* - sekitar 500.000 tahun lalu. Ras manusia (*Homo sapiens sapiens*) merupakan satu jalur evolusioner dari *Homo sapiens*, yang bercabang darinya sekitar seratus tahun lalu. Garis lainnya - *Homo sapiens neanderthalensis* - punah atau terserap ke dalam spesies kita sekitar 40.000 tahun lalu. Maka, umat manusia pun berkembang melalui masa-masa yang dicirikan dengan pendinginan yang intensif. Kondisi-kondisi ini mencerminkan perjuangan yang keras untuk bertahan hidup. Walau demikian, terdapat masa-masa lain di mana kondisi-kondisinya membaik, merangsang pertumbuhan yang cepat dan gelombang-gelombang migrasi manusia. Fajar bagi umat manusia telah menyingsing.

Engels dan Asal-usul Manusia

Bagaimana ide-ide Engels, *The Part Played by Labour in the Transition of Ape to Man*, bila dibandingkan dengan teori-teori evolusi yang paling mutakhir?

Salah satu paleontolog modern yang paling terkemuka adalah Stephen J. Gould.

Dalam bukunya *Ever Since Darwin*, ia memberikan pujian ini pada essay karya

Engels itu:

"Sungguh, abad ke-19 menghasilkan satu exposé yang gemilang dari sebuah sumber yang pastilah mengejutkan kebanyakan pembaca - Friederick Engels. (Sedikit perenungan seharusnya mengurangi keterkejutan itu. Engels memiliki minat yang tajam akan ilmu-ilmu alam dan berusaha mendasarkan filsafat umumnya tentang materialisme dialektik di atas satu landasan yang 'positif'. Ia tidak berkesempatan menyelesaikan 'Dialectics of Nature' tapi ia telah berhasil memasukkan satu komentar panjang tentang ilmu pengetahuan dalam esai-essai semacam Anti-Dühring.) Di tahun 1876 Engels menulis sebuah esai berjudul *The Part Played by Labour in the Transition of*

Ape to Man. Esai itu diterbitkan setelah ia meninggal di tahun 1896 dan, sayangnya, tidak memiliki dampak yang nyata pada ilmu pengetahuan Barat.

"Engels membahas tiga ciri hakiki dari evolusi manusia: kemampuan berbicara, ukuran otak yang besar, dan posisi berdiri tegak. Ia berpendapat bahwa langkah pertama haruslah berupa turunnya nenek moyang kita dari pepohonan, dan evolusi yang menyusul berupa berdiri tegak. 'Kera-kera ini ketika bergerak di dataran mulai meninggalkan kebiasaan menggunakan tangan mereka dan mengadopsi sikap yang semakin lama semakin tegak. Inilah langkah yang menentukan dalam peralihan dari kera menuju manusia.' Posisi berdiri tegak membebaskan tangan untuk menggunakan alat (kerja, dalam istilah Engels); meningkatkan kecerdasan dan baru kemudian datang kemampuan berbicara."^[xvii]

Sekalipun bukti-bukti sudah bertumpuk, teori-teori idealis tentang evolusi manusia tetap melancarkan perlawanan yang keras kepala terhadap materialisme, seperti yang kita lihat dari kutipan berikut, yang diambil dari sebuah buku yang diterbitkan baru-baru ini di tahun 1995:

"Kekuatan yang paling mungkin telah mendorong evolusi kita adalah ... proses evolusi kebudayaan. Sejalan dengan semakin kompleksnya evolusi kebudayaan kita, demikian pula otak kita, yang kemudian mendorong tubuh kita ke arah kemampuan respon yang lebih besar dan kebudayaan kita ke arah kompleksitas yang lebih tinggi dalam sebuah lingkaran umpan-balik. Otak yang besar dan cerdas membawa kita pada kebudayaan yang semakin lama semakin kompleks dan tubuh kita menyesuaikan diri untuk mengambil keuntungan daripadanya, yang pada gilirannya membawa otak yang semakin lama semakin besar dan cerdas pula."^[xviii]

Para idealis telah berulang kali mencoba menyatakan bahwa manusia dibedakan dari hewan-hewan "yang lebih rendah" oleh kecerdasannya yang superior. Bagi mereka, manusia pertama, karena satu alasan yang tidak terjelaskan, "menjadi cerdas" terlebih dahulu, baru mulai bicara, menggunakan alat, melukis dan seterusnya. Jika hal ini memang benar, kita seharusnya mengharapkan hal itu tercermin dalam satu peningkatan besar atas ukuran otak pada tahap yang sangat awal dalam evolusi kita. Namun, catatan fosil menunjukkan bahwa bukan demikian halnya.

Dalam perjalanan tiga dasawarsa terakhir, telah terdapat serangkaian kemajuan besar dalam ilmu paleontologi, penemuan-penemuan fosil baru yang mencengangkan, dan cara-cara baru untuk mengartikan penemuan-penemuan itu. Menurut satu teori yang paling mutakhir, kera-kera bipedal pertama berevolusi sekitar 7 juta tahun lalu. Berikutnya, dalam sebuah proses yang dikenal oleh para ahli biologi sebagai "radiasi adaptif", terjadilah satu perkembangbiakan yang dahsyat dari spesies-spesies bipedal (yakni, spesies yang berjalan dengan dua kaki), dengan evolusi atas berbagai spesies kera bipedal, masing-masing

beradaptasi pada kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Sekitar 2-3 juta tahun lalu, salah satu spesies mengembangkan otak yang jauh lebih besar daripada spesies lainnya - *Homo erectus*. Inilah hominid pertama yang menggunakan api; yang berburu sebagai sumber pasokan makanannya yang utama; yang berlari dengan cara yang sama seperti manusia modern dan yang membuat alat menurut satu rencana yang telah dirancang sebelumnya. Maka, peningkatan ukuran otak bertepatan waktunya dengan kemunculan pertama dari aktivitas pembuatan alat, sekitar 2,5 juta tahun lalu. Dengan demikian, selama 5 juta tahun, tidak ada peningkatan yang tajam dari ukuran otak, dan kemudian terjadi satu lompatan besar yang jelas berkaitan dengan pembuatan alat.

Biologi molekuler menunjukkan bahwa spesies hominid yang paling awal muncul sekitar 5 juta tahun lalu, dalam bentuk kera bipedal dengan lengan yang panjang dan jari yang melengkung. Proto-manusia ini, *Australopithecus*, memiliki otak yang kecil - hanya 400 cc. Lompatan kualitatif terjadi pada *Homo habilis*, yang memiliki ukuran otak lebih dari 600 cc - satu peningkatan yang drastis, 50%. Kemajuan besar berikutnya adalah *Homo erectus*, dengan ukuran otak antara 850 dan 1100 cc.

Sampai kemunculan *Homo sapiens* sekitar 100.000 tahun lalu, ukuran otak belum mencapai tingkat seperti yang sekarang - 1350 cc. Maka, hominid-hominid awal tidaklah memiliki ukuran otak yang besar. *Evolusi manusia tidaklah didorong oleh otak. Sebaliknya, ukuran otak yang membesar adalah hasil dari evolusi manusia, khususnya pembuatan alat.* Lompatan kualitatif dalam ukuran otak terjadi pada *Homo habilis* ("si tukang") dan jelas-jelas terkait dengan pembuatan alat batu. Sesungguhnya satu lompatan kualitatif baru terjadi pada transisi dari *Homo erectus* menuju *Homo sapiens*.

"Pikiran manusia muncul di bumi ini dengan kemendadak yang mengejutkan," tulis John McCrone. "Hanya dalam waktu 70.000 tahun - tidak sampai sekejap mata dalam skala geologis - adalah seluruh waktu yang diperlukan untuk peralihan nenek moyang kita dari kera cerdas menjadi *Homo sapiens* yang memiliki kesadaran diri.

"Di sisi sebelah sana dari perbatasan evolusioner ini berdirilah *Homo erectus*, satu makhluk cerdas dengan otak hampir sebesar otak manusia modern, satu kebudayaan alat sederhana dan penguasaan atas api - namun secara mental masih sangat lemah. Pada sisi yang sebelah sini berdirilah *Homo sapiens* dengan ritual dan kesenian simboliknya - lukisan gua, manik-manik dan gelang-gelang, lampu-lampu hias dan kuburan - yang menandai kedatangan satu pikiran yang sadar-diri. Sesuatu yang mendadak dan dramatik pasti telah terjadi, dan kejadian inilah yang pasti telah menjadi titik awal bagi kesadaran manusia." [xix]

Dapatkah Kera Membuat Alat?

Belakangan ini telah menjadi mode untuk mengaburkan perbedaan antara manusia dengan anggota-anggota kerajaan hewan yang lain sampai pada titik di mana perbedaan itu hampir-hampir lenyap sama sekali. Dalam makna tertentu cara ini lebih disukai daripada segala hal tidak masuk nalar yang dikemukakan para idealis di masa lalu. Manusia adalah hewan, dan berbagi sejumlah ciri dengan hewan lain, khususnya dengan kerabat terdekat kita, kera. Perbedaan genetik antara manusia dan simpanse hanyalah sekitar dua persen. Namun, di sini juga, kuantitas berubah menjadi kualitas. *Dua persen inilah yang merupakan lompatan kualitatif yang telah secara menentukan memisahkan umat manusia dari segala macam spesies yang lain.*

Ditemukannya satu spesies simpanse yang langka, bonobo, yang bahkan lebih dekat lagi pada manusia daripada jenis simpanse yang lain, telah membangkitkan banyak perhatian. Dalam buku mereka *Kanzi, The Ape at the Brink of the Human Mind*, Sue Savage-Rumbaugh dan Roger Lewin telah memerikan telaah mereka atas kapasitas mental dari bonobo yang ditangkarkan, yang diberi nama Kanzi. Tidak ada keraguan lagi bahwa tingkat kecerdasan yang ditunjukkan oleh Kanzi jauh lebih tinggi dari apa yang sejauh ini terlihat dalam mahluk-mahluk non-manusia lain, dan dalam beberapa aspek sangat mirip dengan kecerdasan anak manusia. Terutama, ia menunjukkan satu potensi untuk, katakanlah, pembuatan alat. Ini adalah satu argumen yang sangat kuat memihak pada teori evolusi.

Walau demikian, hal yang penting dari percobaan yang berupaya membuat bonobo itu membuat alat batu, adalah bahwa ia tidak pernah berhasil melakukannya. Di alam liar, simpanse menggunakan "alat-alat" seperti "tongkat pemancing" untuk membuat rayap keluar dari sarangnya, dan bahkan menggunakan batu sebagai "landasan" untuk memecahkan biji-bijian yang keras. Pekerjaan-pekerjaan itu menunjukkan satu tingkat kecerdasan yang tinggi, dan tak diragukan lagi membuktikan bahwa kerabat manusia yang terdekat itu memiliki *beberapa* prasyarat mental yang dibutuhkan untuk menjalankan aktivitas yang tingkatannya tinggi. Tapi seperti yang pernah dikomentari oleh Hegel, ketika kita ingin melihat pohon oak, kita tentu tidak puas jika hanya diperlihatkan bijinya saja. *Potensi* untuk membuat alat tidaklah sama dengan benar-benar membuat alat itu, sama seperti kemungkinan memenangkan £10 juta dalam sebuah lotere sama sekali berbeda dengan benar-benar memenangkannya. Lebih jauh lagi, potensi ini, pada penelitian yang lebih dekat, ternyata sangatlah relatif sifatnya.

Simpanse modern kadang kala berburu monyet-monyet kecil. Tapi mereka tidak menggunakan senjata atau alat untuk keperluan ini; *mereka menggunakan gigi mereka*. Manusia-manusia pertama sanggup memotong potongan daging yang besar, untuk keperluan itu mereka menggunakan alat batu yang tajam. Tidak diragukan lagi bahwa hominid-hominid pertama hanya menggunakan alat-alat yang sudah tersedia di alam seperti tongkat untuk menggali akar di tanah. Persis inilah apa yang kita lihat di kalangan simpanse modern. Jika manusia terus bersandar pada pasokan makanan yang terutama berasal dari tumbuhan, tidak akan pernah ada kebutuhan untuk membuat alat-alat batu. Tapi kemampuan untuk membuat alat-alat batu memberi mereka akses pada satu pasokan makanan yang sama sekali baru. Hal ini tetap sah jikalau pun kita menerima bahwa manusia-manusia pertama bukanlah pemburu melainkan pemakan bangkai. Mereka tetap membutuhkan alat batu untuk memotong kulit hewan besar yang tebal-tebal itu.

Proto-manusia dari kebudayaan Oldowan di Afrika Timur telah memiliki teknik-teknik yang cukup maju untuk pembuatan alat batu melalui proses yang dikenal sebagai *flaking*.^[2] Mereka memilih jenis batu yang tepat, dan membuang yang lain; mereka menggunakan sudut siku untuk memukul, dan seterusnya. Semua ini menunjukkan satu tingkat kecanggihan dan ketrampilan yang tinggi, yang tidak pernah terlihat dalam "karya" Kanzi, sekalipun ada campur-tangan aktif dari manusia yang ditujukan untuk mendorong bonobo itu agar menghasilkan alat. Setelah upaya berulang-ulang, para pelaku percobaan itu dipaksa untuk mengakui bahwa:

"Sejauh ini Kanzi telah memperlihatkan tingkatan yang relatif rendah dalam ketrampilan teknik pada setiap [dari empat] kriteria dibandingkan dengan apa yang terlihat bahkan dari Jaman Batu Awal."

Dan mereka menyimpulkan:

"Maka, ada satu perbedaan yang jelas dalam ketrampilan Kanzi dalam memecah batu dengan yang ditunjukkan oleh para pembuat alat batu di Oldowan, yang kelihatannya mengimplikasikan bahwa manusia-manusia pertama ini telah berhenti menjadi kera."^[xx]

Di antara berbagai perbedaan yang memisahkan bahkan hominid yang paling primitif sekalipun dari kera yang paling maju, perbedaan yang terhitung penting adalah perubahan dalam struktur tubuh yang terkait dengan posisi berjalan tegak. Struktur lengan dan pergelangan tangan bonobo, misalnya, berbeda dari manusia. Jari yang panjang dan melengkung dan ibu jari yang pendek membuatnya sulit menggenggam batu secara cukup efektif sehingga dapat

memukul dengan kuat memakai gerakan menyamping. Fakta ini telah ditunjukkan oleh orang lain:

Tangan simpanse memiliki ibu jari yang telah berkembang baik, yang posisinya berlawanan dengan posisi jari lainnya, "tapi jari itu sangat gemuk dan berhimpitan dengan telunjuk, tidak dapat kita mempertemukan ujung ibu jarinya dengan ujung telunjuknya. Pada tangan hominid, ibu jari jauh lebih besar dan terputar sehingga ia berhadapan dengan telunjuk. Ini adalah hal yang menyertai bipedalisme dan menghasilkan peningkatan yang tajam dalam ketrampilan menggunakan tangan. Semua hominid menunjukkan bahwa mereka memiliki jenis tangan semacam ini - bahkan afarensis, hominid tertua yang kini dikenal. Tangan mereka hampir tak dapat dibedakan dari tangan manusia modern."^[xxi]

Sekalipun banyak upaya mengaburkan garis batas ini, perbedaan antara kera yang paling maju sekalipun dengan hominid yang paling primitif telah ditetapkan tanpa keraguan lagi. Ironisnya, percobaan-percobaan ini, yang ditujukan untuk membuktikan bahwa ide tentang manusia sebagai makhluk pembuat alat adalah keliru, *justru telah membuktikan hal yang persis kebalikannya*.

Manusia dan Bahasa

Seperti upaya yang telah dilakukan orang untuk membuktikan bahwa pembuatan alat bukanlah satu ciri hakiki dari kemanusiaan, demikian pula beberapa orang telah melancarkan upaya seperti itu dalam hal bahasa. Bagian dari otak yang dikenal sebagai area Broca dikaitkan dengan bahasa, dan diperkirakan hanya terdapat pada manusia. Kini telah diketahui bahwa area ini juga ada pada hewan-hewan lain. Fakta ini telah digunakan untuk membuktikan bahwa penguasaan bahasa bukanlah unik milik manusia. Tapi argumen ini masih sangat rapuh. Faktanya tetap bahwa tidak ada spesies selain manusia yang tergantung pada bahasa untuk kelangsungannya sebagai sebuah spesies. Bahasa adalah hal yang hakiki bagi cara produksi sosial, yang merupakan basis dari masyarakat manusia.

Untuk membuktikan bahwa hewan lain juga dapat berkomunikasi sampai tahap tertentu, tidaklah perlu untuk menelaah perilaku bonobo. Banyak spesies yang tingkatnya lebih rendah memiliki sistem komunikasi yang cukup canggih - bukan hanya mamalia, tapi juga burung dan serangga. Semut dan lebah adalah hewan sosial dan memiliki bentuk komunikasi yang berkembang dengan maju. Walau demikian, ini tidak dapat dianggap mencerminkan satu kemampuan berpikir secara intelektual, atau bahkan untuk berpikir sama sekali. Kemampuan ini diwariskan dan merupakan naluri. Kemampuan ini juga sangat terbatas dalam cakupannya. Tindakan-tindakan yang itu-itu lagi diulangi berkali-kali dan secara

mekanik, dan sama sekali tidak mengurangi efektivitasnya. Tapi hanya beberapa orang saja yang akan menganggap hal ini sebagai *bahasa*, seperti yang kita kenal sehari-hari.

Seekor beo dapat diajari mengulangi satu kalimat penuh. Apakah ini berarti bahwa ia dapat berbicara? Cukup jelas bahwa, walaupun ia dapat menirukan berbagai bunyi-bunyian dengan cukup baik, ia tidak memiliki pemahaman akan makna dari tiap bunyi tersebut. Justru pemahaman akan makna itulah hakikat dari sebuah bahasa. Halnya agak berbeda dengan mamalia yang tingkatannya lebih tinggi. Engels, yang juga merupakan seorang pemburu yang baik, tidaklah terlalu yakin sampai di mana anjing dan kuda memahami bahasa manusia dan seberapa frustasinya mereka karena tidak dapat berbicara dalam bahasa manusia itu. Tentu, tingkat pemahaman yang ditunjukkan oleh Kanzi, si bonobo dalam tangkaran itu, cukup tinggi. Sekalipun demikian, ada satu alasan mengapa tidak ada hewan selain manusia yang memiliki bahasa. Hanya manusia yang memiliki pita suara yang memungkinkan dikeluarkannya bunyi konsonan. Tidak ada hewan lain yang dapat menghasilkan bunyi konsonan. Beberapa dapat membuat bunyi klik dan desis. Sesungguhnya, konsonan hanya dapat dibunyikan bersamaan dengan bunyi vokal, atau mereka akan tereduksi menjadi sekedar bunyi klik dan desis. Kemampuan untuk membunyikan konsonan adalah hasil dari postur berjalan dengan dua kaki, seperti yang ditunjukkan oleh studi terhadap *Kanzi*:

"Hanya manusia yang memiliki pita suara yang memungkinkannya untuk menghasilkan bunyi konsonan. Perbedaan antara pita suara kita dengan pita suara kera, walaupun relatif minor, cukup signifikan dan dapat dikaitkan dengan penyempurnaan postur bipedal dan kebutuhan yang menyusulnya, yaitu untuk membawa kepala dalam posisi berdiri yang seimbang di atas pusat tulang belakang. Sebuah kepala yang besar dengan rahang yang berat akan menyebabkan pembawanya bungkuk ke depan dan akan menyulitkannya untuk berlari cepat. Untuk mendapatkan postur tegak yang seimbang, sangat penting untuk menyusutkan struktur rahang dan dengan demikian saluran vokal kera yang agak landai itu dibengkokkan menyiku. Bersamaan dengan penyurutan ukuran rahang dan muka semakin datar, lidah, bukannya terletak sepenuhnya di dalam mulut malah turun sedikit ke dalam kerongkongan untuk membentuk bagian berlakang oropharynx. Keluasan gerak lidah memungkinkan modulasi rongga oropharynx dalam cara yang tidak dimungkinkan pada kera, yang lidahnya terletak sepenuhnya di dalam mulut. Mirip dengan itu, pembengkokan tajam pada jalur udara supralarynx berarti bahwa jarak antara bagian lidah yang lembut dengan bagian belakang kerongkongan menjadi sangat pendek. Dengan mengangkat bagian lembut lidah, kita dapat memblok jalur udara ke hidung, memungkinkan kita membentuk turbulensi yang diperlukan untuk menghasilkan konsonan."

Tanpa konsonan, kita tidak dapat dengan mudah membedakan antara satu kata dengan kata yang lain. Kita hanya akan dapat melolong dan mengeram. Keduanya dapat mengusung sejumlah informasi, tapi tentunya sangat terbatas:

"Bahasa memiliki variasi yang tak terhingga dan sampai saat ini hanya telinga manusia yang dapat dengan cepat menemukan unit-unit yang bernama dalam pola yang variasinya tak terhingga ini. Konsonan memungkinkan kita mencapai tahapan yang semacam ini."

Bayi manusia sanggup membedakan konsonan dengan cara yang mirip dengan orang dewasa sejak umur yang sangat muda, seperti yang diketahui oleh tiap orang yang pernah mendengar "omongan bayi". Omongan ini persis terdiri dari percobaan-percobaan terus-menerus untuk mengkombinasikan konsonan dan vokal - "ba-ba, pa-pa, ta-ta, ma-ma," dan seterusnya. Bahkan pada tahap yang sangat awal ini, seorang bayi manusia sanggup melakukan pekerjaan yang tidak dapat dilakukan oleh hewan dewasa yang manapun.

Apakah kemudian kita harus menyimpulkan bahwa satu-satunya alasan mengapa hewan lain tidak memiliki bahasa adalah sepenuhnya karena faktor fisiologis? Kesimpulan semacam adalah kesalahan yang serius. Bentuk pita suara, dan kemampuan fisik untuk mengkombinasikan vokal dan konsonan adalah prakondisi fisik untuk berkembangnya bahasa manusia, tapi tidak lebih daripada itu. Hanya perkembangan tangan, yang tidak terpisahkan dari kerja dan kebutuhan untuk mengembangkan satu masyarakat yang tinggi tingkat kerja samanya, yang memungkinkan diperbesarnya ukuran otak dan penciptaan bahasa. Kelihatannya area di dalam otak yang berkaitan dengan penggunaan alat dan bahasa memiliki bersatu pada awalnya, ketika sistem syaraf masih pada taraf perkembangan, seperti yang terjadi pada seorang anak kecil, dan baru terpisahkan pada usia dua tahun, ketika area Broca membangun sirkuit yang terdiferensiasi dengan korteks anterior prefrontal.[3] Hal ini dengan sendirinya merupakan bukti yang jelas akan adanya rantai ketat antara pembuatan alat dan bahasa. Bahasa dan kemampuan rekayasa berkembang secara bersamaan, dan proses evolusi ini dijalani lagi dan lagi dalam perkembangan bayi manusia pada saat ini. Hominid-hominid paling awal dari kebudayaan Oldowan sekalipun memiliki kemampuan rekayasa jauh lebih maju daripada kera. Mereka bukan sekedar "kera yang berjalan tegak". Pembuatan dari alat batu yang paling sederhana sekalipun jauh lebih kompleks daripada yang dibayangkan. Ia membutuhkan perencanaan dan kemampuan memahami apa yang akan datang. *Homo habilis* harus merencanakan beberapa langkah ke depan. Ia harus tahu bahwa di

masa datang ia akan membutuhkan sebuah alat, sekalipun ia pada tidak membutuhkan alat tersebut ketika ia menemukan bahan yang sesuai. Pemilihan yang teliti atas jenis batu, dan penolakan terhadap jenis lainnya; pencarian sudut pukulan yang menyiku; ini semua menunjukkan satu tingkat kemampuan berpikir yang berbeda secara kualitatif dari kera. Kelihatannya muskil bahwa setidaknya bentuk kasar dari bahasa tidak hadir pada tahap ini. Tapi ada bukti lebih jauh yang menunjuk ke arah ini. Manusia memiliki satu keluarbiasaan dalam penggunaan tangan, 90% manusia lebih mampu menggunakan tangan kanan. Hal ini tidak nampak pada primata lain. Seekor kera boleh jadi lebih dapat menggunakan tangan kanan atau kiri, tapi untuk keseluruhan populasi kemungkinannya kira-kira adalah lima puluh-lima puluh. Gejala pemilihan tangan [*handedness*] seperti ini terkait erat dengan kemampuan rekayasa dan bahasa:

"*Handedness* terkait dengan lokalisasi fungsi pada belahan otak yang saling berseberangan. Lokasi kemampuan rekayasa dari (kebanyakan) para pengguna tangan kanan yang terletak di belahan otak kiri diringi oleh lokasi kemampuan bahasa di tempat itu pula. Belahan otak kanan telah terspesialisasi untuk kemampuan-kemampuan spasial."

Gejala ini tidak terdapat pada *Australopithecus*, tapi telah ditemukan pada tengkorak *Homo habilis* yang paling tua, pembuat alat yang pertama. Sangatlah tidak mungkin bahwa hal ini adalah satu kebetulan. Pada saat kita sampai pada *Homo erectus*, bukti-buktinya segunung:

"Ketiga garis pembuktian anatomis ini - otak, alat-alat vokal, dan kemampuan menggunakan alat - menyediakan dukungan mendasar terhadap tangan dan tentang perubahan-perubahan yang lambat dan lama pada jalan menuju terciptanya bahasa. Seiring dengan perubahan-perubahan tersebut dalam otak dan alat-alat vokal, terjadi juga perubahan bertahap pada tangan, perubahan yang membuatnya menjadi alat yang sangat cocok untuk penciptaan dan penggunaan alat." [xxii]

Kemunculan umat manusia merupakan satu lompatan kualitatif dalam evolusi. Di sini, untuk pertama kalinya, materi menjadi sadar akan dirinya sendiri. Sebagai ganti evolusi yang berjalan tanpa disadari, kita kini memiliki satu kendali tertentu atas proses kesejarahan. Mengutip Frederick Engels:

"Dengan manusia, kita memasuki sejarah. Hewan juga memiliki sejarah, yaitu tentang garis keturunannya dan evolusi bertahap sampai tahapan yang kini mereka miliki. Namun sejarah ini dituliskan bagi mereka, dan sejauh menyangkut apakah mereka sendiri mengambil bagian di dalamnya, hal ini terjadi tanpa sepengetahuan dan keinginan mereka. Di pihak lain, semakin umat manusia memisahkan diri dari hewan dalam makna sempit, semakin mereka menulis sejarahnya sendiri, secara sadar, semakin sedikit pengaruh efek-efek yang tidak dilihat sebelumnya dan kekuatan-kekuatan yang tidak

dapat dikontrol atas sejarah ini, dan semakin akurat hasil-hasil historis yang dicapai dengan tujuan-tujuan yang telah ditetapkan di muka.

"Namun, jika kita menerapkan ukuran ini atas sejarah manusia, bahkan pada bangsa-bangsa yang paling maju sekalipun pada saat ini, kita menemukan bahwa masih terus ada satu ketidaksesuaian yang kolosal antara tujuan-tujuan yang diajukan dan hasil-hasil yang dicapai, bahwa efek-efek yang tidak terlihat masih dominan, dan bahwa kekuatan-kekuatan yang tidak terkontrol masih jauh lebih kuat daripada kekuatan-kekuatan yang digerakkan sesuai dengan rencana. Dan tidak bisa tidak selama aktivitas historis manusia yang paling hakiki, aktivitas yang telah mengangkat mereka dari kerajaan hewan menuju kemanusiaan dan yang membentuk landasan material bagi semua aktivitas mereka yang lain, yaitu proses produksi kebutuhan hidup mereka, produksi sosial kita, terutama masih tunduk pada permainan dari efek-efek yang tidak diinginkan, dan pengecualian belaka jika proses itu sesekali dapat mencapai tujuan-tujuan yang diinginkan, yang sering terjadi adalah justru sebaliknya

"Hanya satu pengorganisasian yang dilakukan secara sadar atas proses produksi sosial, di mana produksi dan distribusi dijalankan dengan cara yang terencana, yang dapat mengangkat umat manusia di atas dunia hewan dalam kaitannya dengan aspek sosialnya, dengan cara yang sama seperti yang telah dilakukan oleh proses produksi terhadap umat manusia dalam aspek biologis. Evolusi historis membuat pengorganisasian semacam itu makin hari makin tidak dapat diabaikan, tapi juga semakin hari semakin dimungkinkan. Bila saat itu dicapai, akan dimulai satu epos sejarah, di mana umat manusia itu sendiri, dan bersamanya segala cabang dari aktivitasnya, dan khususnya ilmu-ilmu alam, akan mengalami satu kemajuan yang akan menampatkan segala sesuatu yang mendahuluinya ke dalam bayang-bayang yang paling gelap."^[xxiii]

[1] *Deus ex machina* - dalam lakon-lakon, seringkali terdapat konflik-konflik yang tak terselesaikan, yang tiba-tiba saja terselesaikan ketika sang pahlawan datang pada saat yang paling menegangkan. Atau, jika tidak demikian, maka lakon itu memasukkan sebuah mukjizat yang membuat sang pahlawan sanggup mengatasi rintangan yang paling muskil dipecahkan, seperti datangnya seorang peri atau bidadari atau hal-hal mukjizat lainnya. Kemunculan dari mukjizat "buatan" inilah yang disebut *deus ex machina*. [Catatan Penerjemah.]

[2] *Flaking* - manusia purba membuat alat batu dengan menghantamkan sebuah batu kepada batu lainnya sehingga batu yang dihantam itu pecah pinggirannya. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai batu yang dihantam itu memiliki sisi yang tajam. [Penerjemah.]

[3] Anterior prefrontal cortex - bagian dalam dari lapisan terluar otak (korteks) yang terletak di bagian depan tengkorak. Tentang korteks prefrontal, lihat bab 13. [Penerjemah.]

- [i] Dikutip dalam D. C. Johanson dan M. A. Edwy, *Lucy, The Beginning of Humankind*, p. 237.
- [ii] Dikutip dalam T. Ferris, *The World Treasury of Physics, Astronomy and Mathematics*, pp. 262-3, 265 dan 266.
- [iii] D. C. Johanson dan M. A. Edwy, op. cit., p. 320.
- [iv] J.S. Bruner, *Beyond the Information Given*, pp. 246-7.
- [v] MECW, Vol. 5, p. 31.
- [vi] Richard Leakey, *The Origin of Humankind*, p. 36.
- [vii] Engels, *Dialectics of Nature*, pp. 229-30.
- [viii] Leakey, op. cit., p. 38.
- [ix] Engels, op. cit., pp. 228 dan 230-1.
- [x] N. Chomsky, *Language and Mind*, pp. 66-7 dan 70.
- [xi] Leakey, op. cit., p. 45.
- [xii] Engels, op. cit., pp. 231-2.
- [xiii] Dikutip dalam Leakey, op. cit., p.67.
- [xiv] Engels, op. cit., pp. 233-4 dan 237.
- [xv] Leakey, op. cit., p. 54.
- [xvi] Engels, op. cit., p. 237.
- [xvii] Gould, op. cit., pp. 210-1.
- [xviii] Christopher Wills, *The Runaway Brain: The Evolution of Human Uniqueness*, p. xxii.
- [xix] *New Scientist*, 29 Januari 1994, p. 28.
- [xx] S. Savage-Rumbaugh dan R. Lewin, *Kanzi, The Ape at the Brink of the Human Mind*, p. 218.
- [xxi] Johanson dan Edey, op. cit., p. 325.
- [xxii] Savage-Rumbaugh dan Lewin, op. cit., pp. 226-7, 228 dan 237-8.
- [xxiii] Engels, op. cit., pp. 48-9.

Bab 13. Terciptanya Pikiran

Teka-teki Tentang Otak

"Alam organik tumbuh dari alam tak hidup; alam yang hidup menghasilkan satu bentuk yang sanggup membuat pemikiran. Pertama-tama, kita memiliki materi, yang tidak dapat berpikir; dari mana tumbuh materi yang dapat berpikir, manusia. Jika memang ini yang terjadi - dan kita tahu bahwa demikianlah halnya, dari ilmu alam - jelaslah bahwa materi adalah ibu dari pikiran; bukan pikiran yang menjadi ibu dari materi. Anak-anak tidak pernah lebih tua dari orang tua mereka. 'Pikiran' datang belakangan, dan maka dari itu kita harus menganggapnya sebagai keturunan, dan bukan orang tua ... materi ada sebelum munculnya manusia yang berpikir; bumi ada jauh sebelum munculnya 'pikiran' apapun di permukaannya. Dengan kata lain, materi ada secara objektif, tidak tergantung dari 'pikiran'. Tapi gejala-gejala fisik, yang disebut 'pikiran' itu, tidak pernah dan tidak akan hadir tanpa materi. Pikiran tidak ada tanpa otak; nafsu adalah mustahil tanpa ada organisme yang memiliki nafsu itu Dengan kata lain; gejala fisik, gejala kesadaran, adalah sekedar ciri dari materi yang terorganisir dalam cara tertentu, satu 'fungsi' dari materi semacam itu." (Nikolai Bukharin)

"Interpretasi atas mekanisme otak merupakan satu dari misteri biologis yang terakhir, tempat pengungsian terakhir dari mistisme gelap dan filsafat religius yang penuh spekulasi." (Steven Rose)

Selama berabad-abad, seperti yang telah kita lihat, isu sentral dari filsafat adalah pernyataan tentang hubungan antara pikiran dan keberadaan. Kini, setelah menunggu begitu lama, langkah-langkah besar yang telah dibuat oleh ilmu pengetahuan mulai menyingkap sifat sejati dari pikiran dan bagaimana ia bekerja. Kemajuan-kemajuan ini menyediakan konfirmasi yang tegas terhadap cara pandang materialis. Hal ini demikian halnya terutama berkaitan dengan kontroversi antara otak dan neurobiologi. Tempat persembunyian terakhir bagi mistisisme kini tengah digempur habis-habisan, walau itu juga tidak dapat mencegah para idealis untuk melancarkan aksi-aksi garis belakang yang keras kepala, seperti yang ditunjukkan kutipan di bawah ini:

"Ketika menjadi mustahil untuk menyelidiki unsur-unsur non-material dari penciptaan ini, banyak orang kemudian mengabaikannya. Mereka berpikir bahwa hanya materilah yang riil. Maka pemikiran kita yang terdalam sekalipun harus direduksi menjadi bukan apa-apa selain hasil dari sel-sel otak yang bekerja menurut hukum-hukum kimia. ... Kita boleh menelaah respon elektrik otak yang mengiringi pikiran, tapi kita tidak dapat mereduksi Plato menjadi sekedar denyutan syaraf, atau Aristoteles menjadi sekedar gelombang alpha. ... Penggambaran tentang pergerakan fisik tidak akan pernah menyingkapkan makna pergerakan itu sendiri. Biologi hanya dapat menyelidiki dunia neuron dan sinapsis yang saling mengunci satu sama lain itu."^[1]

Apa yang kita sebut "pikiran" adalah sekedar cara mengada dari otak. Tentu ini adalah satu gejala yang teramat rumit dan penuh komplikasi, hasil dari berjuta tahun evolusi. Kesulitan dalam menganalisa proses kompleks yang terjadi dalam otak dan sistem syaraf, dan kesalingterhubungan yang sama kompleksnya antara proses mental dan lingkungannya, bermakna bahwa pemahaman yang tepat atas sifat pikiran telah tertunda selama berabad-abad. Penundaan ini telah memungkinkan para idealis dan teolog untuk berspekulasi tentang sifat mistis dari apa yang mereka sebut "jiwa", yang dipandang sebagai sebuah zat non-material yang diijinkan untuk mengambil tempat sementara di dalam tubuh. Kemajuan neurobiologi modern berarti bahwa kaum idealis akhirnya mulai benar-benar diusir dari tempat pengungsian terakhir mereka. Sejalan dengan semakin terbukanya rahasia-rahasia di balik otak dan sistem syaraf, semakin mudahlah untuk menjelaskan pikiran, tanpa harus menyandarkan diri pada agen-agen supernatural, sebagai *jumlah total dari aktivitas otak*.

Mengutip ahli neurobiologi Steven Rose, pikiran dan kesadaran adalah

"... konsekuensi yang niscaya dari evolusi struktur otak tertentu yang berkembang dalam serangkaian perubahan evolusioner dalam yang ditempuh oleh kemunculan umat manusia ... kesadaran adalah satu konsekuensi dari evolusi dari satu tingkatan kompleksitas dan derajat interaksi tertentu di antara sel-sel syaraf (neuron) dari vorteks serebral, sementara bentuk yang diambilnya telah dimodifikasi secara mendasar bagi tiap otak individual oleh perkembangannya dalam hubungannya dengan lingkungannya."^[ii]

Pikiran - Sebuah Mesin?

Pandangan tentang otak manusia telah berubah pesat selama lebih dari 300 tahun terakhir, sejak kelahiran ilmu pengetahuan modern dan bangkitnya masyarakat kapitalis. Dalam sejarah, cara memandang otak telah diwarnai oleh prasangka-prasangka religius dan filsafat yang berkembang di masanya. Bagi Gereja, pikiran adalah "rumah Tuhan". Materialisme mekanistik di abad ke-18 menganggapnya sebagai satu mesin mekanik seperti sebuah jam. Baru-baru ini, ia digambarkan sebagai satu penjumlahan yang mustahil atas kejadian-kejadian probabilistik. Di abad pertengahan, ketika ideologi Katolik mendominasi semuanya, jiwa dikatakan terserap ke dalam segala bagian tubuh; otak, tubuh, pikiran dan materi tidaklah dapat dibedakan. Dengan munculnya Copernicus, Galileo, dan akhirnya Newton dan Descartes, dengan pandangan mereka tentang materialisme mekanik, terjadilah satu pergeseran sudut pandang.

Bagi Descartes, dunia ini adalah semacam mesin, dan organisme hidup hanyalah sejenis gerigi jam atau lengan hidraulik dari pompa. Citra mesin Cartesian inilah yang telah mendominasi ilmu pengetahuan dan berfungsi sebagai perumpamaan yang mengabsahkan satu pandangan tertentu atas dunia, yang mengambil mesin sebagai model untuk organisme hidup dan bukan sebaliknya. Tubuh adalah satu keseluruhan yang tak terpisahkan, yang segera kehilangan ciri-ciri hakikinya begitu ia dilepaskan dari keseluruhan itu. Mesin, sebaliknya, dapat dibongkar agar dapat dipahami dan kemudian dipasang kembali. Tiap bagian melakukan fungsi yang dapat dianalisa secara terpisah, dan keseluruhannya bekerja dalam cara yang regular, yang dapat diuraikan melalui kerja bagian-bagiannya yang saling mempengaruhi.

Pada tiap tahap, penggambaran tentang otak telah dengan setia mencerminkan keterbatasan ilmu pengetahuan pada masa tersebut. Pandangan dunia yang mekanistik dari abad ke-18 mencerminkan fakta bahwa ilmu pengetahuan yang paling modern waktu itu adalah mekanika. Bukankah Newton yang agung telah menjelaskan seluruh jagad ini melalui hukum-hukum mekanika? Lalu mengapa tubuh dan pikiran manusia harus bekerja dengan cara yang lain? Descartes menerima baik pandangan ini ketika ia menggambarkan tubuh manusia sebagai sejenis mesin. Tapi karena Descartes adalah seorang Katolik yang taat, ia tidak dapat membuat dirinya menerima bahwa jiwa yang kekal itu dapat menjadi bagian dari mesin ini. Ia harus menjadi sesuatu yang sama sekali terpisah, yang terdapat pada satu area khusus di dalam otak, apa yang disebutnya sebagai kelenjar pineal. Dalam sudut otak yang lokasinya tidak jelas ini, Jiwa mengambil tempat sementara dalam tubuh, dan memberi hidup pada mesin itu.

"Dengan demikian berkembanglah satu disjungsi yang niscaya, tapi tetap saja fatal, bagi pemikiran ilmiah Barat," ujar Stephen Rose, "dogma yang dikenal dalam kasus Descartes dan 'dualisme' yang menjadi penerusnya; satu dogma yang, seperti yang nanti kita lihat, adalah satu konsekuensi yang niscaya dari segala macam materialisme reduksionis yang pada akhirnya tidak ingin menerima bahwa manusia 'tidak lain' adalah pergerakan dari molekul-molekulnya. Dualisme adalah satu penyelesaian atas paradoks dari mekanisme yang akan memungkinkan agama dan ilmu pengetahuan reduksionis menangkis semua kontestan yang menantang mereka bertarung untuk mempersebutkan supremasi ideologis. Pandangan ideologis ini adalah penyelesaian yang sesuai dengan tata aturan kapitalis yang berlaku saat itu karena pada hari-hari kerja pandangan itu memungkinkan orang untuk memperlakukan orang lain sebagai sekedar mesin, membuat orang lain menjadi objek, dan mengeksploitasi tanpa kontradiksi, sementara di hari Minggu kontrol ideologis dapat diperkuat dengan pernyataan bahwa kekekalan dan kehendak bebas dari jiwa yang bersemayam di dalam tubuh

tidak akan terpengaruh oleh trauma yang dialami di dunia pada hari-hari kerja, trauma yang telah dikenakan pada tubuh mereka."^[iii]

Di abad ke-18 dan 19, pandangan tentang pikiran sebagai "hantu yang menghuni mesin" berubah. Dengan ditemukannya listrik, otak dan sistem syaraf kemudian dilihat sebagai satu jaring-jaring elektrik. Pada peralihan abad ini, analogi dengan rumah telpon muncul pula, di mana otak mengolah pesan-pesan dari berbagai organ yang berbeda. Dengan datangnya era produksi massal, datang pula model organisasi bisnis, seperti yang dinyatakan dalam kutipan berikut, yang berasal dari sebuah ensiklopedia anak-anak:

"Bayangkan otakmu sebagai cabang eksekutif dari bisnis besar. Ia dibagi-bagi, seperti yang kamu lihat di sini, dalam banyak departemen. Yang duduk di meja besar di kantor pusat itu adalah Manajer Umum (GM) - kesadaran dirimu - dengan kabel telpon yang tersambung ke berbagai departemen. Di sekitarmu ada para asisten utamamu - Superintenden Pesan Masuk, seperti Penglihatan, Pengecapan, Penciuman, Pendengaran, dan Perasaan (dua yang terakhir terletak di belakang kantor pusat). Di dekatmu terdapat juga Superintenden Pesan Keluar yang mengendalikan Bicara dan pergerakan Tangan, Kaki dan lain-lain bagian tubuhmu. Tentu saja, hanya pesan-pesan yang paling penting yang akan sampai ke kantor pusat. Tugas-tugas rutin seperti menjalankan jantung, paru-paru dan perut atau mengawasi detail-detail kecil dari kerja-kerja otot dijalankan oleh Manajer Aksi Otomatis di dalam Medulla Oblongata dan Manajer Aksi Refleks di Cerebellum. Semua departemen selain yang di atas membentuk apa yang disebut para ilmuwan sebagai Cerebrum"

Dengan munculnya komputer yang dapat menjalankan perhitungan dalam jumlah yang menggetarkan, disejajarkannya ia dengan otak juga menjadi satu hal yang niscaya. Cara yang ditempuh komputer untuk menyimpan informasi dikenal sebagai *memori*. Komputer-komputer yang semakin hari semakin kuat terus dibangun. Seberapa dekat sebenarnya komputer dengan otak manusia? Pada akhirnya, fiksi ilmiah telah membawa film *Terminator* kepada kita, di mana komputer dikatakan telah melampaui kecerdasan manusia dan berjuang untuk mengambil alih kendali atas dunia. Namun, seperti yang dijelaskan Stephen Rose dalam bukunya yang paling mutakhir:

"Otak tidak bekerja berdasarkan informasi seperti komputer, tapi berdasarkan makna. Dan pemaknaan adalah satu proses yang dibentuk secara historis dan melalui pengembangan yang panjang, yang dinyatakan oleh individu dalam interaksinya dengan lingkungan alam dan sosialnya. Sungguh, salah satu masalah dalam menelaah ingatan adalah persis karena ia adalah sebuah gejala yang dialektik. Karena tiap kali kita mengingat, dalam cara tertentu kita ingatan kita dikenai kerja dan diubah; ingatan itu tidak sekedar dipanggil dan, setelah dicek, dikembalikan ke tempatnya dalam keadaan utuh. Ingatan kita diciptakan kembali setiap kali kita mengingat."^[iv]

Apa itu Otak?

Otak manusia adalah titik tertinggi yang sampai saat ini telah dicapai oleh evolusi materi. Secara fisik, beratnya sekitar 1,5 kilogram, yang lebih berat dari segala organ manusia yang lain. Permukaannya berkerut seperti kacang walnut dan memiliki warna dan konsistensi seperti bubur dingin. Namun, ia sangat kompleks secara biologis. Ia mengandung sejumlah besar sel (neuron), mungkin berjumlah 100 milyar totalnya. Tapi bahkan ini masih akan terasa sangat kecil ketika kita menemukan bahwa tiap neuron masih tertanam lagi dalam sekumpulan sel yang lebih kecil yang disebut glia, yang berfungsi menyokong kedudukan neuron.

Otak sebagian besar terdiri dari *cerebrum*, yang terbagi dalam dua bagian yang sama besar. Permukaannya dikenal sebagai *cortex*. Ukuran *cortex* membedakan manusia dari lain-lain organisme. *Cerebrum* dibagi lagi menjadi region-region atau *lobe*, yang secara kasar berhubungan dengan fungsi-fungsi tubuh tertentu dan dalam pengolahan informasi inderawi. Di belakang *cerebrum* terletakkah *cerebellum*, yang mengawasi semua pergerakan otot yang kecil-kecil di seluruh tubuh. Di bawah bagian ini adalah sebuah batang tebal yang disebut batang otak, yang merupakan kelanjutan dari syaraf tulang belakang. Batang otak ini membawa serat syaraf dari otak melalui tulang belakang dan sampai ke sistem syaraf di seluruh tubuh, memungkinkan semua bagian tubuh berkomunikasi dengan otak.

Ukuran otak yang diperbesar, yang menentukan pemisahan manusia dari lain-lain hewan, terjadi karena perbesaran dari lapisan luar yang tipis dari sel-sel syaraf yang dikenal sebagai *neocortex*. Namun, perluasan bagian ini tidak terjadi secara seragam. *Frontal lobe*, yang dikaitkan dengan perencanaan dan kemampuan menganalisa ke depan, jauh lebih berkembang daripada bagian yang lain. Hal yang sama terjadi pula pada *cerebellum*, di bagian belakang tengkorak, yang dihubungkan dengan kemampuan refleks, serangkaian tindakan harian yang kita lakukan tanpa berpikir, seperti mengendarai sepeda, memindahkan gigi ketika mengemudi atau mengancingkan baju tidur.

Otak itu sendiri mengandung satu sistem sirkulasi yang sanggup membagikan zat gizi ke bagian-bagian yang jauh dari pembuluh darah. Ia menerima jatah darah yang besar, yang membawa glukosa dan oksigen yang vital bagi otak. Sekalipun otak manusia dewasa hanya merupakan 2% dari seluruh berat tubuhnya, konsumsi oksigennya adalah 20% dari total - dan pada bayi jumlah ini adalah 50%. Dua puluh persen dari konsumsi glukosa tubuh terjadi di otak. Seperlima bagian penuh dari darah dipompakan oleh jantung ke otak. Syaraf

menghantarkan informasi secara elektrik. Sinyal-sinyal mengalir melalui sel syaraf sebagai gelombang-gelombang listrik; suatu pulsa yang mengalir dari sel tubuh menuju ujung urat syaraf. Jadi bahasa otak terdiri dari denyut-denyut listrik, bukan hanya jumlahnya tapi juga frekuensinya. "Informasi yang mendasari peramalan-peramalan," tulis Rose, "tergantung pada kedatangan data dari permukaan tubuh dalam bentuk cahaya dan bunyi yang terdiri dari berbagai panjang gelombang dan intensitas, fluktuasi dalam suhu, tekanan pada titik tertentu dari kulit, konsentrasi dari berbagai zat kimia yang dideteksi oleh hidung atau lidah. Di dalam tubuh data ini diubah menjadi serangkaian sinyal listrik yang mengalir melalui syaraf tertentu ke wilayah otak sentral di mana sinyal itu berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan satu jenis respon tertentu."

Neuron terdiri dari segala jenis properti (dendrit, sel tubuh, akson, sinapsis), yang menjalankan pesan berantai ini (pesan sampai pada sinapsis melalui akson). Dengan kata lain, neuron adalah satu unit dari sistem otak. Ribuan neuron motorik terlibat dalam tiap gerak otot yang terkoordinir. Tindakan-tindakan yang lebih kompleks akan melibatkan jutaan - sekalipun satu juta neuron barulah merupakan 0,01% dari jumlah yang tersedia dalam *cortex* manusia. Tapi otak tidak dapat dipahami sebagai sekedar satu karoseri dari berbagai bagian yang terpisah-pisah. Walaupun telaah secara rinci atas apa yang menyusun otak harus kita lakukan, kita tidak boleh melangkah lebih jauh dari sana.

"Terdapat banyak tingkatan di mana kita dapat menggambarkan perilaku otak," tegas Rose. "Kita dapat menggambarkan struktur kuantum dari atom-atomnya, atau ciri-ciri molekular dari zat-zat kimia yang menyusunnya; tampilan mikroskopik-elektron dari tiap sel individual yang ada di dalamnya; perilaku dari neuron-neuronnya sebagai sebuah sistem yang berinteraksi; sejarah perkembangan atau evolusi dari neuron ini sebagai pola yang berubah dengan waktu; respon perilaku dari individu manusia yang otaknya sedang diteliti; lingkungan sosial atau keluarga manusia itu, dan seterusnya." [v]

Untuk memahami otak, sangat perlu untuk memahami kesalingterhubungan yang kompleks dan dialektik antara bagian-bagiannya. Sangat perlu untuk menyatukan semua jenis ilmu pengetahuan: etnologi, psikologi, fisiologi, farmakologi, biokimia, biologi molekuler, bahkan juga sibernetika dan matematika.

Evolusi Otak

Dalam mitologi kuno, dewi Minerva [Athena] diciptakan dalam keadaan berpakaian tempur lengkap langsung dari kepala Jupiter [Zeus]. Otak tidaklah seberuntung itu. Jauh dari penciptaan langsung semacam itu, ia harus berevolusi menuju keadaannya sekarang sebagai sebuah sistem yang kompleks selama jutaan tahun. Ia muncul pada tahapan evolusi yang sangat primitif. Organisme-organisme bersel tunggal menunjukkan pola-pola perilaku tertentu (misal, pergerakan menuju cahaya atau zat gizi). Dengan munculnya kehidupan multiselular, satu perbedaan yang tajam terjadi antara hewan dan tumbuhan. Walaupun memiliki alat-alat sinyal internal yang memungkinkan dirinya "berkomunikasi", evolusi tumbuhan tidak pernah menyentuh evolusi syaraf dan otak. Pergerakan dalam kerajaan binatang membutuhkan komunikasi yang cepat antar sel-sel di dalam berbagai bagian tubuh yang berbeda.

Organisme yang paling sederhana dapat mencukupi kebutuhannya sendiri, memiliki segala yang dibutuhkannya dalam satu sel saja. Komunikasi antar bagian dalam sel terjadi dengan sangat bersahaja. Di pihak lain, organisme multiselular berbeda secara kualitatif dan memungkinkan terjadinya perkembangan spesialisasi antar sel. Sel-sel tertentu dapat mengurus terutama persoalan pencernaan, yang lain menyediakan lapisan pelindung, dan yang lain menyediakan sirkulasi, dan seterusnya. Sistem sinyal kimiawi (hormon) terdapat dalam organisme multiselular yang paling primitif. Bahkan pada tingkat yang demikian primitif, sel-sel yang telah terspesialisasi telah dapat ditemukan. Itu adalah satu langkah menuju satu sistem syaraf. Organisme yang lebih kompleks, seperti cacing pita telah mengembangkan satu sistem syaraf, di mana neuron telah dikumpulkan menjadi *ganglion*. Telah ditemukan bahwa ganglion adalah rantai evolusioner antara syaraf dan otak. Kumpulan sel syaraf ini terjadi pula pada serangga, krustasea dan moluska.

Perkembangan kepala dan lokasi mata dan mulut cacing pita memberi satu keuntungan dalam menerima informasi tentang arah pergerakan hewan tersebut. Sejalan dengan perkembangan ini, sekelompok ganglia dikumpulkan dalam kepalanya. Ini mencerminkan evolusi dari otak - sekalipun masih dalam bentuk yang sangat primitif. Cacing pita juga menunjukkan satu proses belajar - satu ciri kunci dari otak yang telah berkembang baik. Inilah satu lompatan revolusioner di dalam evolusinya.

Lebih dari satu dasawarsa lalu, para ilmuwan syaraf Amerika menemukan bahwa mekanisme selular dasar untuk pembentukan ingatan pada manusia juga

terdapat pada siput. Profesor Eric Kandel dari Columbia University menelaah proses belajar dan mengingat dari siput laut yang dikenal sebagai *Aplysia californica*, dan menemukan bahwa mereka menunjukkan beberapa ciri dasar yang juga ditemukan pada manusia. Perbedaannya adalah bahwa, sementara otak manusia memiliki 100 milyar sel syaraf, *Aplysia* hanya memiliki beberapa ribu saja, dan sel itu besar-besar. Fakta bahwa kita memiliki pula mekanisme-mekanisme yang sama dengan seekor siput laut adalah jawaban yang cukup bagi upaya-upaya keras kepala dari kaum idealis untuk menggambarkan manusia sebagai satu ciptaan yang unik, yang berbeda dan terpisah sama sekali dari hewan-hewan lain. Karena hampir setiap fungsi otak tergantung pada ingatan, dengan satu atau lain cara. Tidak ada campur-tangan ilahi yang diperlukan untuk menjelaskan gejala ini. Proses alami cenderung sangat konservatif. Setelah ia mencapai satu adaptasi yang terbukti berguna untuk melakukan fungsi-fungsi tertentu, proses ini akan terus direplikasi sepanjang evolusinya, diperbesar dan diperbaiki sampai tingkatan di mana ia akan memberikan satu keuntungan evolusioner tertentu.

Evolusi telah memasukkan banyak inovasi ke dalam otak hewan-hewan, terutama pada primata tingkat tinggi dan manusia yang memiliki otak berukuran sangat besar. Walaupun *Aplysia* dapat "mengingat" sesuatu sampai beberapa minggu, ingatannya hanya melibatkan satu aktivitas mental yang dikenal sebagai *kebiasaan* pada manusia. Ingatan semacam ini terlibat dalam, katakanlah, ketika kita mengingat bagaimana caranya berenang. Riset terhadap orang-orang yang mengalami kerusakan otak menunjukkan bahwa bagian otak yang digunakan untuk mengingat fakta dan kebiasaan adalah terpisah. Seseorang dapat kehilangan ingatannya akan fakta-fakta, tapi masih tetap dapat mengendarai sepeda. Ingatan yang mengisi pikiran manusia, tentu saja, jauh lebih kompleks daripada proses yang berjalan dalam sistem syaraf seekor siput.

Perbesaran terus-menerus atas otak membutuhkan perubahan drastis dalam evolusi hewan tersebut. Sistem syaraf *arthropoda* atau moluska tidak dapat berkembang lebih jauh sebagai hasil dari masalah desain dasarnya. Sel-sel syaraf tersusun dalam sebuah cincin di sekitar perut, dan jika diperbesar akan dengan cepat menekan isi perut - batasan ini dengan jelas terlihat pada laba-laba, di mana perut demikian tertekannya oleh cincin syaraf sehingga ia hanya dapat mencerna makanan yang berupa cairan. Serangga tidak dapat tumbuh lebih besar dari ukuran tertentu karena struktur tubuh mereka akan pecah oleh berat tubuh mereka sendiri. Ukuran otak mereka telah mencapai batasan fisiknya.

Serangga raksasa dalam film tidak akan pernah dapat melompat keluar dari dunia fiksi ilmiah.

Perkembangan lebih lanjut dari otak menuntut satu pemisahan syaraf dari perut. Kemunculan ikan bertulang belakang menyediakan model bagi perkembangan tulang belakang dan otak yang kemudian menyusul pemisahan itu. Rongga otak dapat menampung satu otak yang diperbesar dan syaraf dapat menjulur melalui tulang belakang. Dari rongga mata berkembanglah satu mata yang sanggup membuat citra dari cahaya, yang menyajikan satu pola optik bagi sistem syaraf. Kemunculan amfibi dan reptil di darat mencatat satu perkembangan pesat atas otak bagian depan yang terjadi dengan mengambil alih tempat bagi *lobe* optikal.

Dua puluh tahun lalu Harry Jerison dari University of California mengembangkan satu ide tentang korelasi antara ukuran otak dengan ukuran tubuh, dan melacak perkembangan evolusionernya. Ia menemukan bahwa reptil berotak kecil 300 juta tahun lalu dan tetap demikian sampai saat ini. Grafik yang dibuatnya untuk menggambarkan perbandingan ukuran otak dengan ukuran tubuh reptil menghasilkan satu garis lurus, di dalamnya termasuk perbandingan pada dinosaurus. Namun, evolusi dari mamalia pertama 200 juta tahun lalu menandai satu lompatan dalam ukuran relatif otak. Hewan-hewan malam yang kecil ini memiliki perbandingan ukuran otak yang empat sampai lima kali lebih besar daripada rata-rata reptil. Ini terutama disebabkan oleh perkembangan korteks serebral, yang hanya terjadi pada mamalia. Ukuran ini berada dalam tingkat yang relatif tetap untuk sekitar 100 juta tahun. Lalu, sekitar 65 juta tahun lalu, ukuran itu berkembang dengan cepat. Menurut Roger Lewin, selama 30 juta tahun perkembangan otak "telah meningkat empat sampai lima kali, dengan peningkatan terbesar berlangsung bersamaan dengan evolusi ungulata (mamalia berkuku belah), karnivora dan primata." (*New Scientist*, 5 Desember 1992).

Sejalan dengan evolusi monyet, kera dan manusia, ukuran otak bertambah semakin besar. Bila memperhitungkan ukuran tubuh, otak monyet adalah dua sampai tiga kali lebih besar dari rata-rata mamalia modern, sementara otak manusia adalah sekitar enam kali dari itu. Perkembangan otak bukanlah satu perkembangan yang bertahap dan sinambung tapi penuh kejutan, kekejangan dan lompatan. "Sekalipun gambaran garis besar ini tidak dapat memasukkan rincian-rincian kecilnya, pesan yang disampaikan cukup jelas," kata Roger Lewin, "sejarah otak melibatkan masa-masa panjang konsistensi yang diputus-putus oleh ledakan perubahan."

Dalam waktu kurang dari tiga juta tahun - satu lompatan evolusioner - otak berlipat tiga dalam ukuran relatifnya, menghasilkan satu korteks yang sekarang merupakan 70-80% dari seluruh volume otak. Spesies hominid bipedal yang pertama berkembang antara 10-7 juta tahun lalu. Namun, ukuran otak mereka relatif kecil, jika dibandingkan dengan kera. Lalu, sekitar 2,6 juta tahun lalu, satu ekspansi yang cepat terjadi dengan kemunculan genus Homo. "Satu lompatan dalam evolusi dari nenek moyang manusia modern terjadi," ujar geolog Mark Maslin dari Kiel University. "Yang nampak jelas di sini," paparnya, "menunjukkan bahwa ekspansi otak dimulai sekitar 2,5 juta tahun lalu, satu masa yang bertepatan dengan kemunculan pertama dari alat-alat batu." Dengan kerja, seperti yang dijelaskan oleh Engels, datanglah perbesaran otak dan perkembangan kemampuan bicara. Komunikasi hewani yang primitif menyerahkan tahtanya pada bahasa - satu kemajuan kualitatif. Hal ini tentunya tergantung pada perkembangan pita suara. Otak manusia sanggup membuat abstraksi dan generalisasi di luar apa yang dapat dilakukan oleh simpanse, spesies yang berkerabat sangat erat dengan mereka.

Dengan peningkatan ukuran otak datang pula peningkatan dalam kompleksitas dan penataan ulang atas sirkuit-sirkuit syaraf. Pendorong utama untuk proses ini adalah bagian depan korteks, zona prefrontal, yang kira-kira berukuran enam kali lebih besar dari milik kera. Kerena ukuran ini, zona ini dapat menonjolkan banyak urat syaraf ke dalam otak bagian tengah, menggeser koneksi-koneksi yang berasal dari lain-lain bagian otak. "Ini mungkin hal yang penting bagi evolusi bahasa," ujar Terrence Deacon dari Harvard University, yang mencatat bahwa zona prefrontal adalah rumah bagi berbagai pusat bahasa manusia. Bagi manusia, realitas kesadaran ini diwujudkan dalam kesadaran diri dan pikiran.

"Dengan kemunculan kesadaran," papar Steven Rose, "satu lompatan evolusioner kualitatif telah terjadi, membuat satu perbedaan kritis antara manusia dan spesies lainnya, sehingga manusia telah menjadi sangat bervariasi dan lebih tunduk pada interaksi kompleks daripada yang dimungkinkan pada organisme lainnya. Kemunculan kesadaran telah mengubah secara kualitatif cara mengada manusia; bersamanya, nampak pula satu tingkat kompleksitas, satu tingkat organisasi hirarkis yang lebih tinggi. Tapi karena kita telah mendefinisikan kesadaran bukan sebagai satu bentuk yang statis tapi sebagai satu proses yang melibatkan interaksi antara individual dan lingkungannya, kita dapat melihat bagaimana, sejalan dengan diubahnya hubungan antara manusia selama evolusi masyarakat, demikian pula kesadaran manusia telah diubah. Kapasitas kranial atau jumlah sel kita mungkin tidak terlalu berbeda dari Homo sapiens yang awal, tapi lingkungan kita - bentuk masyarakat kita - sangatlah berbeda dan demikian pula kesadaran kita - yang juga berarti bahwa demikian pula yang terjadi pada keadaan otak kita." [vi]

Pentingnya Kemampuan Berbicara

Dampak kemampuan berbicara - khususnya perkembangan "*inner speech*"^[1] - pada otak kita memiliki makna yang sangat menentukan. Hal ini bukanlah satu ide yang baru, tapi telah diketahui oleh orang-orang Yunani kuno dan para filsuf di abad ke-17, khususnya Thomas Hobbes. Dalam *The Descent of Man*, Charles Darwin menjelaskan: "Satu rangkaian pikiran yang panjang dan kompleks tidak akan dapat dilancarkan tanpa bantuan kata-kata, apakah itu diucapkan atau tidak, sebagaimana satu perhitungan yang panjang tidak akan dapat dilakukan tanpa penggunaan angka-angka aljabar." Di tahun 1930-an psikolog Sovyet Lev Vygotsky berupaya menegakkan seluruh ilmu psikologi di atas dasar ini.

Dengan menggunakan contoh-contoh dari perilaku anak, ia menjelaskan mengapa anak-anak menghabiskan banyak waktu untuk berbicara pada diri mereka sendiri. Mereka sebetulnya sedang melatih diri mereka atas kebiasaan membuat rencana, yang kelak akan mereka internalisasi sebagai *inner speech*. Vygotsky menunjukkan bahwa pembicaraan internal ini mematok kemampuan manusia untuk mengumpulkan dan memanggil ingatan. Pikiran manusia didominasi oleh sebuah dunia pikiran internal, yang dirangsang oleh indera kita, yang sanggup melakukan generalisasi dan menarik perspektif. Hewan juga memiliki ingatan tapi kelihatannya mereka terkunci pada saat itu saja, mencerminkan lingkungannya yang paling segera. Perkembangan *inner speech* pada manusia memungkinkannya memanggil kembali dan mengembangkan ide-ide. Dengan kata lain, *inner speech* memainkan satu peran kunci dalam evolusi pikiran manusia.

Sekalipun Vygotsky wafat terlalu cepat sehingga karyanya terhenti di tengah jalan, ide-idenya telah diambil dan dikembangkan orang, dengan masukan-masukan penting dari antropologi, sosiologi, linguistik dan psikologi pendidikan. Di masa lalu, ingatan dipelajari sebagai satu sistem biologis yang unitari, yang mengandung ingatan jangka pendek dan panjang. Ia dapat diperiksa secara neuro-fisiologis, biokimia dan anatomi. Tapi kini satu pendekatan yang lebih dialektik, yang melibatkan ilmu-ilmu lainnya telah mulai dilancarkan.

"Dalam pendekatan reduksionis ini," papar Rose, "pastilah tugas utama dari ilmu pengetahuan terhadap organisme itu adalah untuk membedah perilaku individual menjadi konfigurasi-konfigurasi molekular tertentu; sementara telaah tentang populasi organisme akhirnya akan berujung pada pencarian atas rangkaian DNA yang menyimpan kode untuk sifat-sifat tertentu, semacam altruisme atau egotisme."^[2] Kasus-kasus yang menggambarkan paradigma pendekatan semacam ini pada dekade terakhir telah membawa pada upaya-upaya untuk memurnikan RNA, protein, atau molekul peptida

yang dihasilkan oleh proses belajar dan mencari 'kode' mana yang digunakan untuk jenis ingatan tertentu; atau menyelidiki dari para ahli biologi molekular untuk mencari organisme dengan sistem syaraf yang 'sederhana' yang dapat dipetakan melalui pembedahan mikroskop elektron berangkai dan di mana diagram-diagram sirkuit yang berbeda, yang berkaitan dengan mutasi perilaku tertentu, dapat diidentifikasi."^[vii]

Rose menyimpulkan bahwa "paradoks ke mana jenis reduksionisme ini terjerumus mungkin jauh lebih berbahaya dari apa yang menjebak mereka yang mencoba menyejajarkan berbagai sistem model. Paradoks-paradoks ini telah jelas terlihat, tentu saja, sejak jaman Descartes, yang reduksinya atas organisme menjadi sekedar hewan mesin bersumber tenaga dari sistem hidraulik harus didamaikan dengan, pada kasus manusia, jiwa yang berkehendak bebas, yang katanya terletak di dalam kelenjar pineal. Seperti masa itu, demikian pula saat ini, reduksi mekanistik memaksa dirinya sendiri jatuh ke dalam idealisme sebelum ia selesai mengerjakan apa yang sedang dikerjakannya."

Dalam evolusi otak beberapa bagian telah dibuang sama sekali. Sejalan dengan berkembangnya struktur-struktur baru, struktur lama mengecil dalam makna dan ukurannya. Dengan perkembangan otak datang pula peningkatan kemampuan belajar. Transformasi dari kera menjadi manusia mulanya dianggap dimulai dengan perkembangan otak. Ukuran dari otak kera (menurut volume) berkisar antara 400-600 cc; otak manusia 1.200 sampai 1.500 cc. Dipercayai bahwa "*missing link*" akan berupa mahluk yang pada hakikatnya mirip kera, tapi dengan ukuran otak yang lebih besar. Lagi-lagi dianggap bahwa perbesaran otak mendahului postur berjalan tegak.

Teori tentang otak yang pertama kali muncul telah ditantang dengan keras oleh Engels sebagai sekedar perpanjangan tangan dari pandangan idealis, yang keliru, tentang sejarah. Postur berdiri tegak ketika berjalan adalah langkah yang menentukan dalam peralihan dari kera menuju manusia. Persis sifat bipedal merekalah yang membebaskan tangan, yang kemudian membawa pada perbesaran otak. "Pertama-tama datanglah kerja," kata Engels, "setelah itu, dan kemudian sejajar dengannya, adalah kemampuan berbicara - ini adalah dua rangsangan yang paling hakiki yang mempengaruhi otak kera sehingga secara perlahan berubah menjadi otak manusia."^[viii] Penemuan-penemuan sisa-sisa fosil telah membenarkan pandangan Engels. "Pembenaran itu telah dilakukan tanpa meninggalkan keraguan ilmiah sedikitpun. Mahluk-mahluk Afrika yang kini tengah digali memiliki otak yang tidak lebih besar dari otak kera. Mereka telah berjalan dan berlari seperti manusia. Kaki mereka berbeda sedikit saja dari kaki manusia modern, dan tangan mereka sudah separuh jalan menuju tangan manusia modern."^[ix]

Sekalipun terdapat semakin banyak bukti yang mendukung pandangan Engels tentang asal-usul manusia, paham tentang "otak yang lebih dulu berkembang" masih tetap bertahan dan terus berlawanan sampai saat ini. Dalam sebuah buku mutakhir berjudul *The Runaway Brain, The Evolution of Human Uniqueness*, sang penulis, Christopher Wills menyatakan: "Kita tahu bahwa pada saat yang bersamaan dengan semakin besarnya otak kita, postur mereka *juga menjadi semakin tegak*, kemampuan motorik halus berkembang, dan sinyal vokal bergraduasi menjadi kemampuan bicara."^[x]

Manusia semakin lama semakin sadar akan lingkungannya dan akan dirinya sendiri. Tidak seperti hewan lain, manusia dapat menggeneralisasi pengalamannya. Sementara hewan didominasi oleh lingkungannya, manusia mengubah lingkungan itu untuk disesuaikan dengan kebutuhannya. Ilmu pengetahuan telah membenarkan pandangan Engels bahwa "Kesadaran dan pemikiran kita, betapapun mereka terasa suprasensual, adalah hasil dari sebuah organ tubuh yang material, otak. Ini, tentu saja, adalah materialisme murni."^[xi] Sejalan dengan perkembangan otak, berkembang pula kemampuan untuk menggeneralisir dan belajar. Informasi yang penting disimpan di otak, mungkin dalam berbagai tempat yang berbeda dalam sistemnya. Informasi ini tidak terhapus ketika molekul-molekul otak diperbaharui. Selama empat belas hari, 90% dari protein otak telah meluruh dan harus diperbaharui dengan molekul baru yang identik. Tidak ada satupun alasan untuk percaya bahwa otak telah berhenti berevolusi. Kapasitasnya masih tidak terbatas. Perkembangan satu masyarakat tanpa kelas akan memungkinkan satu lompatan ke depan dalam pemahaman manusia atasnya. Misalnya, perkembangan rekayasa genetik saat ini baru berada pada tahap balita saja. Ilmu pengetahuan membuka kesempatan-kesempatan dan tantangan-tantangan raksasa. Otak dan kecerdasan manusia akan berevolusi untuk mengatasi tantangan-tantangan di masa datang ini. Tapi, untuk setiap masalah yang terpecahkan, akan banyak lagi masalah baru yang timbul, dalam sebuah perkembangan yang berjalan dalam spiral yang tak ada habisnya.

Bahasa dan Pemikiran Anak-anak

Kelihatannya ada satu analogi antara perkembangan pemikiran manusia secara umum dan perkembangan bahasa dan pemikiran dari individu manusia ketika melalui masa kanak-kanak dan remaja ke masa dewasa.

Hal ini telah ditunjukkan oleh Engels dalam *The Part Played by Labour in the Transition of Ape to Man*:

"Karena, seperti halnya sejarah perkembangan janin manusia di dalam rahim seorang ibu hanyalah satu pengulangan yang dipersingkat atas sejarah, yang telah berlangsung jutaan tahun, dari evolusi tubuh yang dialami nenek-moyang kita ketika masih berupa hewan, yang dimulai dari cacing, demikian pula perkembangan metal dari anak manusia hanyalah satu pengulangan yang dipersingkat dari perkembangan kecerdasan dari nenek moyang yang sama, setidaknya nenek moyang kita yang paling dekat." [xii]

Telaah atas perkembangan janin sampai dewasa dikenal dengan nama *ontogeni*, sementara telaah atas hubungan evolusioner antar spesies disebut *filogeni*. Keduanya terhubung dengan cara yang aneh, tapi bukan sebagai citra cermin satu dengan yang lain. Misalnya, selama perkembangan di dalam rahim, janin manusia menyerupai seekor ikan, seekor amfibi, seekor mamalia, dan kelihatannya berkembang melewati tahap-tahap yang mengingatkannya kembali pada evolusi hewaninya. Semua manusia memiliki kemiripan dalam beberapa aspek, khususnya zat dan struktur di dalam otaknya. Secara kimia, anatomi, dan fisiologis hampir sama sekali tidak ada perbedaan antara satu otak dengan lainnya. Pada saat pembuahan, sel telur yang terbuahi berkembang menjadi dua buah bola yang kosong tengahnya. Perkembangan yang dapat dikenali baru terjadi delapan belas hari kemudian, ketika bagian yang menebal, yaitu di mana kedua bola itu bersentuhan, berubah menjadi *ceruk syaraf*. Bagian depan membesar, belakang akan berkembang menjadi otak. Diferensiasi lain terjadi yang kelak akan menjadi mata, hidung dan telinga. Sirkulasi darah dan sistem syaraf adalah fungsi-fungsi hidup pertama yang dimiliki janin, dengan jantung yang mulai berdetak dalam minggu ketiga kehamilan.

Ceruk syaraf berubah menjadi saluran, dan kemudian tabung. Pada saatnya ia akan berubah menjadi syaraf tulang belakang. Pada bagian kepala, ada pembengkakan di dalam tabung itu untuk membentuk otak bagian depan, otak bagian tengah dan otak bagian belakang. Segalanya disusun untuk menyiapkan perkembangan yang cepat bagi sistem syaraf pusat. Terdapat satu lompatan kualitatif dalam tingkat kecepatan pembelahan sel semakin ia dekat dengan struktur selular akhirnya. Pada saat janin itu berukuran 13 mm, otak telah berkembang menjadi bentuk lima kapsul. Batang yang membentuk syaraf optik dan mata mulai muncul. Pada akhir bulan ketiga, korteks serebral dan serebellum dapat dikenali, demikian juga dengan thalamus dan hipotalamus. Pada bulan kelima korteks yang keriput itu mulai mendapat bentuknya. Semua hal yang hakiki telah terbentuk pada bulan kesembilan, walaupun perkembangan lebih lanjut masih akan terjadi setelah kelahiran. Walau demikian, berat dari otak masih sekitar 350 gram, dibandingkan dengan berat otak dewasa yang 1.300 sampai 1.500 gram. Beratnya akan mencapai 50% berat otak dewasa setelah

enam bulan, 60% setelah satu tahun, dan 90% pada tahun keenam. Pada usia 10 tahun, beratnya sudah mencapai 95% dari berat otak dewasa. Perkembangan berat otak ini tercermin dalam perkembangan ukuran kepala. Ukuran kepala seorang bayi termasuk besar dibandingkan badannya, terutama jika diperbandingkan dengan orang dewasa. Otak seorang bayi yang baru lahir jauh lebih dekat dengan keadaan dewasanya ketimbang lain-lain organ di tubuhnya. Pada saat kelahiran, berat otak adalah 10% dari berat tubuh, bandingkan dengan orang dewasa yang hanya 2%-nya.

Struktur fisik otak (biokimia, arsitektur sel dan sirkuit elektriknya) dimodifikasi seturut respon otak terhadap lingkungannya. Ide dan ingatan dikodekan ke dalam otak dalam bentuk perubahan kompleks pada sistem syaraf. Maka, semua proses dalam otak saling berinteraksi, untuk melahirkan gejala yang unik, kesadaran - materi yang sadar akan dirinya sendiri. Bagi fisiolog Kanada, Donald Hebb, kuncinya terletak pada pertemuan sinapsis antara dua sel syaraf. Pendapat ini masih menjadi ide dasar tentang hal ini sampai sekarang. Himpunan-himpunan khusus dari pola-pola sirkuit dan picu antar sinapsis mungkin mengkodekan ingatan, tapi tidaklah harus ia terlokalisasi pada satu jaringan saja di otak. Ingatan boleh jadi dikodekan di kedua belahan otak berulang-ulang kali. Seluruh cakupan dari lingkungan seseorang, khususnya dalam tahun-tahun pertama pertumbuhannya, secara terus-menerus meninggalkan kesan dan citra yang unik pada perilaku dan proses-proses di dalam otak. "Satu variasi yang paling halus dalam perubahan pada lingkungan, khususnya dalam masa kanak-kanak," ujar Rose, "dapat menghasilkan perubahan yang bertahan lama dalam susunan kimia dan fungsi otaknya."

Tanpa interaksi dialektik antara otak dan lingkungan, maka perkembangan individual pasti akan ditentukan oleh kode-kode genetik belaka. Perilaku individual pastilah dapat diperkirakan sejak awalnya. Namun, lingkungan memainkan peran yang menentukan dalam perkembangan. Satu himpunan kejadian-lingkup yang berubah dapat membawa perubahan yang menakjubkan pada individu tersebut.

Mata, Tangan dan Otak

Perkembangan bahasa dan pemikiran seorang anak pertama kali ditempatkan di bawah telaah yang ketat melalui karya perintis dari epistemologis Swiss, Jean Piaget. Beberapa aspek dari teorinya telah dipertanyakan, khususnya ketiadaan fleksibilitas dalam interpretasinya atas cara seorang anak bergerak dalam

tahapan-tahapan perkembangannya. Walau demikian, ini adalah karya perintis, dalam sebuah bidang yang telah hampir-hampir diabaikan sama sekali, dan banyak dari teorinya tetaplah sahih. Piaget adalah orang pertama yang memberi satu ide tentang proses dialektik dari perkembangan dari kelahiran, melalui masa kanak-kanak menuju kedewasaan, sebagaimana Hegel adalah orang pertama yang menyediakan satu penjelasan yang sistematis terhadap pemikiran dialektik secara umum. Kekurangan dari kedua sistem tidak boleh mengaburkan isi yang positif dari karya mereka. Sekalipun tahapan-tahapan yang digariskan Piaget jelas agak terlalu skematik, dan metode risetnya dapat dipertanyakan, teori ini tetaplah memiliki nilai sebagai satu ringkasan atas perkembangan awal seorang manusia.

Teori Piaget adalah satu reaksi terhadap pandangan para behavioris, yang salah satu wakilnya yang terkemuka, Skinner, sangat berpengaruh pada tahun 1960-an di Amerika Serikat. Pendekatan behavioris sepenuhnya mekanistik, didasarkan pada pola linear dari perkembangan kumulatif. Menurut pandangan ini, anak-anak akan belajar dengan paling efektif jika ditempatkan di bawah satu program linear yang materinya disusun oleh guru-guru yang ahli dan para perancang kurikulum. Teori pendidikan Skinner sangat cocok dengan mentalitas kapitalistik. Anak-anak hanya akan belajar, menurut teori ini, jika mereka diberi hadiah ketika melakukannya, seperti seorang buruh akan mendapatkan bayaran tambahan jika ia bekerja lembur.

Kaum behavioris mengambil satu posisi mekanistik terhadap perkembangan bahasa. Noam Chomsky menunjukkan bahwa Skinner cukup dapat menggambarkan bagaimana seorang bayi mempelajari beberapa kata yang pertama baginya (terutama kata benda), tapi ia tidak dapat menjelaskan bagaimana bayi itu dapat menyatukan penggunaan kata-kata itu. Bahasa bukan hanya serangkaian kata-kata. Persisnya, bahasa adalah kombinasi dari kata-kata dalam satu relasi dinamis tertentu yang membuatnya menjadi alat yang demikian kaya, efektif, fleksibel dan kompleks. Di sini, yang sangat menentukan, keseluruhan akan selalu jauh lebih besar dari jumlah bagian-bagiannya. Kesanggupan seorang anak berumur dua tahun untuk mempelajari tata bahasa adalah sebuah pencapaian yang luar biasa, seorang dewasa yang mencoba belajar bahasa asing akan menyetujui pernyataan ini.

Dibandingkan dengan dogma yang kasar dan mekanistik ini, teori Piaget merupakan satu langkah besar. Piaget menjelaskan bahwa proses pembelajaran

datang secara alami pada anak-anak. Tugas dari seorang guru adalah untuk mengungkap keluar semua kecenderungan yang telah ada dalam diri mereka. Lebih jauh lagi, Piaget dengan tepat menunjukkan bahwa proses pembelajaran bukanlah berlangsung dalam garis lurus, tapi terputus-putus oleh terobosan-terobosan kualitatif. Sekalipun tahapan-tahapan yang awalnya dibuat Piaget masih terbuka untuk dipertanyakan lebih lanjut, tidak ada keraguan bahwa pendekatannya yang dialektik, secara umum, adalah sah. Apa yang berharga dalam karya Piaget adalah bahwa perkembangan seorang anak disajikan dalam proses yang penuh kontradiksi di mana tiap tahap didasarkan pada tahap yang sebelumnya, sekaligus mengatasi dan memelihara tahapan yang sebelumnya itu. Basis yang dikondisikan secara genetik menyediakan material yang siap pakai, yang sejak pertama telah masuk ke dalam interaksi dialektik dengan lingkungannya. Seorang bayi yang baru lahir tidaklah memiliki kesadaran tapi didorong oleh naluri-naluri biologis yang tertanam dalam-dalam, yang mendesak untuk segera dipenuhi. Naluri hewaniah yang kuat ini tidaklah lenyap tapi tinggal dalam lapisan bawah sadar, mendasari seluruh kegiatan sadar kita.

Mengutip Hegel, apa yang kita lihat di sini adalah transisi dari mengada-dalam-dirinya [*being-in-itself*] menjadi mengada-untuk-dirinya [*being-for-itself*] - dari potensial menjadi aktual, dari keberadaan yang terisolasi, tidak berdaya dan tidak memiliki kesadaran, yang dipermainkan oleh kekuatan alam, menuju umat manusia yang memiliki kesadaran. Pergerakan menuju kesadaran diri ini, seperti yang dijelaskan dengan tepat oleh Piaget, adalah sebuah perjuangan, yang berjalan melintasi berbagai tahap. Seorang bayi yang baru lahir tidaklah dapat membedakan dirinya dengan jelas dari lingkungannya. Hanya secara perlahan ia menjadi sadar akan perbedaan antara *dirinya* dengan dunia di luarnya. "Masa dari kelahiran sampai penguasaan bahasa," tulis Piaget, "ditandai oleh sebuah perkembangan mental yang luar biasa." Di bagian lain, ia menggambarkan 18 bulan pertama dari kehidupan seseorang sebagai "satu revolusi kecil yang setara dengan revolusi Copernicus."^[xiii] Kunci bagi proses ini adalah datangnya kesadaran secara perlahan atas hubungan antara subjek (diri) dengan objek (realitas), satu hal yang harus dipahami.

Vygotsky dan Piaget

Kritikus yang pertama dan terbaik atas Piaget adalah Vygotsky, ahli pendidikan Uni Soviet itu, yang di masa-masa 1924-34 mengerjakan satu alternatif yang konsisten dengan ide-ide Piaget. Tragisnya, ide-ide Vygotsky baru diterbitkan di Uni Soviet setelah kematian Stalin, dan baru dikenal di Barat di tahun 1950-an

dan 60-an, ketika ide-ide ini mempengaruhi banyak orang, seperti Jerome Bruner. Pada masa ini, ide-ide itu telah diterima luas di kalangan ahli pendidikan.

Vygotsky melangkah jauh mendahului rekan-rekan sejawatnya ketika ia menerangkan peranan penting dari bahasa tubuh dalam perkembangan bahasa. Ide ini telah dihidupkan kembali baru-baru ini oleh para psikolinguis yang mengungkap asal-usul bahasa. Bruner dan lain-lain telah menunjuk pada dampak luar biasa yang dibuat oleh bahasa tubuh terhadap perkembangan bahasa yang terjadi kemudian pada seorang anak. Sementara Piaget lebih menekankan pada aspek biologis dari perkembangan seorang anak, Vygotsky lebih berkonsentrasi pada kebudayaan, seperti yang dilakukan pula oleh orang-orang semacam Bruner. Satu bagian penting dalam kebudayaan dimainkan oleh peralatan, apakah dalam bentuk tongkat dan batu pada hominid awal, atau pensil, penghapus dan buku yang dimiliki anak-anak modern.

Penelitian mutakhir telah menunjukkan bahwa bayi lebih banyak memiliki kemampuan pada usia-usia awal ketimbang anggapan Piaget. Idenya tentang bayi yang masih sangat muda kelihatannya telah terbantahkan, namun banyak ide-ide lainnya yang tetap sah. Karena Piaget memiliki latar belakang ilmu biologi tidaklah mengherankan kalau ia lebih menekankan pada aspek biologis dari perkembangan anak. Vygotsky mendekati permasalahan itu dari sudut yang berbeda, tapi tentu saja masih terdapat persamaan-persamaan di antara mereka. Contohnya, dalam telaahnya atas tahun-tahun pertama masa kanak-kanak, ia membahas "pikiran non-linguistik" seperti yang dijelaskan Piaget dalam uraiannya tentang "aktivitas sensomotorik" seperti penggunaan satu alat untuk menjangkau mainan yang ada di seberang. Bersejajaran dengan ini, kita mendapati juga bunyi-bunyian yang diobrolkan oleh seorang bayi ("omongan bayi"). Ketika dua unsur ini disatukan, terjadilah perkembangan bahasa yang eksplosif. Untuk tiap pengalaman baru, si kecil ingin mengetahui nama yang dapat diasosiasikan pada pengalaman itu. Walaupun Vygotsky mengambil rute yang berbeda, jalurnya telah dirintis oleh Piaget.

"Proses menjadi dewasa bukanlah satu progresi yang linier dari ketidakmampuan menuju kemampuan bertahan hidup, seorang bayi yang baru lahir haruslah mampu menjadi bayi yang baru lahir, bukan sekedar menjadi versi mini dari keadaan dewasanya kelak. Perkembangan juga bukan satu proses kuantitatif belaka tapi merupakan satu proses di mana perubahan dalam kualitas - antara menyusui dan pengunyahan makanan padat, misalnya, atau antara perilaku sensomototrik dan kognitif." [xiv]

Hanya secara bertahap, melalui waktu yang panjang dan proses yang sulit untuk penyesuaian dan pembelajaran, seorang akan akan berubah dari sekedar sebuntal sensasi dan nafsu makan yang membabi-butakan, satu objek yang tidak berdaya, dan menjadi satu agen yang sadar dan bebas dan sanggup mengarahkan hidupnya sendiri. Perjuangan yang berat untuk melepaskan ketidaksadaran menuju kesadaran, dari ketergantungan penuh atas lingkungan menuju dominasi atas lingkungan, inilah yang merupakan satu paralel yang mengagumkan antara perkembangan seorang anak dengan perkembangan spesies manusia secara keseluruhan. Tentu saja, akan sangat keliru kalau kita mengimplikasikan bahwa kesejajaran ini persis sama satu dengan lainnya. Tiap analogi hanya berlaku untuk batasan tertentu. Tapi tetap saja sulit menolak kesimpulan bahwa, setidaknya dalam beberapa aspek, kesejajaran itu memang ada. Dari rendah ke tinggi, dari sederhana ke kompleks, dari ketidaksadaran ke kesadaran - ciri-ciri ini berulang secara terus-menerus dalam evolusi kehidupan.

Hewan lebih bergantung pada inderanya ketimbang manusia, dan memiliki pendengaran, penglihatan dan penciuman yang lebih tajam. Dapat diamati bahwa ketajaman penglihatan mencapai puncaknya menjelang masa remaja, dan menurun sesudahnya. Di pihak lain, fungsi-fungsi kecerdasan terus berkembang selama hidup, bahkan jauh setelah usia lanjut. Pelacakan atas jalan yang ditempuh manusia dari ketidaksadaran ke kesadaran penuh adalah salah satu tugas yang penting dan menarik dari ilmu pengetahuan.

Pada saat kelahiran, seorang bayi hanya mengenal gerakan refleks. Tapi hal ini sama sekali tidak bermakna kepasifan. Sejak saat pertama keberadaannya, hubungan bayi dengan lingkungannya adalah *aktif* dan *praktis*. Ia tidak hanya berpikir dengan kepalanya tapi juga dengan seluruh tubuhnya. Perkembangan otak dan kesadarannya terkait langsung dengan aktivitas-aktivitas praktisnya. Satu dari refleks pertamanya adalah menghisap puting susu ibunya. Bahkan di sini proses belajar dari pengalaman tetap juga hadir. Piaget menunjukkan bahwa bayi menyusui dengan lebih baik setelah dua minggu. Kemudian muncullah satu proses diskriminasi, di mana anak mulai mengenali berbagai hal. Setelah itu ia mulai membuat generalisasinya yang pertama, bukan hanya pada pikiran tapi juga pada tindakan. Ia tidak hanya menghisap puting susu, tapi juga udara, lalu jempolnya. Orang-orang Spanyol memiliki ujar-ujar, "Saya tidak lagi menghisap jempol saya," yang berarti "Saya tidak bodoh." Sesungguhnya, kemampuan untuk memasukkan jempol ke dalam mulut merupakan hal yang cukup sulit bagi

seorang bayi, yang baru muncul setelah dua bulan, dan menandai satu lompatan besar, satu tingkatan koordinasi baru antara tangan dan otak.

Pada masa-masa pertama setelah kelahiran, bayi memiliki kesulitan untuk memusatkan perhatiannya pada objek tertentu. Secara perlahan ia mulai dapat memusatkan perhatiannya, dan mengantisipasi di mana objek-objek itu berada sehingga ia dapat menggerakkan kepalanya untuk melihat mereka. Perkembangan ini, seturut analisa Bruner, terjadi pada dua atau tiga bulan pertama, melibatkan bukan saja bidang visual tapi juga aktivitas - orientasi mata, kepala dan tubuh ke arah objek yang sedang diperhatikannya. Pada saat bersamaan, mulut menjadi rantai antara pandangan dan gerakan manual. Secara perlahan, ia memulai satu proses meraih-menggenggam-mengambil yang dipandu secara visual, yang selalu berakhir dengan memasukkan tangan ke dalam mulut.

Bagi anak yang baru lahir, pertama dan terutama, dunia adalah sesuatu yang harus dihisap. Kemudian, ia menjadi sesuatu yang harus dilihat dan didengarkan, dan, ketika satu tingkat koordinasi tertentu telah dimilikinya, ia menjadi sesuatu yang harus direkayasa. Ini belumlah apa yang kita sebut kesadaran, tapi itulah titik awal kesadaran. Satu proses perkembangan yang sangat panjang diperlukan untuk unsur-unsur sederhana ini untuk menjadi terintegrasi ke dalam *kebiasaan dan persepsi terorganisir*. Setelah itu, kita mendapati penghisapan jempol yang sistematis, kesanggupan kepala untuk menoleh ke arah sumber suara, mengikuti satu objek bergerak dengan mata (menandai satu tingkat generalisasi dan antisipasi). Setelah lima minggu atau lebih, bayi mulai tersenyum dan mengenali satu orang dari yang lain, sekalipun hal ini belum berarti bahwa bayi itu telah memiliki paham tentang orang, atau bahkan tentang objek. Ini adalah tahap yang paling mendasar dari persepsi inderawi.

Dalam hubungannya dengan dunia objektif, bayi memiliki dua kemungkinan: atau ia menginkorporasi segala benda (dan juga orang) ke dalam aktivitasnya, *mengasimilasikan* dunia material, atau menyesuaikan keinginan-keinginan dan dorongan-dorongan subjektifnya terhadap dunia eksternal, yaitu, *berakomodasi dengan kenyataan*. Dari tahap yang paling awal, bayi selalu berusaha untuk "mengasimilasikan" dunia ke dalam dirinya, dengan memasukkannya ke dalam mulutnya. Kemudian, ia belajar untuk menyesuaikan diri dengan realitas eksternal, secara bertahap mulai membedakan dan melihat perbedaan dari berbagai objek, dan mengingat mereka. Ia menguasai, melalui pengalaman, kemampuan untuk menjalankan beberapa pekerjaan, seperti

menggapai dan menggenggam. Kecerdasan logis lahir dari pekerjaan-pekerjaan kongkrit, dari *praktek*, dan hanya jauh hari setelah itu kecerdasan dapat diturunkan dari deduksi.

Piaget mengidentifikasi enam "tahap" yang berbeda dalam perkembangan anak. Tahap pertama adalah tahap refleks, atau fungsi warisan; termasuk naluri dan tendensi primer, seperti *naluri untuk makan*. Kebutuhan untuk mendapatkan makanan adalah salah satu dorongan naluriah yang sangat kuat, yang mengendalikan refleks dari bayi yang baru lahir. Ini adalah satu ciri yang sama-sama dimiliki baik oleh manusia maupun semua hewan lainnya. Bayi yang baru lahir, walau tidak memiliki kemampuan berpikir yang lebih tinggi, tetap saja seorang materialis alami, yang menyatakan keteguhan kepercayaannya akan keberadaan dunia material di sekitarnya dengan cara yang persis sama dengan semua hewan lainnya - dengan memakannya. Memerlukan penyempurnaan intelektual yang besar sebelum para filsuf yang pandai sanggup meyakinkan orang bahwa kita tidak dapat benar-benar mengetahui apakah dunia material itu ada atau tidak. Persoalan filsafat yang seharusnya merupakan persoalan yang mendasar dan rumit ini, sesungguhnya, telah dipecahkan oleh seorang bayi dengan satu-satunya cara yang mungkin - *melalui praktek*.

Sejak usia dua tahun, anak itu memasuki masa pemikiran simbolik dan *representasi prakonseptual*. Anak itu mulai menggunakan citra-citra berbentuk gambar sebagai simbol untuk menggantikan benda-benda nyata. Sejajar dengan hal ini adalah perkembangan bahasa. Tahapan berikutnya adalah *representasi kondisional*, mengenali titik rujukan lain di dalam dunia, dan sekaligus berkembangnya bahasa yang koheren. Tahapan ini disusul dengan *pemikiran operasional* dari usia tujuh sampai dua belas tahun. Anak itu mulai mengenali hubungan antar objek dan bagaimana menangani konsepsi-konsepsi yang lebih abstrak.

Persisnya: praktek, dan interaksi antar kecenderungan-kecenderungan yang terwariskan secara genetik, inilah yang menyediakan kunci terhadap perkembangan mental dari seorang anak. Tahapan kedua dari Piaget adalah kebiasaan motorik primer, yang disarati dengan "persepsi terorganisir" yang pertama dan "perasaan yang terbedakan" primer. Tahapan yang ketiga adalah "kecerdasan sensor-motorik" atau praktek (yang mendahului kemampuan berbicara). Lalu datanglah fase "kecerdasan naluriah" yang melibatkan reaksi-reaksi spontan antar individu, khususnya ketundukan pada orang tua; fase "pekerjaan intelektual kongkrit" yang termasuk perkembangan *logika dan perasaan moral dan sosial* (7-12 tahun); dan akhirnya,

fase *pekerjaan intelektual abstrak* - pembentukan kepribadian dan integrasi emosional dan intelektual terhadap masyarakat dewasa (masa remaja).

Kemajuan manusia terkait erat dengan perkembangan pikiran secara umum, dan ilmu-teknologi secara khusus. Kapasitas untuk pemikiran rasional dan abstrak tidaklah datang dengan mudah. Bahkan kini, pikiran kebanyakan orang tetaplah menolak pemikiran-pemikiran yang meninggalkan dunia realitas kongkrit yang akrab dengan mereka. Kemampuan berpikir rasional dan abstrak baru muncul setelah tahap yang cukup jauh dalam perkembangan mental seorang anak. Kita melihat hal ini dalam lukisan-lukisan yang dibuat anak kecil, yang menggambarkan *apa yang benar-benar dia lihat*, bukan *apa yang seharusnya dia lihat*, menurut hukum-hukum perspektif, dan seterusnya. Logika, etika, moralitas, semua baru muncul sangat belakangan dalam perkembangan kecerdasan anak. Dalam masa-masa awal, tiap aksi, tiap pergerakan, tiap pemikiran, adalah produk dari kebutuhan. Paham tentang "kehendak bebas" sama sekali tidak berguna dalam aktivitas mental seorang anak. Kelaparan dan kelelahan mendorongnya untuk makan atau tidur, bahkan pada bayi yang paling kecil sekalipun.

Penguasaan terhadap kemampuan berpikir abstrak, bahkan dalam tingkatannya yang paling primitif, membuat sang subjek menjadi tuan bagi kejadian yang paling jauh sekalipun, baik dalam waktu maupun dalam ruang. Ini tetap berlaku bagi seorang bayi, maupun bagi manusia-manusia purba. Nenek moyang kita yang paling purba tidak dapat membedakan diri mereka dari lain-lain hewan atau benda-benda tak hidup. Bahkan, mereka belumlah keluar sepenuhnya dari kerajaan hewan, dan masih sangat tergantung pada belas kasihan kekuatan-kekuatan alam. Unsur kesadaran diri kelihatannya telah ada pada simpanse, kerabat kita yang terdekat, sekalipun tidak pada monyet. Tapi hanya pada manusia potensi untuk pemikiran abstrak mencapai perwujudannya yang sepenuhnya. Hal ini jelas terkait erat dengan bahasa, salah satu ciri pembeda yang paling mendasar bagi manusia.

Neokorteks, yang merupakan 80% dari volume otak manusia, adalah bagian yang bertanggung jawab terhadap hubungan dengan kelompok, dan terkait dengan proses berpikir secara umum. Terdapat hubungan yang erat antara kehidupan sosial, pemikiran dan bahasa. Sifat yang berpusat pada diri sendiri pada bayi secara bertahap menyerahkan tahtanya pada kesadaran bahwa di sekitarnya terdapat satu dunia eksternal, orang dan masyarakat, dengan hukum-hukum, tuntutan dan pembatasannya sendiri. Agak lama setelah itu, antara 3-6 bulan menurut Piaget, fase menggenggam dimulai, pertama-tama melibatkan tekanan,

kemudian rekayasa. Ini adalah langkah yang menentukan, yang mendorong terjadinya pelipatgandaan dari kemampuan bayi dan berbagai kebiasaan baru. Setelah ini, proses perkembangan dipercepat. Sifat dialektik dari proses ini ditunjukkan oleh Piaget:

"Titik keberangkatannya selalu terletak pada siklus refleksi, tapi satu siklus yang ketika dilakukan, bukannya terjadi dalam pengulangan semata tanpa penambahan apapun, melainkan melibatkan sepenuhnya unsur-unsur baru dan, dengan hal itu, membangun satu totalitas yang semakin lama semakin besar, berkat diferensiasi progresif yang terjadi."

Dengan demikian perkembangan seorang anak bukanlah terjadi dalam satu garis lurus tapi diputus-putus oleh lompatan-lompatan besar, dan tiap tahap pasti melibatkan satu kemajuan kualitatif.

Tahapan ketiga dari Piaget adalah "kecerdasan praktis" atau "tahapan sensor-motorik". Ciri-ciri dari "tahapan-tahapan" itu dapat diperdebatkan tapi arah utamanya masih tetap sah. Kecerdasan terkait erat dengan rekayasa terhadap objek. Perkembangan otak terhubung langsung dengan tangan. Seperti yang dikatakan Piaget: "Tapi hal ini adalah sebuah persoalan kecerdasan yang sepenuhnya praktis, yang diterapkan pada rekayasa terhadap objek, dan yang, sebagai ganti akta-kata dan konsep, hanya menggunakan persepsi dan pergerakan yang terorganisir dalam *skema-skema aksi*."^[xv] Dari sini kita lihat bahwa landasan dari seluruh pengetahuan manusia adalah pengalaman, aktivitas, dan praktek. Tangan, khususnya, memainkan peran yang menentukan.

Kemunculan Bahasa

Sebelum kemampuan bicara berkembang seperti masa dewasanya, bayi menggunakan segala macam tanda, kontak mata, tangisan dan lain-lain bahasa tubuh, untuk mengungkapkan kebutuhannya. Dengan cara yang sama jelas bahwa sebelum hominid purba dapat berbicara, mereka pasti telah menggunakan lain-lain cara untuk memberi tanda pada satu sama lain. Bentuk kasar dari komunikasi macam ini hadir pula di tengah hewan-hewan lain, khususnya primata tingkat tinggi, tapi hanya pada manusia kemampuan bicara hadir sebagaimana adanya. Perjuangan panjang bagi seorang bayi untuk menguasai kemampuan berbicara, dengan pola dan logika kompleks yang mendasarinya, adalah satu sinonim dengan penguasaan kesadaran. Satu jalan yang mirip dengan hal ini pasti telah ditempuh oleh manusia-manusia pertama.

Kerongkongan bayi manusia, seperti kera dan lain-lain mamalia, dikonstruksi sedemikian rupa sehingga saluran vokal terletak jauh ke bawah. Dengan cara ini, ia sanggup mengeluarkan jenis lolongan seperti yang dibuat hewan, tapi bukan kemampuan bicara dan berartikulasi. Keuntungan dari keadaan ini adalah karena ia dapat melolong dan menelan makanan pada saat yang bersamaan, tanpa perlu tercekik makanannya. Belakangan, saluran vokal berpindah ke atas, mencerminkan satu proses yang sesungguhnya terjadi selama jalannya evolusi. Tidak dapat dibayangkan bahwa kemampuan bicara manusia muncul begitu saja, tanpa segala bentuk peralihannya. Kemunculan ini terjadi selama berjuta tahun, di mana pasti terdapat masa-masa perkembangan yang cepat, seperti yang kita lihat pada perkembangan bayi manusia.

Dapatkah pikiran hadir tanpa bahasa? Itu tergantung apa yang dimaksud dengan "pikiran". *Unsur-unsur* pikiran terdapat juga pada hewan, khususnya mamalia tingkat tinggi, yang juga memiliki alat-alat komunikasi tertentu. Di antara simpanse, tingkat komunikasinya cukup canggih. Tapi tidak satupun dari mereka yang dapat kita sebut berbahasa atau berpikir dengan cara yang mirip dengan tingkatan yang dicapai manusia. Yang tinggi berkembang dari yang rendah, dan tidak dapat hadir tanpa tingkat yang sebelumnya. Kemampuan bicara manusia berasal dari bunyi-bunyian yang maknanya tidak karuan, seperti yang dibuat seorang bayi, tapi akan sangat keliru kalau kita menyamakan dua hal itu. Dengan cara yang sama, merupakan satu kekeliruan jika kita hendak menunjukkan bahwa bahasa telah hadir sebelum manusia ada.

Hal yang sama berlaku pula pada pikiran. Penggunaan sebuah tongkat untuk mendapatkan sebuah objek yang di luar jangkauan adalah satu tindakan yang berdasarkan kecerdasan. Tapi hal ini baru muncul agak terlambat dalam perkembangan seorang anak - kira-kira 18 bulan. Hal ini melibatkan penggunaan sebuah alat (tongkat) dalam gerak yang terkoordinasi, dalam rangka mewujudkan satu tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Aktivitas semacam ini juga dapat dilihat di antara kera-kera, bahkan juga monyet. Penggunaan objek yang dapat ditemukan di sekitar - tongkat, batu, dsb. - untuk keperluan pengumpulan makanan telah didokumentasikan dengan baik. Pada usia 12 bulan, seorang anak telah belajar untuk bereksperimen dengan melemparkan sebuah objek ke berbagai jurusan untuk "melihat apa yang terjadi".

Ini adalah aktivitas yang diulang-ulang untuk tujuan yang jelas, yang dirancang untuk mendapatkan hasil. Ia mengimplikasikan satu kesadaran akan *sebab dan akibat* (jika saya melakukan ini, hal itu akan terjadi). Tidak satupun dari

pengetahuan semacam ini dapat diwariskan. Pengetahuan itu didapat melalui pengalaman. Seorang anak akan membutuhkan 12-18 bulan untuk memahami persoalan sebab-akibat. Potongan pengetahuan yang sangat dahsyat! Tentu manusia-manusia pertama membutuhkan waktu jutaan tahun untuk mempelajari hal yang sama, yang merupakan landasan riil bagi pemikiran rasional dan tindakan yang bermakna. Semakin absurdlah bahwa beberapa ilmuwan dan filsafat masih juga ingin menyeret pemikiran ke tahap yang primitif dan kekanakan, dengan menyangkal adanya sebabakibat.

Dalam dua tahun pertama kehidupan, satu revolusi kecerdasan terjadi, di mana paham tentang ruang, kausalitas dan waktu dibentuk. Bukan, seperti yang dibayangkan Kant, begitu saja jatuh dari langit, tapi sebagai hasil langsung dari praktek dan pengalaman atas dunia fisik. Seluruh pengetahuan manusia, semua kategori pemikiran, termasuk yang paling abstrak, diturunkan dari sini. Paham materialis jelas terbukti dalam perkembangan seorang anak. Pada awalnya seorang bayi tidaklah membedakan antara realitas dan dirinya sendiri. Tapi pada saat tertentu, menyingsinglah kesadaran bahwa apa yang dilihatnya itu adalah sesuatu yang ada di luar dirinya sendiri, sesuatu yang akan terus ada bahkan ketika ia tidak lagi terlihat. Ini adalah satu terobosan besar, "revolusi Copernicus" yang terjadi pada bidang intelektualitas. Para filsuf yang menyatakan bahwa dunia material tidak ada, atau bahwa hal ini tidak dapat dibuktikan, dalam makna kata yang paling eksplisit, telah menyatakan satu ide yang *kekanakanan*.

Bayi yang menangis ketika ibunya meninggalkan ruangan menyatakan bahwa ia memahami bahwa ibunya tidak hilang hanya sekedar karena ibunya tidak lagi dapat dilihatnya. Ia menangis karena keyakinan bahwa tindakan ini akan membawa ibunya kembali. Sampai akhir tahun pertama, sang bayi percaya bahwa karena apa yang tidak terlihat, pastilah juga tidak memiliki keberadaan. Pada akhir tahun kedua, ia telah memahami sebab dan akibat. Sebagaimana tidak ada Tembok Cina yang memisahkan pemikiran dari tindakan, demikian pula tidak ada garis pemisah yang mutlak antara kehidupan intelektual seorang anak dan perkembangan emosionalnya. Pemikiran dan perasaan, pada kenyataannya, tidak dapat dipisahkan. Mereka merupakan dua aspek komplementer dari perilaku manusia. Setiap orang tahu bahwa tidak ada satu usaha besar yang akan tercapai tanpa unsur niat. Emosi adalah satu pengungkit yang paling kuat bagi tindakan dan pemikiran manusia. Dan memainkan satu peran mendasar dalam perkembangan manusia. Tapi pada tiap tahap, perkembangan kecerdasan seorang anak terikat erat dengan aktivitasnya. Sejalan

dengan munculnya perilaku cerdas, keadaan emosional pikiran juga diasosiasikan dengan tindakan - kegembiraan dan kesedihan terkait dengan keberhasilan atau kegagalan dari tindakan-tindakan yang dilandasi niat tertentu.

Kemunculan bahasa menunjukkan satu modifikasi yang mendasar pada perilaku dan pengalaman dari individual, baik dari sudut pandang intelektual maupun emosional. Ia adalah satu lompatan kualitatif. Penguasaan akan bahasa menghasilkan, seperti kata Piaget, "kemampuan untuk merekonstruksi tindakan-tindakannya yang telah silam dalam bentuk narasi dan untuk mengantisipasi tindakannya di masa datang melalui representasi verbal." Dengan bahasa, masa lalu dan masa datang menjadi riil bagi kita. Kita dapat meninggalkan segala keterbatasan masa kini, merencanakan, meramalkan dan berpartisipasi aktif menurut satu rencana yang disusun dengan sadar.

Bahasa adalah satu produk dari kehidupan sosial. Aktivitas sosial manusia tidak dapat dibayangkan akan terjadi tanpa bahasa. Bahasa pastilah telah ada, dalam satu bentuk atau lainnya, di tengah masyarakat manusia yang pertama, bahkan dari masa yang paling awal sekalipun. Pikiran itu sendiri adalah sejenis "bahasa internal". Dengan bahasa datanglah kemungkinan perhubungan sosial manusia yang sesungguhnya, penciptaan kebudayaan dan tradisi yang dapat dipelajari dan diwariskan secara oral, dan kemudian dalam tulisan, bukannya sekedar peniruan. Ia juga memungkinkan hubungan manusia yang sejati, di mana perasaan antipati, simpati, cinta dan penghormatan dapat dinyatakan dalam cara yang koheren dan maju. Dalam bentuk benih, unsur-unsur ini telah hadir dari enam bulan pertama kehidupan manusia, dalam bentuk peniruan. Kata-kata pertama diucapkan, biasanya kata benda yang terisolasi satu dengan lainnya. Lalu si anak belajar untuk menyatukan dua kata. Kata-kata benda secara bertahap dihubungkan dengan kata kerja dan adjektif. Akhirnya, penguasaan tata bahasa dan tata kalimat, yang mengikuti satu pola pemikiran logis yang kompleks. Ini adalah lompatan kualitatif bagi tiap individu, sebagaimana halnya pula bagi seluruh spesies.

Anak-anak yang berusia sangat muda dapat dikatakan memiliki bahasa "khas" miliknya sendiri, yang bukan bahasa dalam pengertian sebenarnya, tapi hanya suara-suara yang merupakan eksperimen dan upaya untuk meniru pembicaraan orang dewasa. Kemampuan bicara yang fasih muncul dari suara-suara ini, tapi keduanya tidak boleh dicampuradukkan. Bahasa, justru karena sifatnya, tidaklah bisa "khas bagi tiap orang", tapi sosial. Ia tidak dapat dipisahkan dari kehidupan

sosial dan aktivitas kolektif, terutama kerjasama dalam produksi, yang terletak di basis segala kehidupan sosial sejak awal masa. Bahasa menunjukkan satu lompatan besar ke muka. Sekali proses ini dimulai, ia akan mempercepat secara luar biasa perkembangan kesadaran. Ini juga dapat dilihat pada perkembangan seorang anak.

Bahasa menunjukkan permulaan dari sosialisasi aktivitas manusia. Sebelumnya, mahluk-mahluk pra-manusia pastilah telah berkomunikasi melalui cara-cara lain: lolongan, bahasa tubuh atau mimik lainnya. Sungguh, manusia modern terus pula melakukan itu, khususnya pada saat-saat stress dan emosi tinggi. Tapi keterbatasan dari "jenis bahasa" ini sangatlah jelas. Ia tidak akan pernah sanggup menyampaikan lebih dari situasi yang bersifat segera. Tingkatan kompleksitas, pemikiran abstrak dan perencanaan yang dibutuhkan oleh masyarakat manusia berdasarkan produksi ko-operatif yang paling sederhana sekalipun tidak dapat dinyatakan melalui "bahasa" semacam itu. Hanya melalui bahasa dimungkinkan bagi kita untuk meloloskan diri dari masa kini, mengingat masa lalu, dan meramalkan masa depan. Hanya melalui bahasa dimungkinkan untuk menetapkan bentuk komunikasi yang benar-benar manusiawi satu dengan lainnya, untuk berbagi "kehidupan internal". Maka, kita bicara tentang "hewan yang bodoh" sebagai pembedaan antara mereka dengan kita, satu-satunya hewan yang memiliki kemampuan berbicara.

Sosialisasi Pemikiran

Melalui bahasa, seorang anak dibaptis ke dalam kekayaan kebudayaan manusia. Sementara pada hewan-hewan lain, faktor warisan genetik adalah faktor yang dominan, dalam masyarakat manusia, faktor kebudayaan adalah faktor yang menentukan. Bayi manusia harus melalui satu masa "magang" yang sangat panjang di mana ia ditundukkan sepenuhnya pada orang dewasa, khususnya orang tua mereka, yang, sebagian besar melalui bahasa, membaptis mereka ke dalam misteri kehidupan, masyarakat dan dunia. Si anak menemukan bahwa dirinya dihadapkan pada model-model siap pakai yang harus disalin dan ditirunya. Kemudian model-model ini dikembangkan untuk mengikutkan lain-lain orang dewasa dan anak-anak, terutama melalui permainan. Proses sosialisasi ini tidaklah mudah atau otomatis, tapi itulah basis bagi seluruh perkembangan budaya dan kecerdasan. Semua orang tua pasti memperhatikan, disertai seulas senyum simpul, bagaimana anak-anak kecil akan menarik dirinya ke dalam dunia ciptaannya sendiri, dan dengan bahagia "bercakap-cakap" dengan dirinya sendiri dalam waktu yang lama, bermain dengan dirinya sendiri.

Perkembangan anak itu terangkai erat dengan proses untuk keluar dari keadaan egosentrisme primitif ini, dan hubungan dengan orang lain, realitas di luar dirinya secara umum.

Dalam skema asli dari Piaget, masa dari dua sampai tujuh tahun menandai satu transisi dari fase kecerdasan praktis ("sensor-motorik"), sampai terbentuknya pemikiran seperti yang kita kenal. Proses ini dicirikan oleh segala macam bentuk peralihan antara keduanya. Ia menunjukkan dirinya secara bersahaja dalam permainan anak-anak, contohnya. Dari usia dua sampai tujuh tahun, permainan muncul dengan aturan-aturannya, yang mengimplikasikan tujuan bersama, satu yang berlawanan dengan, katakanlah, permainan boneka yang sangat bersifat individual. Logika dari masa kanak-kanak primer dapat digambarkan sebagai *intuisi* [insting], yang masih tetap ada di kalangan orang dewasa - apa yang disebut Hegel sebagai pemikiran "segera". Pada tahap yang lebih lanjut, yang dikenal baik oleh para orang tua, anak-anak mulai bertanya *mengapa?* Rasa ingin tahu yang naif ini adalah awal dari pemikiran rasional - si anak tidak lagi bersedia menerima segala sesuatu seperti adanya, tapi mencari satu landasan rasional bagi mereka. Ia memahami fakta bahwa segala hal memiliki sebab, dan berusaha memahami apa yang menjadi sebab itu. Ia tidak lagi puas mengetahui fakta bahwa "B terjadi *setelah* "A". Ia ingin tahu mengapa hal itu terjadi. Di sini juga anak-anak antara tiga sampai tujuh tahun menunjukkan dirinya jauh lebih bijaksana daripada para filsuf modern.

Intuisi, yang biasanya dilekatkan dengan satu aura yang magis dan puitis, adalah, pada kenyataannya, satu bentuk pemikiran yang tingkatnya paling rendah, yang merupakan ciri dari anak-anak kecil dan orang-orang yang berada pada tingkat budaya rendah. Intuisi terdiri dari berbagai citra segera yang disediakan oleh indera, yang memprovokasi kita untuk bergerak secara "spontan", yaitu, tanpa dipikirkan lebih lanjut, terhadap kejadian-lingkup tertentu. Kekokohan logika dan pemikiran yang konsisten sama sekali tidak masuk ke dalamnya. Intuisi semacam ini kadangkala dapat berhasil dengan gemilang. Dalam kasus-kasus semacam itu, "kilatan ilham" yang nampak sebagai satu spontanitas menyebabkan satu ilusi tentang pemahaman misterius yang datang "dari dalam" dan merupakan satu hasil campur tangan ilahi. Sesungguhnya, intuisi datang, bukan dari satu kedalaman yang tak terukur dari jiwa, melainkan dari *internalisasi* [penyerapan] *pengalaman*, yang didapatkan, bukan dengan cara yang ilmiah, melainkan dalam bentuk citra dan semacamnya.

Seseorang dengan pengalaman hidup yang cukup banyak seringkali dapat sampai pada satu penilaian yang akurat atas satu situasi yang kompleks berdasarkan

informasi yang sangat sedikit. Mirip dengan itu, seorang pemburu dapat memperlihatkan satu hal yang hampir-hampir merupakan "indera keenam" tentang hewan yang sedang dilacakinya. Dalam kasus-kasus pemikir yang paling gemilang, kilatan inspirasi dianggap sebagai tanda-tanda kejeniusan. Dalam semua kasus ini, apa yang nampak sebagai satu ide yang spontan sebetulnya adalah satu inti sari dari pengalaman dan permenungan yang telah berlangsung bertahun-tahun. Tapi jauh lebih sering lagi intuisi buta membawa kita pada bentuk-bentuk pengetahuan yang tidak memuaskan, hanya di permukaan dan cacat. Dalam kasus anak-anak, "intuisi" menandai satu fase pemikiran yang primitif dan belum matang, sebelum mereka sanggup berargumentasi, menentukan dan menilai. Demikian tidak cukupnya cara berpikir itu sehingga orang dewasa sering menganggapnya sebagai sesuatu yang lucu, karena mereka sendiri telah lama meninggalkan fase ini. Untuk semua kasus, tidak perlu dikatakan lagi bahwa tidak ada satupun kemistisan yang terlibat di dalamnya.

Dalam tahap-tahap pertama kehidupan, anak tidak membedakan antara dirinya dengan lingkungan fisiknya. Hanya secara perlahan, seperti yang telah kita lihat, anak akan mulai membedakan antara subjek ("saya") dengan objek (dunia fisik). Ia mulai memahami hubungan riil antara lingkungannya dan dirinya sendiri dalam praktek, melalui rekayasa atas berbagai objek dan lain-lain pekerjaan fisik. Kesatuan primitif itu diruntuhkan, dan satu keragaman penglihatan, suara dan berbagai objek yang membingungkan mulai muncul. Lama setelah itu barulah si anak mulai menangkap hubungan antar benda-benda. Percobaan telah menunjukkan bahwa si anak secara konsisten selalu jauh lebih maju dalam tindakan ketimbang dalam pengungkapan oral.

Tidak ada satupun hal yang dapat disebut sebagai "tindakan yang murni intelektual". Hal ini terutama jelas terlihat dalam kasus anak-anak kecil. Sangat jamak bagi kita untuk membandingkan *hati* dengan *kepala*. Ini adalah satu oposisi yang keliru. Emosi memainkan satu bagian dalam penyelesaian terhadap masalah-masalah intelektual. Para ilmuwan bergairah menghadapi satu persoalan yang sangat abstrak sifatnya. Berbagai aliran pemikiran berbenturan dengan panas seputar masalah-masalah filsafat, seni dan sebagainya. Di pihak lain, tidak ada pula tindakan yang murni afeksi. Cinta, contohnya, menyaratkan satu tingkatan pemahaman yang tinggi di antara dua orang. Baik kecerdasan maupun emosi memainkan satu peran tertentu. Yang satu menyaratkan yang lain, dan mereka saling merasuk dan saling menentukan satu sama lain, pada tingkatan-tingkatan tertentu.

Sejalan dengan kemajuan dan perkembangan tingkat sosialisasi, si anak menjadi semakin sadar akan kebutuhan yang oleh Piaget disebut sebagai "sentimen antar-personal" - hubungan emosional antar orang. Di sini kita melihat bahwa ikatan sosial itu sendiri melibatkan unsur-unsur ketertarikan dan penolakan yang saling bertentangan. Si anak pertama kali belajar tentang hal ini dalam hubungannya dengan keluarga dan orang tuanya, lalu membentuk ikatan erat dengan kelompok sosial yang lebih besar, dan kemunculan sentimen moral - baik dan buruk, benar dan salah, yang jauh lebih bermakna daripada "saya suka" atau "saya tidak suka". Hal-hal ini bukan merupakan kriteria yang subjektif, melainkan objektif, diturunkan dari masyarakatnya.

Ikatan-ikatan yang kuat ini adalah satu bagian yang penting dalam evolusi masyarakat manusia, yang, sejak awalnya didasarkan atas produksi sosial yang ko-operatif dan kesalingtergantungan. Tanpa hal ini, kemanusiaan itu sendiri tidak akan pernah muncul dari dunia hewan. Moralitas dan tradisi dipelajari melalui bahasa, dan diteruskan dari generasi ke generasi. Dibandingkan dengan hal ini, faktor biologis nampaknya hanya memainkan peranan sekunder, sekalipun ia tetap menjadi bahan baku yang menyusun kemanusiaan itu sendiri.

Dengan kemunculan sekolah, dari sekitar usia tujuh tahun si anak mulai mengembangkan rasa sosialisasi dan kerja sama yang kuat. Hal ini ditunjukkan dalam permainan-permainan yang memakai aturan - bahkan permainan kelereng pun membutuhkan satu pengetahuan dan penerimaan akan aturan-aturan yang cukup rumit. Seperti aturan-aturan etika dan hukum-hukum dalam masyarakat, aturan-aturan permainan ini harus disepakati oleh semua, supaya dapat diterapkan. Satu pengetahuan akan aturan dan penerapannya berjalan seiring dengan pemahaman lain hal yang sama rumitnya seperti tata bahasa dan tata kalimat dalam sebuah bahasa.

Piaget membuat satu pengamatan yang penting bahwa "semua perilaku manusia adalah individual dan sosial sekaligus". Di sini kita mendapati satu contoh yang paling penting tentang kesatuan hal-hal yang bertentangan. Sangatlah keliru kalau kita menghadapkan pemikiran dengan keberadaan, atau individu dengan masyarakat. Mereka tidak terpisahkan. Dalam hubungan antara *subjek* dan *objek*, antara individu dan lingkungan (masyarakat) faktor perantaranya adalah *aktivitas praktis manusia* (kerja). Komunikasi atas pemikiran adalah bahasa (permenungan yang dieksternalkan). Di pihak lain, pemikiran itu sendiri adalah hubungan sosial yang diinternalisasi. Pada usia

tujuh tahun, si anak mulai memahami logika, yang persis terdiri dari satu sistem hubungan, yang memungkinkan koordinasi antar berbagai sudut pandang.

Dalam sebuah kutipan yang gemilang, Piaget membandingkan tahapan ini dengan tahapan filsafat Yunani kuno, ketika para materialis Ionian memisahkan diri dari mitologi, dalam upaya untuk sampai pada pemahaman rasional atas dunia:

"Sangat mengejutkan ketika kita mengamati bahwa, di antara salah satu (bentuk penjelasan akan kesatuan) yang pertama kali muncul, terdapat beberapa penjelasan yang menunjukkan kemiripan yang tajam dengan apa yang diungkapkan oleh orang-orang Yunani persis pada epos yang disebut 'kemunduran penjelasan mitologis', satu penamaan yang sangat tepat."

Di sini kita melihat, dalam cara yang mencolok, bagaimana bentuk-bentuk pemikiran dari tiap individu anak dalam perkembangan awalnya, menunjukkan satu kesejajaran dengan perkembangan pemikiran manusia secara umum. Dalam tahap-tahap awal, ada kesejajaran dengan *animisme* primitif, di mana si anak berpikir bahwa matahari bersinar karena matahari dilahirkan. Kemudian si anak berpikir bahwa awan datang dari asap, atau udara; batu dibuat dari tanah, dsb. Makna penting dari sini adalah bahwa semua itu adalah upaya naif untuk menjelaskan jagad dalam cara yang materialistik dan ilmiah, bukan dalam cara religius atau magis. Anak usia tujuh tahun mulai menangkap paham waktu, ruang, kecepatan, dan lain-lain. Walau demikian, pemahaman ini butuh waktu. Berlawanan dengan teori Kant bahwa paham akan waktu dan ruang diwariskan secara genetik, seorang anak tidak dapat menangkap ide-ide abstrak semacam itu sampai ide-ide didemonstrasikan melalui eksperimen. *Maka, idealisme telah dibuktikan keliru oleh proses perkembangan pemikiran manusia itu sendiri.*

[1] Kita selalu berpikir dengan cara membayangkan bahwa kita sedang "bicara pada diri sendiri". Inilah mengapa orang yang bicara pada diri sendiri disebut "thinking out loud" - berpikir lantang - dalam bahasa Inggris. [Catatan Penerjemah]

[2] Altruisme - sifat suka menghamburkan uang untuk berderma, dengan berbagai alasan personal. Egotisme - sifat suka mencari kejayaan diri sendiri. [Penerjemah.]

[i] Blackmore dan Page, *Evolution: the Great Debate*, pp. 185-6, penekanan dari kami.

- [ii] Steven Rose, *The Conscious Brain*, p. 31.
- [iii] Rose, *Molecules and Minds*, p. 23.
- [iv] Rose, *The Making of Memory*, p. 91.
- [v] Rose, *The Conscious Brain*, p. 28.
- [vi] *Ibid.*, p. 179.
- [vii] Rose, *Molecules and Minds*, pp. 96-7.
- [viii] Engels, *op. cit.*, p. 284.
- [ix] Washburn dan Moore, *Ape to Man: A Study of Human Evolution*.
- [x] Wills, *op. cit.*, p. 8 penekanan dari kami.
- [xi] MESW, Vol. 3, p. 337.
- [xii] Engels, *op. cit.*, p. 241.
- [xiii] Piaget, *The Mental Development of Child*, p. 19.
- [xiv] Rose, Kamin dan Lewontin, *Not In Our Gene*, p. 96.
- [xv] Piaget, *op. cit.*, p. 22.

Bab 14. Marxisme dan Darwinisme

Gradualisme Darwin

"Kadangkala dikatakan bahwa sudut pandang dialektik adalah identik dengan evolusi. Tidak ada keraguan bahwa kedua metode ini memiliki titik-titik persinggungan. Namun, di antara keduanya terdapat satu perbedaan yang mendasar dan penting, yang harus diakui, sangat jauh dari membenarkan paham tentang evolusi. Para evolusionis modern memasukkan pencampuran yang cukup besar dengan konservatisme ke dalam ajaran-ajaran mereka. Mereka ingin membuktikan bahwa tidak ada lompatan baik di alam maupun dalam sejarah. Dialektika, di pihak lain, memahami sepenuhnya bahwa di alam maupun dalam pemikiran manusia dan sejarah lompatan-lompatan adalah *niscaya*. Tapi ia tidak pula mengabaikan fakta yang tak terbantahkan bahwa *proses tanpa henti* yang sama bekerja pada segala fase perubahan. Ia hanya berusaha memperjelas pada dirinya sendiri rangkaian kondisi macam apa yang akan menyebabkan satu perubahan bertahap berubah menjadi sebuah lompatan."^[1](Plekhanov)

Darwin menganggap bahwa kecepatan evolusi adalah proses gradual yang terdiri dari langkah-langkah yang teratur. Ia maju dalam kecepatan yang konstan. Ia berpegang pada motto Linnaeus: "Alam tidak membuat lompatan." Pandangan ini tercermin di mana-mana di dunia ilmiah, khususnya pada murid Darwin, Charles Lyell, rasul gradualisme dalam bidang geologi. Darwin demikian berkomitmen dengan gradualisme, sehingga ia membangun seluruh teorinya berdasarkan hal ini. "Catatan geologi sangatlah tidak sempurna," tegas Darwin, "dan fakta ini akan sangat menjelaskan mengapa kita tidak menemukan varian-varian antara, yang menghubungkan semua bentuk-bentuk kehidupan yang sudah punah dengan yang masih ada melalui langkah-langkah bertahap yang paling halus. Mereka yang menolak pandangan tentang sifat catatan geologis ini, pasti akan menolak teori saya secara keseluruhan." Gradualisme Darwinian ini berakar pada pandangan filsafati dalam masyarakat Victorian. Dari "evolusi" semacam ini, semua lompatan, perubahan mendadak dan perubahan revolusioner disingkirkan. Pandangan yang anti-dialektik ini telah berjaya atas ilmu pengetahuan sampai saat ini. "Satu bias pemikiran Barat yang berakar sangat kuat telah memaksa kita untuk terus mencari kesinambungan dan perubahan bertahap," ujar Gould.

Namun, pandangan ini telah melahirkan satu kontroversi yang panas. Catatan fosil yang kita punya sekarang memang penuh dengan lubang-lubang. Ia memberi kita gambaran tentang kecenderungan jangka panjang, tapi ia juga penuh dengan lompatan-lompatan. Darwin percaya bahwa lompatan-lompatan ini disebabkan oleh adanya lubang-lubang dalam catatan itu. Sekali bagian yang hilang ditemukan, ia akan menunjukkan satu evolusi yang berjalan mulus di

alam. Atau akankah demikian halnya? Berlawanan dengan pendekatan kaum gradualis, paleontologis Niles Eldrege dan Stephen Jay Gould telah mengajukan satu teori evolusi yang disebut "kesetimbangan yang terputus", yang menyatakan bahwa catatan fosil tidaklah akan selengkap yang dipikir sebelumnya. Lubang-lubang itu boleh jadi merupakan cerminan dari apa yang sebenarnya terjadi. Bahwa evolusi berjalan dengan lompatan-lompatan, yang memutus-mutus masa-masa panjang perkembangan yang gradual.

"Sejarah kehidupan bukanlah satu perkembangan yang sinambung, tapi satu catatan yang tersentak-sentak oleh episode-episode singkat, kadang seketika jika dilihat secara geologis, kepunahan massal dan diversifikasi yang menyusulnya," ujar Gould. Bukannya satu transisi yang gradual, "hewan multiselular modern membuat kemunculan tanpa tandingnya yang pertama dalam catatan fosil sekitar 570 juta tahun lalu - dan dengan sebuah ledakan, bukan sebuah kresendo yang berkepanjangan. "Ledakan Kambrian" ini menandai bangkitnya (setidaknya apa yang ditunjukkan bukti nyata) dari hampir semua kelompok besar hewan modern - dan semuanya terjadi pada jangka yang sangat kecil, secara geologis, yaitu hanya beberapa juta tahun saja."^[ii]

Gould juga menunjuk pada satu ciri bahwa batas-batas waktu geologis bersesuaian dengan titik-titik balik dalam evolusi kehidupan. Pandangan tentang evolusi yang semacam ini sangat mendekati pandangan Marxis tentang evolusi. Evolusi bukanlah satu pergerakan yang halus dan bertahap dari rendah ke tinggi. Evolusi terjadi melalui perubahan yang terakumulasi, yang meledak melalui perubahan kualitatif, melalui revolusi dan transformasi. Sekitar seratus tahun lalu, pemikir Marxis, George Plekhanov, berpolemik melawan pandangan gradualis tentang evolusi:

"Filsafat idealis Jerman," urainya, "dengan tegas memberontak terhadap pandangan tentang evolusi yang cacat itu. Hegel dengan pahit menertawakannya, dan menunjukkan tanpa terbantahkan lagi bahwa baik di alam maupun dalam masyarakat manusia lompatan merupakan satu hal yang sama hakikinya dalam tahapan evolusi dengan perubahan-perubahan kuantitatif yang bertahap. 'Perubahan dalam keberadaan,' katanya, 'terdiri bukan hanya atas fakta bahwa satu kuantitas berpindah menjadi kuantitas yang lain, tapi juga bahwa kuantitas berpindah menjadi kualitas, dan sebaliknya. Tiap transisi yang disebut belakangan itu merupakan satu keterputusan dalam kebertahanan, dan melahirkan gejala yang memiliki aspek baru, yang secara kualitas berbeda dari gejala yang mendahuluinya."^[iii]

"Evolusi" dan "revolusi" adalah dua sisi dari proses yang sama. Dengan menolak gradualisme, Gould dan Eldrege telah mencari satu penjelasan alternatif, dan terpengaruh oleh materialisme dialektik. Paper Gould tentang "Kesetimbangan yang Terputus-putus" memiliki satu kesejajaran dengan pandangan materialis atas sejarah. Teori seleksi alam adalah satu penjelasan yang sangat baik

mengenai bagaimana satu spesies menjadi semakin baik dalam karakternya, tapi merupakan satu penjelasan yang tidak memuaskan tentang bagaimana satu spesies baru terbentuk. Catatan fosil menunjukkan enam kepunahan massal besar yang terjadi pada awal dan akhir jaman Kambrium (berturut-turut 600 juta dan 500 juta tahun lalu), dan pada akhir jaman Devonian (345 juta tahun lalu), jaman Permian (225 juta tahun), jaman Triasik (180 juta tahun) dan jaman Cretaseus (63 juta). Satu pendekatan yang berkualitas baru diperlukan untuk menjelaskan gejala ini.

Evolusi dari satu spesies baru ditandai dengan evolusi susunan genetik yang memungkinkan anggota-anggota spesies baru untuk kawin-mawin dengan sesamanya tapi tidak dengan anggota spesies lain. Spesies baru muncul dari percabangan yang bersumber dari satu moyang. Yaitu, seperti penjelasan Darwin, satu spesies muncul dari spesies lainnya. Pohon kehidupan menunjukkan bahwa lebih dari spesies dapat dilacak mundur ke satu moyang yang sama. Manusia dan simpanse adalah spesies yang berbeda tapi memiliki satu moyang bersama, yang kini telah punah. Perubahan dari satu spesies menjadi spesies lainnya terjadi secara cepat antara dua spesies yang stabil. Peralihan ini tidak terjadi dalam satu atau dua generasi tapi mungkin sepanjang ratusan ribu tahun. Seperti komentar Gould: "Hal ini nampaknya merupakan waktu yang sangat lama jika dilihat dari kerangka kehidupan kita, tapi waktu itu sekejap saja secara geologis.... Jika sebuah spesies lahir dalam waktu ratusan atau ribuan tahun, kemudian tidak berubah lama, untuk beberapa juta tahun, masa kelahirannya adalah satu persentase yang amat kecil dari seluruh masa kerbelangungannya."

Kunci bagi perubahan ini terletak dalam pemisahan geografis, di mana satu populasi kecil terpisah dari populasi utama di pinggir habitatnya. Bentuk spesiasi ini, yang dikenal sebagai *triallopac*, memungkinkan terjadinya satu evolusi yang cepat. Segera setelah satu spesies moyang terpisah, perkawinan sejenis juga berhenti. Perubahan genetik apapun yang terjadi akan tumbuh secara terpisah. Namun, dalam populasi yang lebih kecil, variasi genetik akan menyebar dengan sangat cepat dibandingkan dengan kelompok moyangnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh seleksi alam dalam menanggapi perubahan faktor-faktor iklim dan geografis. Sejalan dengan semakin terpisahnya kedua populasi, akhirnya mereka mencapai satu titik di mana satu spesies baru telah terbentuk. Perubahan kuantitatif telah melahirkan perubahan kualitatif. Jika kedua populasi itu bertemu di masa datang, mereka telah demikian berbeda secara genetik sehingga

tidak akan berhasil melakukan perkawinan; keturunan mereka akan sakit-sakitan atau mandul. Akhirnya, spesies-spesies yang mirip, dengan cara hidup yang sama, akan berkompetisi, yang akhirnya akan membawa kepunahan dari mereka yang kurang berhasil.

Seperti komentar Engels: "Proses organik dari perkembangan, baik atas individu maupun spesies, melalui diferensiasi, adalah ujian paling mencolokatas dialektika rasional." Lagi, "Semakin jauh fisiologi berkembang, semakin penting jadinya perubahan-perubahan kecil yang berlangsung terus-menerus ini, dan dengan demikian semakin penting juga pertimbangan atas perbedaan *di dalam* identitas, dan sudut pandang lama yang abstrak tentang identitas formal, bahwa sebuah makhluk organik harus diperlakukan sebagai hal yang identik dengan dirinya sendiri, sebagai sesuatu yang konstan, telah menjadi usang." Engels lalu menyimpulkan: "Jika *ada* individu yang beradaptasi yang dapat bertahan hidup dan berkembang menjadi spesies baru dengan secara terus-menerus meningkatkan adaptasinya, sementara individu yang lebih stabil semakin tersingkir dan akhirnya punah, dan bersama mereka habis juga tahap-tahap antara yang belum sempurna itu, maka ini dapat dan benar berlangsung *tanpa Malthusianisme*, dan jika yang disebut belakangan itu benar-benar bisa terjadi ia tetap saja tidak akan sanggup mengubah proses itu sedikitpun, paling-paling ia hanya dapat mempercepatnya."^[iv]

Gould dengan tepat menyatakan bahwa teori kesetimbangan yang terputus bukanlah satu kontradiksi terhadap tenet utama dari Darwin, seleksi alam, tapi sebaliknya memperkaya dan memperkuat Darwinisme. Richard Dawkins dalam bukunya *The Blind Watchmaker* berupaya merendahkan pengakuan Gould dan Eldrege atas perubahan dialektik di alam. Ia tidak melihat perbedaan antara gradualisme dari Darwinisme "sejati" dengan "kesetimbangan terputus". Ia menyatakan: "Teori kesetimbangan terputus adalah satu teori gradualis, sekalipun ia menekankan pada masa-masa antara yang panjang antara ledakan-ledakan yang relatif singkat pada evolusi yang gradualistik. Gould telah salah memahami dirinya sendiri gara-gara retorikanya sendiri..." Dawkins kemudian menyimpulkan, "pada kenyataannya, semuanya adalah gradualis."

Dawkins mengkritisi kaum punctuationis karena menyerang dan mengklaim Darwinisme tanpa hak. Ia menyatakan bahwa kita perlu melihat gradualisme Darwin di dalam konteksnya - sebagai sebuah serangan atas kreasionisme. "Kaum Punctuationis sama gradualnya dengan Darwin atau penganut Darwin lainnya; mereka hanya memasukkan masa-masa panjang yang statis antara perubahan-perubahan evolusi gradual." Tapi ini bukanlah perbedaan yang

sekunder, justru itu adalah hakikat hakikat dari materi. Kritik terhadap kelemahan Darwinisme bukan berarti menggerogoti sumbangannya yang unik, tapi untuk mensintesanya terhadap satu pemahaman tentang perubahan-perubahan riil. Hanya dengan demikian sumbangan historis Darwin dapat dibulatkan sepenuhnya sebagai satu penjelasan terhadap evolusi di alam. Seperti yang dinyatakan dengan tepat oleh Gould, "Teori evolusi modern tidak membutuhkan perubahan gradual. Kenyataannya, kerja-kerja proses Darwin haruslah membuahkan apa yang kita lihat pada catatan-catatan fosil. Gradualismelah yang harus kita tolak, bukan Darwinisme."^[v]

Tidak Ada Kemajuan?

Arah mendasar dari argumen Gould tidak dapat diragukan kebenarannya. Apa yang lebih bermasalah adalah argumennya bahwa evolusi tidak berjalan dalam satu jalur yang progresif secara inheren.

"Meningkatnya keragaman dan transisi berganda kelihatannya mencerminkan satu kemajuan yang pasti dan ketat menuju segala sesuatu yang lebih tinggi," papar Gould. "Tapi catatan paleontologis tidak mendukung interpretasi semacam itu. Tidak ada satu progres yang berlangsung secara tetap dalam perkembangan yang lebih tinggi dari disain organik. Selama dua pertiga sampai lima perenam bagian pertama dari sejarah bumi, hanya monera yang menghuni bumi, dan kami tidak melihat satu progres yang tetap dari prokariota "rendah" ke "tinggi". Sebagaimana tidak ada satu tambahan terhadap disain dasar sejak ledakan Kambrian mengisi biosfer kita (sekalipun kita dapat mengatakan terjadinya perbaikan-perbaikan terbatas di dalam beberapa disain - vertebrata dan tumbuhan vaskular, misalnya)."^[vi]

Gould berpendapat, khususnya dalam bukunya, *Wonderful Life*, bahwa jumlah filum hewan (yang menggambarkan rancangan dasar tubuh) malah jauh lebih banyak pada masa segera setelah "ledakan Kambrian" ketimbang sekarang. Ia mengatakan keragaman tidaklah meningkat dan tidak ada kecenderungan jangka panjang di dalam evolusi, dan bahwa evolusi atas kehidupan cerdas adalah satu kecelakaan.

Di sini kelihatannya kritisisme Eric Lerner atas Gould benar:

"Bukan saja terdapat satu perbedaan besar antara kemungkinan yang membawa evolusi dari satu spesies tertentu dan satu kecenderungan jangka panjang dalam evolusi, seperti menuju tingkat adaptasi atau kecerdasan yang lebih tinggi, tapi Gould justru mendasarkan pendapatnya pada fakta yang merupakan contoh dari kecenderungan itu!" papar Lerner. "Setelah beberapa waktu, evolusi telah cenderung berkonsentrasi pada jalur perkembangan yang semakin lama semakin spesifik. Hampir semua unsur kimia telah hadir sepuluh milyar tahun yang lalu. Jenis senyawa yang vital bagi kehidupan - DNA, RNA, protein, dan seterusnya - sudah juga hadir di bumi sekitar empat milyar tahun lalu. Kedua Kerajaan Besar kehidupan -

hewan, tumbuhan, jamur, dan bakteri - telah ada dua milyar tahun lalu; tidak ada hal yang baru di sini. Seperti yang ditunjukkan Gould, fila utama telah ada selama enam ratus juta tahun, dan ordo-ordo besar (penggolongan yang lebih rendah tingkatannya daripada filum) telah ada sekitar empat ratus juta tahun.

"Karena evolusi telah berjalan semakin cepat, ia harus menjadi semakin spesifik, dan bumi telah diubah oleh evolusi sosial dari satu spesies saja, spesies kita. Inilah justru yang merupakan kecenderungan jangka panjang yang ditolak oleh Gould dengan keteguhan ideologis, sekalipun ia telah memberikan sumbangan yang sangat besar atas teori evolusi. Tapi kecenderungan itu ada, sebagaimana pula kecenderungan menuju kecerdasan."^[vii]

Fakta bahwa evolusi telah menghasilkan kompleksitas yang jauh lebih tinggi, dari organisme yang lebih rendah ke yang lebih tinggi, yang menghasilkan manusia, dengan ukuran otak yang besar dan mampu mengerjakan tugas-tugas yang teramat kompleks, adalah bukti dari ciri progresif ini. Hal ini tidak berarti bahwa evolusi berjalan dalam satu garis lurus, seperti yang dikatakan dengan tepat oleh Gould: ada patahan, kemunduran, dan kemandegan di dalam gerak maju umum dari evolusi. Sekalipun seleksi alam terjadi dalam menanggapi perubahan lingkungan (bahkan satu ciri lokal), tentu saja ia tetap membawa kita pada tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dari segala bentuk kehidupan. Spesies-spesies tertentu telah beradaptasi terhadap lingkungan mereka dan telah hadir dalam bentuknya yang sekarang selama jutaan tahun. Yang lain telah punah karena kalah dalam kompetisi dengan model yang lebih maju. Inilah bukti yang disajikan oleh evolusi kehidupan selama 3,5 milyar tahun ini.

Alasan bagi penolakan empatik Gould terhadap paham progres dalam evolusi lebih berkaitan dengan alasan-alasan sosial dan politik daripada alasan-alasan ilmiah. Ia tahu bahwa ide tentang kemajuan evolusioner dan "spesies yang lebih tinggi" telah disalahgunakan secara sistematis di masa lalu untuk membenarkan rasisme dan imperialisme - paham palsu tentang keunggulan kulit putih menganggap bahwa negeri-negeri Eropa berhak merampas tanah dan kekayaan dari "ras yang biadab dan tak memiliki hukum" di Afrika dan Asia. Bahkan sampai tahun 1940-an, orang-orang ilmiah terkemuka masih menerbitkan "pohon evolusioner" yang menunjukkan orang kulit putih di puncak, sementara kulit hitam dan lain-lain "ras" terdapat di cabang yang terpisah dan lebih rendah, sedikit lebih tinggi dari gorila dan simpanse. Ketika dihadapkan pada pertanyaan apakah penolakannya terhadap paham tentang progres adalah karena anggapannya tentang bahaya paham itu, Gould menjawab sebagai berikut:

"Progres bukanlah sesuatu yang secara logis dan intrinsik berbahaya,' jawabnya. 'Ia menjadi berbahaya dalam konteks tradisi budaya Barat.' Dengan akar yang berasal dari abad ke-17, progres sebagai etik sosial sentral telah mencapai puncaknya di abad ke-19, dengan revolusi industri dan ekspansionisme Victorian, Steve menjelaskan. Ketakutan akan penghancuran diri yang timbul pada dekade ini, baik secara militer maupun melalui polusi, telah memudarkan optimisme abadi dari masa-masa Victoria dan Edward. Meski demikian, anggapan tentang derap maju yang niscaya dari penemuan ilmiah dan pertumbuhan ekonomi terus menyalakan ide bahwa progres adalah sesuatu yang baik dan merupakan bagian alami dari sejarah. 'Progres telah menjadi satu doktrin yang mendominasi interpretasi dari semua urutan sejarah,' lanjut Steve, 'dan karena evolusi adalah sejarah yang paling agung, paham tentang progres pastilah dimasukkan ke dalamnya secara otomatis. Anda paham konsekuensi dari hal ini.'" [viii]

Kita dapat bersimpati dengan reaksi Gould terhadap sampah-sampah reaksioner dan bodoh itu. Juga benar bahwa istilah "progres" mungkin tidak ideal untuk diterapkan dengan tepat kepada evolusi. Selalu terdapat resiko bahwa ini berarti satu pendekatan *teleologis*, yaitu, paham bahwa alam ini bekerja berdasarkan rencana yang telah dipaparkan sebelumnya oleh suatu Pencipta. Namun demikian, sebagaimana biasa, reaksi telah dilemparkan terlalu jauh ke arah yang berseberangan. Jika kata progres tidaklah cukup, ia dapat digantikan oleh, katakanlah, *kompleksitas*. Dapatkah dibantah bahwa benar-benar terdapat satu perkembangan dalam organisme hidup sejak munculnya hewan bersel satu sampai sekarang?

Tidak ada perlunya kembali pada pandangan sepihak kuno tentang Manusia, puncak dari evolusi, agar kita dapat menerima bahwa 3,5 milyar tahun evolusi ini tidaklah berarti perubahan sederhana, tapi merupakan perkembangan yang sejati, yang berjalan dari sistem kehidupan yang sederhana menuju yang lebih kompleks. Catatan fosil merupakan saksi akan hal ini. Misalnya, peningkatan dramatik dalam ukuran otak sejalan dengan evolusi dari mamalia dari reptil, sekitar 230 juta tahun lalu. Mirip dengan itu, terdapat pula satu lompatan kualitatif dengan kemunculan manusia, dan hal ini, pada gilirannya, tidaklah terjadi dengan proses kuantitatif yang mulus, tapi dengan serangkaian lompatan, dengan *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis*, dan akhirnya *Homo sapiens*, yang merupakan titik balik yang menentukan.

Tidak ada alasan untuk menganggap bahwa evolusi telah mencapai batasannya, atau bahwa umat manusia tidak akan mengalami perkembangan lebih lanjut. Proses evolusi akan terus berjalan, sekalipun ia tidak harus mengambil bentuk yang sama seperti di masa lalu. Perubahan-perubahan mendasar dalam lingkungan sosial, termasuk rekayasa genetik, dapat memodifikasi proses seleksi alam, memberi umat manusia untuk pertama kalinya kemungkinan menentukan jalannya evolusinya sendiri, setidaknya sampai tingkatan tertentu. Hal ini akan

membuka bab yang sama sekali baru dalam sejarah perkembangan manusia, khususnya dalam sebuah masyarakat yang dipandu oleh keputusan manusia yang bebas dan sadar, dan bukan oleh kekuatan pasar yang membabi-butakan dan hukum rimba yang diberlakukan pada manusia.

Marxisme dan Darwinisme

"Jenis nilai yang diangkat oleh doktrin Marxis hampir-hampir berseberangan secara diametrikal dengan nilai-nilai yang muncul dari pendekatan ilmiah kita pada masa kini." (Roger Sperry, pemenang Hadiah Nobel bidang kedokteran di tahun 1981.)

"Gereja mempertahankan posisinya melawan serbuan kekacauan dan tuhan-tuhan Kemajuan di abad ke-20 dan pandangan materialistik atas dunia.... *Kitab Kejadian* akan terus menyuarakan kebenaran, tidak tergantung dari apakah kita mengikuti pandangan evolusioner atas asal-usul biologis kita atau tidak." (Blackmore dan Page, *Evolution: the Great Debate*)

Dengan menggunakan metode materialisme dialektik, Marx dan Engels sanggup menemukan hukum-hukum yang mengatur sejarah dan perkembangan masyarakat secara umum. Walaupun ia mengikutinya tanpa sadar, Charles Darwin telah pula menggunakan metode yang sama untuk mengungkap hukum-hukum evolusi tumbuhan dan hewan. "Darwin menerapkan satu filsafat materialisme yang konsisten terhadap interpretasinya atas alam," papar paleontologis Stephen Jay Gould. "Materi adalah landasan dari segala keberadaan; pikiran, jiwa, dan Tuhan juga, adalah sekedar kata-kata yang menyatakan satu hasil yang mengagumkan dari kompleksitas sistem syaraf kita."

Teori evolusi Charles Darwin merevolusionerkan pandangan kita akan dunia alami. Sebelum dia, pandangan yang dominan di antara ilmuwan adalah bahwa spesies-spesies tidaklah berubah, karena mereka telah diciptakan oleh Tuhan untuk memenuhi tugas-tugas tertentu di alam. Beberapa orang menerima teori evolusi, tapi dalam bentuk yang mistis, yang digerakkan oleh satu tenaga hidup, yang memberi ruang bagi campur-tangan yang menentukan dari satu Keberadaan Tertinggi. Darwin merupakan satu titik perpisahan yang menentukan dengan sudut pandang idealis ini. Untuk pertama kalinya, secara primer walau tidak semata-mata melalui satu proses seleksi alami, evolusi menyediakan satu penjelasan bagaimana spesies-spesies berubah dalam waktu milyaran tahun, dari bentuk-bentuk paling sederhana organisme bersel satu sampai bentuk-bentuk kehidupan hewani yang paling kompleks, termasuk kita sendiri. Sumbangan revolusioner Darwin adalah penemuannya akan mekanisme

yang membawa perubahan itu, dengan demikian menempatkan evolusi dengan kokoh di atas landasan yang ilmiah.

Ada satu analogi kasar di sini dengan peran yang dimainkan Marx dan Engels dalam bidang ilmu-ilmu sosial. Jauh sebelum mereka, orang-orang lain telah mengakui keberadaan perjuangan kelas. Tapi baru setelah analisa Marx tentang Teori Nilai Kerja dan perkembangan materialisme historis, dimungkinkan untuk menempatkan gejala ini pada penjelasan yang ilmiah. Marx dan Engels memberikan dukungan yang penuh semangat terhadap teori Darwin yang menyediakan konfirmasi atas ide-ide mereka, yang diterapkan pada alam. Pada 16 Januari 1861 Marx menulis pada Lasalle: "Buku Darwin sangatlah penting dan berguna bagi saya sebagai satu basis ilmu alam untuk perjuangan kelas dalam sejarah. Tentu kita harus memberi toleransi pada metode perkembangan yang kasar dari orang-orang Inggris itu. Tapi sekalipun terdapat banyak kekurangan, bukan hanya kini untuk pertama kalinya satu pukulan maut dilancarkan pada 'teleologi' dalam ilmu-ilmu alam tapi pemaknaan rasionalnya juga telah dijelaskan secara empirik."

Buku Darwin *Origin of Species* muncul di tahun 1859, tahun yang bersamaan dengan terbitnya buku Marx *Preface to the Critique of Political Economy*, yang membulatkan pandangan materialis terhadap sejarah. Darwin telah menemukan teori seleksi alam lebih dari dua puluh tahun sebelumnya, tapi ia mengurungkan niat untuk menerbitkannya karena takut akan reaksi atas pandangannya yang materialis itu. Bahkan ketika itu, Darwin hanya merujuk tentang asal-usul manusia dengan kalimat ini "penerangan akan diberikan pada kita tentang asal-usul manusia dan sejarahnya." Baru setelah ia tidak lagi sanggup menyembunyikannya, buku *The Descent of Man* muncul di tahun 1871. Demikian menggemparkannya idenya itu, Darwin dipaksa menarik kembali ide-idenya karena ia menerbitkannya "ketika langit Paris masih memerah dengan api pemberontakan Komune Paris". Ia dengan ketat menghindari berbagai pertanyaan mengenai agama, sekalipun ia telah menolak Kreasionisme. Di tahun 1880 ia menulis: "Kelihatannya bagi saya (entah benar atau salah) argumen-argumen langsung terhadap Kristianitas dan Theisme tidak akan memiliki dampak pada publik; dan bahwa kebebasan berpikir akan paling dimajukan melalui pencerahan bertahap atas pemahaman manusia yang mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan. Dengan demikian saya telah selalu menghindari menulis tentang agama dan selalu membatasi diri saya dalam ilmu pengetahuan."

Pandangan materialis Darwin atas alam adalah satu terobosan revolusioner dalam menyediakan satu pandangan yang ilmiah atas evolusi. Namun, Marx sama sekali bukannya tidak kritis terhadap Darwin. Secara khusus, ia mengkritisi "metode Inggrisnya yang kasar" dan menunjukkan bagaimana kekurangan-kekurangan Darwin didasarkan pada pengaruh-pengaruh dari Adam Smith dan Malthus. Karena ia tidak memiliki sudut pandang filsafat yang jelas, Darwin niscaya jatuh di bawah pengaruh dari ideologi dominan dari jamannya. Kelas menengah Inggris jaman Victoria membanggakan diri mereka sebagai orang-orang yang praktis, dengan bakat membuat uang dan "mencapai yang tertinggi dalam hidup". "*Survival of the fittest*" sebagai penggambaran atas seleksi alam bukanlah asli berasal dari Darwin, tapi dari Herbert Spencer di tahun 1864. Darwin tidak berurusan dengan kemajuan seperti yang dimaknai oleh Spencer - kemajuan manusia melalui penyingkiran mereka yang "tidak cukup kuat" - dan tidaklah bijaksana untuk menggunakan istilah itu. Mirip dengan itu, istilah "*struggle for existence*" memang digunakan oleh Darwin sebagai perumpamaan, tapi istilah itu telah disimpangkan oleh kaum konservatif, yang menggunakan teori Darwin untuk kepentingan mereka sendiri. Bagi para penganut Darwinisme Sosial, istilah-istilah paling populer seperti "*survival of the fittest*" dan "*struggle for existence*" ketika diterapkan pada masyarakat akan berarti bahwa alam akan menjamin kemenangan para pesaing yang terbaik dalam situasi penuh persaingan, dan bahwa proses ini akan menjamin satu peningkatan kesejahteraan yang terus-menerus. Akibat dari pandangan ini adalah bahwa segala sesuatu yang dilakukan untuk memperbaiki kondisi sosial masyarakat adalah upaya yang bertentangan dengan kehendak alam, dan hanya akan membawa pembusukan bagi seluruh sistem kemasyarakatan. Seperti yang dinyatakan oleh Dobzhansky:

"Karena alam ini 'berlumuran darah di mulut dan cakarnya', akan merupakan satu kesalahan besar jika kita membiarkan sentimen kita mencampuri kehendak Alam dengan membatu kaum yang miskin, lemah dan yang secara umum tidak cukup kuat sampai mereka menjadi sama nyamannya dengan kaum yang kaya, yang kuat dan bugar. Dalam jangka panjang, membiarkan Alam berkuasa akan membawa keuntungan yang paling besar. 'Di segenap sudut alam kita akan melihat disiplin yang ketat yang harus sedikit kejam supaya ia boleh menjadi baik dan ramah,' tulis Herbert Spencer."^[ix]

Darwin dan Malthus

"Populasi, kalau tidak dijaga, bertambah dalam satu deret ukur. Subsistensi hanya bertambah menurut deret hitung." (Thomas Robert Malthus, *The Principle of Population*.)

Ekonomi *laissez faire* dari Adam Smith mungkin telah memberi Darwin satu pemahaman mengenai seleksi alam, tapi seperti yang dinyatakan Engels: "Darwin tidak mengetahui satire sepahit apa yang ditulisnya bagi umat manusia, dan khususnya tentang orang-orang senegerinya, ketika ia menunjukkan bahwa kompetisi bebas, perjuangan untuk mempertahankan keberadaan, yang dirayakan para ekonomi sebagai pencapaian historis yang tertinggi, adalah hal yang biasa dalam *Dunia Hewan*."^[x] Darwin telah terinspirasi oleh buku Malthus *Essay on Population* yang ditulisnya di tahun 1798. Teori ini mengklaim bahwa populasi akan bertambah secara deret ukur, dan pasokan makanan secara deret hitung, kecuali dijaga melalui kelaparan, perang, penyakit, atau pembatasan lainnya. Teori ini telah terbukti keliru.

Tidak seperti Spencer, Darwin memahami "*fitness*" hanya dalam hubungannya dengan lingkungan tertentu, yang jelas bukan satu skala mutlak kesempurnaan. Sesungguhnya, tidak satupun istilah yang dilekatkan pada namanya, "evolusi" dan "*survival of the fittest*" tertulis dalam edisi awal *The Origins*, di mana ide-idenya dinyatakan melalui istilah "mutabilitas" dan "seleksi alam". Pada tanggal 18 Juni 1862 Marx menulis pada Engels: "Darwin, yang telah saya periksa lagi, membuat saya tersenyum ketika ia mengatakan bahwa ia sedang menerapkan teori 'Malthusian' terhadap tumbuhan dan hewan *pula*, seakan-akan bagi Tuan Malthus seluruh persoalannya tidak terletak pada bahwa teorinya *tidak* dapat diterapkan pada tumbuhan dan hewan tapi hanya pada manusia - dan dengan progresi geometrik - satu hal yang tidak terjadi pada tumbuhan dan hewan." Engels juga menolak penggambaran atau jargon Darwin yang kasar, dan menyatakan:

"Kesalahan Darwin terletak persis pada pencampuradukan 'seleksi alam' dan 'survival of the fittest', dua hal yang sama sekali berbeda:

"1. Seleksi melalui tekanan over-populasi, di mana mungkin yang paling kuatlah yang pertama-tama berhasil bertahan hidup, tapi di mana yang paling lemahpun dalam banyak aspek mampu melakukannya;

"2. Seleksi melalui kemampuan yang lebih besar untuk beradaptasi pada keadaan yang berubah, di mana mereka yang bertahan hidup akan lebih cocok pada keadaan lingkup ini, tapi di mana adaptasi sebagai sebuah keseluruhan dapat bermakna kemunduran maupun kemajuan (karena adaptasi menjadi kehidupan parasit selalu merupakan kemunduran).

"Hal yang terpenting adalah: bahwa semua kemajuan dalam evolusi organik adalah selalu sekaligus satu kemunduran, menetapkan evolusi sepihak, dan menolak evolusi di semua jalur yang lain. Namun, justru inilah hukum dasarnya."^[xi]

Jelaslah bahwa ada satu perjuangan untuk bertahan hidup - sekalipun tidak dalam makna yang dimaksudkan Spencer - di alam, di mana terjadi kelangkaan, atau bahaya bagi anggota-anggota satu spesies melalui predator. "Betapapun besarnya kesalahan yang dibuat Darwin ketika menerima teori Malthus dengan demikian naif dan tidak kritis," kata Engels, "tetap saja tiap orang dapat melihat sekilas bahwa kita tidak membutuhkan kacamata Malthus untuk melihat perjuangan untuk bertahan hidup di alam - kontradiksi antara segala jenis kuman yang dihasilkan alam dengan demikian murah hati dan sedikitnya jumlah kuman yang berhasil mencapai usia dewasa, satu kontradiksi yang sesungguhnya sebagian besar solusinya ditemukan pada perjuangan untuk bertahan hidup - bahkan dengan kekejaman yang luar biasa." [xii]

Banyak spesies yang menghasilkan sejumlah besar telur atau benih untuk menjamin tingkat keberlangsungan hidup mereka, khususnya pada usia yang amat muda. Di pihak lain, spesies manusia telah bertahan hidup dengan cara lain, karena perkembangannya amat lambat, dan di mana banyak sekali energi dan usaha yang ditanamkan dalam membesarkan keturunan yang jumlahnya sangat sedikit dan sangat lambat dalam mencapai kedewasaan. Keuntungan kita terletak pada otak kita, dan kemampuannya belajar dan menarik generalisasi. Pertumbuhan populasi kita tidaklah dikendalikan oleh kematian sejumlah besar keturunan kita, dan dengan demikian tidak dapat diperbandingkan *dengan kasar* terhadap spesies lainnya.

Sejarah sendiri telah menyediakan jawaban terakhir terhadap Malthus. A. N. Whitehead telah menunjukkan bahwa dari abad ke-10 sampai 20, satu populasi yang terus meningkat di Eropa selalu diiringi dengan peningkatan standard hidup. Ini sama sekali tidak cocok dengan teori Malthus, bahkan jika persoalan "penghentian laju populasi" itu dimasukkan, satu cara untuk "menunda hasil yang niscaya". Seribu tahun seharusnya sudah cukup untuk membuktikan ketepatan atau kekeliruan satu teori. "Kenyataan yang paling telanjang," seperti kata Whitehead, "adalah bahwa selama masa ini dan di wilayah itu (yaitu, Eropa) apa yang disebut sebagai penghentian laju populasi seperti yang disajikan Hukum Malthus sebagai sebuah kemungkinan, *sama sekali tidak terjadi dan tidak memiliki pengaruh apapun.*" [xiii]

Whitehead menunjukkan bahwa apa yang disebut "penghentian laju populasi" itu bahkan tidak berbanding lurus dengan kepadatan populasi itu sendiri. Contohnya, wabah penyakit bukanlah terutama disebabkan oleh tingkat populasi melainkan oleh *tingkat pelayanan kesehatan yang buruk*. Bukan keluarga berencana, tapi sabun, air dan saluran pembuangan yang seharusnya menjadi

solusi. Perang Tiga Puluh Tahun di Jerman memangkas populasi lebih dari setengahnya - satu "penghentian laju populasi" yang drastis. Perang itu memiliki beberapa sebab, tapi kelebihan populasi tidak pernah disebutkan sebagai salah satu di antaranya. Setidaknya sejauh pengetahuan kami, jumlah populasi juga tidak pernah memainkan peran yang penting dalam segala macam perang, Eropa sangat kaya akan contoh-contoh perang ini. Contohnya, pemberontakan petani di akhir Abad Pertengahan di Perancis, Jerman dan Inggris tidaklah disebabkan oleh kelebihan populasi. Pada kenyataannya, pemberontakan-pemberontakan itu justru terjadi ketika Eropa baru dipangkas populasinya oleh wabah Maut Hitam [penyakit sampar]. Di awal abad ke-16, Flanders memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, tapi wilayah itu justru memiliki standard hidup yang jauh lebih tinggi daripada Jerman, di mana kemiskinan yang parah di kalangan para petani telah memicu Pemberontakan Petani di abad ke-17.

Teori Malthus sama sekali tidak berharga dari sudut pandang ilmiah tapi telah terus berguna sebagai pembenaran untuk segala macam penerapan kebijakan pasar yang tak berperikemanusiaan. Ketika terjadi wabah kentang di Irlandia tahun 1840-an, yang hasilnya populasi Irlandia terpangkas dari 8 juta ke 4,5 juta, para tuan tanah Inggris di Irlandia tetap meneruskan ekspor gandum mereka. Dengan berpegang ketat pada prinsip pasar bebas, pemerintah "Liberal" di Inggris menolak mengundang peraturan apapun yang akan mengganggu kebebasan pasar atau harga, dan membatalkan pasokan jagung murah ke Irlandia, tindakan yang sebenarnya merupakan vonis mati kelaparan bagi jutaan orang. Prinsip Malthusian dari pemerintah Inggris dibela oleh Charles Grenville, sekretaris Privy Council sebagai berikut:

"... Negeri Irlandia adalah negeri yang sial sampai ke dasarnya, dan cukup parah untuk membuat orang putus asa: kekacauan dan demoralisasi yang berlangsung di mana-mana, satu bangsa yang hanya memiliki beberapa kekecualian terhadap kebalan dan kemalasan, ketidakpedulian dan kebiadaban - semua orang dari atas ke bawah berusaha tidak melakukan apa-apa dan mendapatkan sebanyak-banyaknya, enggan membangun diri sendiri, terus mengemis pada negeri ini [Inggris] demi belas kasihan, dan berebutan derma yang mereka dapat; massa mereka brutal, penuh kelicikan dan pemalas, seluruh keadaannya sangat kontradiktif dan penuh paradoks. Walaupun terancam akan masih berlanjutnya kelaparan tahun depan, mereka tidak mau menggarap tanah, dan tanah itu terlantar begitu saja. Tak ada keraguan bahwa orang-orang ini belum pernah sekaya pada saat mereka kelaparan seperti ini daripada sepanjang sejarahnya. Tidak ada orang yang mau membayar pajak, bank-bank penuh dengan tabungan. Dengan uang yang mereka dapat dari bantuan kemanusiaan kami, mereka membeli senjata bukannya pangan, dan menembak para pejabat yang dikirim untuk mengatur pembagian bantuan. Walau mereka mengerumuni para pejabat menuntut pekerjaan, para tuan tanah tidak dapat memperoleh tenaga kerja sedikitpun, dan para pengemis berbadan kekar yang menyebut

diri mereka miskin terlihat memiliki banyak uang di pundi-pundi mereka. 28 November 1846."

Keadaan yang sebenarnya digambarkan oleh Dokter Buritt, yang berdiri bulu kuduknya melihat orang-orang berjalan-jalan dengan tungkai yang membengkak sampai dua kali ukuran normalnya. Tubuh seorang anak dua belas tahun "membengkak sampai hampir tiga kali ukuran biasanya dan telah merobek pakaian kumal yang menutupi tubuhnya." Dekat tempat yang diberi nama Skull [Tengkorak], "kami melewati sekerumunan orang, sekitar 500-an, setengah telanjang dan kelaparan. Mereka menunggu pembagian sup. Mereka ditunjukkan kepada saya dan ketika saya sedang tertegun dengan rasa kasihan dan keheranan pada pemandangan yang demikian menyedihkan itu, pemandu saya, seorang tuan yang tinggal di East Skull dan seorang dokter, berkata kepada saya: 'Tidak seorangpun dari yang Anda lihat sekarang yang masih akan tetap hidup tiga minggu lagi; mustahil!' ... Tingkat kematian adalah 40 sampai 50 per harinya. Duapuluh di antara mereka, yang beruntung, akan dikuburkan. Orang-orang mengunci diri di dalam kabin-kabin mereka, sehingga mereka boleh mati bersama-sama dengan anak-anak mereka, dan tak terlihat oleh orang-orang yang kebetulan lewat." [xiv]

Tidak ada alasan kuat mengapa orang-orang itu harus mati kelaparan, tidak lebih kuat daripada alasan mengapa jutaan orang di dunia ketiga harus kelaparan, sementara para petani di Uni Eropa dan Amerika Serikat dibayar untuk tidak menanam pangan. Mereka bukanlah korban dari hukum alam, tapi dari hukum pasar.

Sejak awal, Marx dan Engels telah mengutuk teori-teori palsu Malthus. Menjawab argumen "Parson-Malthus", dalam sebuah surat pada Lange tertanggal 29 Maret 1865 Engels menulis: "Tekanan populasi bukanlah atas sarana pemenuhan kebutuhan hidup tapi atas sarana *penyediaan pekerjaan*; manusia dapat berkembang biak jauh lebih cepat daripada yang dituntut oleh masyarakat borjuis modern. Bagi kami, ini adalah satu alasan lagi untuk menyatakan bahwa masyarakat borjuis adalah satu rintangan bagi perkembangan yang pasti terjadi."

Diperkenalkannya mesin, teknik-teknik ilmiah baru dan pupuk berarti bahwa produksi pangan dunia seharusnya dapat dengan mudah menyusul pertumbuhan populasi. Pertumbuhan spektakuler atas produktivitas pertanian terjadi di tengah merosotnya persentase populasi yang terlibat dalam kegiatan pertanian. Perluasan efisiensi pertanian yang telah diraih oleh negeri-negeri maju ke negeri-

negeri berkembang akan menghasilkan pertambahan hasil yang tak terkira besarnya. Hanya secuil saja dari produktivitas laut yang telah digunakan pada masa ini. Kelaparan dan wabah yang melanda sebagian besar disebabkan oleh penghancuran surplus pangan untuk menjaga tingkat keuntungan dari para pemegang monopoli dalam pertanian.

Bencana kelaparan yang luas di apa yang disebut Dunia Ketiga bukanlah hasil dari "seleksi alam" melainkan jelas persoalan yang dibuat sendiri oleh manusia. Bukan "*survival of the fittest*" melainkan keserakahan untuk mendapatkan keuntungan dari segelintir bank besar dan monopoli yang telah memvonis jutaan orang ke dalam kehidupan yang penuh dengan kemiskinan yang parah dan wabah kelaparan. Hanya untuk membayar bunga atas hutang mereka yang bertumpuk itu saja, negeri-negeri termiskin terpaksa mengeksport seluruh hasil pangan yang dapat dijadikan uang, termasuk beras, coklat, dan lain-lain, yang sebenarnya harus digunakan untuk memberi makan rakyatnya sendiri. Di tahun 1989, Sudan terus mengeksport makanan, sementara rakyatnya terlanda kelaparan. Di Brasil, diperkirakan bahwa sekitar 400.000 anak mati kelaparan tiap tahun. Namun Brasil tercatat sebagai salah satu pengeksport pangan terbesar. Ide-ide palsu terus berulang-ulang muncul sebagai satu upaya untuk menimpakan kesalahan atas terjadinya keadaan yang mengerikan di Dunia Ketiga pada fakta bahwa di sana ada "terlalu banyak orang" (yang maksudnya adalah orang kulit hitam, kulit kuning, dan kulit coklat). Fakta bahwa, karena tidak mendapat pensiun, seorang petani harus memiliki sebanyak mungkin anak (khususnya anak laki-laki) untuk menyokong mereka di usia tua, diabaikan begitu saja. Kemiskinan dan kebodohan menghasilkan apa yang disebut "masalah kepadatan penduduk". Sejalan dengan meningkatnya standar hidup dan pendidikan, pertumbuhan populasi akan cenderung turun secara otomatis. Sementara itu, potensi untuk peningkatan produksi pangan sangatlah besar, dan dengan sengaja ditahan untuk terus melejitkan keuntungan dari segelintir petani kaya di Eropa, Jepang dan Amerika Serikat. Skandal kelaparan massal di akhir abad ke-20 jauh lebih menjijikan karena *itu semua tidak perlu terjadi*.

"Darwinisme Sosial"

Sekalipun mereka amat mengagumi Darwin, Marx dan Engels sama sekali bukannya tidak kritis terhadap teorinya. Engels memahami bahwa ide-ide Darwin akan diperbaiki dan dikembangkan di kemudian hari - satu fakta yang dibenarkan oleh perkembangan genetika. Ia menulis pada Lavrov di bulan November 1875: "Tentang doktrin Darwinian, saya menerima *teori evolusi*, tapi

metode pembuktian Darwin (perjuangan untuk bertahan hidup, seleksi alam) saya anggap sebagai pernyataan awal, sementara dan belum sempurna dari satu fakta yang baru terungkap." Dan lagi dalam bukunya *Anti-Dühring*: "Teori evolusi itu sendiri masihlah dalam tahap yang sangat awal, dan dengan demikian tidaklah dapat diragukan bahwa penelitian-penelitian lebih lanjut akan sangat memperbaiki pandangan-pandangan kita yang sekarang, termasuk yang ketat berpegang pada Darwin, proses evolusi berbagai spesies."

Engels dengan tajam mengkritisi kesepihakan Darwin sebagaimana apa yang kemudian dijalani oleh para pengikut Darwinisme Sosial.

"Baru saja Darwin diakui," papar Engels, "orang-orang ini sudah langsung melihat perjuangan belaka di segala tempat. Kedua pandangan itu dapat dibenarkan pada batasan-batasan sempit tertentu, tapi keduanya sama-sama sepihak dan penuh prasangka.... Maka, bahkan dalam hubungannya dengan alam, tidaklah diperkenankan penulisan 'perjuangan' secara sepihak pada satu panji saja. Tapi sungguh kekanak-kanakan niat untuk menyimpulkan tak berhingganya kekayaan evolusi dan kompleksitas sejarah ke dalam kalimat yang sepihak dan miskin makna 'perjuangan untuk hidup'. Ini malah lebih buruk dari tidak mengatakan apa-apa sama sekali."

Ia lalu melanjutkan dengan menjelaskan akar dari kesalahan ini:

"Seluruh teori Darwin tentang perjuangan untuk hidup tidak lebih dari pemindahan teori Hobbes tentang *bellum omnium contra omnes* [perang semua lawan semua] dari masyarakat ke atas proses-proses alam, beserta pula teori persaingan borjuis, dan teori populasi Malthus. Ketika hal ini telah tercapai (yang aksiom-aksiom pembuktiannya, terutama yang menyangkut teori Malthus, masih sangat dapat dipertanyakan), sangatlah mudah untuk memindahkannya kembali ke atas sejarah masyarakat, dan dengan demikian sangatlah naif untuk mempertahankan pernyataan bahwa pernyataan ini telah terbukti sebagai hukum alam abadi yang berlaku atas sejarah masyarakat."^[xv]

Kesejajaran yang dibuat Darwinisme Sosial dengan dunia hewan sangat cocok dengan argumen rasis yang berkuasa saat itu bahwa karakter manusia ditentukan oleh ukuran dari tengkoraknya. Bagi D. G. Brinton, "orang Eropa, atau ras kulit putih duduk di puncak daftar, orang-orang Afrika atau Negro di dasarnya" (1890). Cesare Lambroso, seorang dokter Italia, di tahun 1876, menyatakan bahwa orang-orang yang dilahirkan sebagai penjahat pada hakikatnya adalah kera, satu kemunduran dalam evolusi. Semua adalah bagian dari niat untuk menjelaskan perilaku manusia melalui biologi yang statis - satu kecenderungan yang masih terus dapat diamati saat ini. "Perjuangan untuk hidup" dilihat sebagai hal yang statis baik di tengah hewan maupun manusia, dan digunakan untuk membenarkan perang, penaklukan, penjarahan keuntungan, imperialisme, rasisme, sebagaimana juga struktur kelas kapitalisme. Ia adalah

pendahulu dari jenis yang lebih kasar dari sosiobiologi dan teori *Kera yang Telanjang*. Bagaimanapun, bukankah W. S. Gilbert telah memproklamirkan dalam satirenya:

"Darwinian Man, though well-behaved,
At best is only a monkey shaved!"
["Manusia Darwin, sekalipun perilakunya manis,
Paling-paling tidak lain dari monyet yang bercukur!"]

Darwin menekankan bahwa, "Seleksi alam adalah yang terutama, tapi bukan satu-satunya, cara untuk mendapatkan modifikasi." Ia menjelaskan bahwa perubahan-perubahan yang adaptif pada satu bagian dapat membawa perubahan pada bagian lain yang sebetulnya tidak penting untuk bertahan hidup. Namun, jika dibandingkan dengan pandangan idealis tentang kehidupan, seperti yang diabadikan oleh kaum Kreasionis, Darwin dengan ilmiah menjelaskan bagaimana hidup ber-evolusi di planet ini. Ia adalah satu proses alami yang dapat dijelaskan oleh hukum-hukum biologi, dan interaksi antara organisme dengan lingkungannya. Terpisah dari Darwin, seorang naturalis lain, Alfred Russel Wallace, telah juga membangun satu teori tentang seleksi alam. Inilah yang mendorong Darwin mencetak bukunya setelah lebih dari duapuluh tahun tertunda. Namun, perbedaan hakiki antara Darwin dan Wallace, adalah bahwa Wallace percaya bahwa semua perubahan evolusioner atau modifikasi ditentukan semata oleh seleksi alam. Tapi si hiperseleksionis Wallace pastilah akan pada akhirnya menolak seleksi alam ketika itu menyangkut otak dan kecerdasan, menyimpulkan bahwa Tuhan telah campur tangan untuk menciptakan ciptaan-Nya yang unik ini!

Darwin menjelaskan bahwa evolusi kehidupan, dengan bentuknya yang kaya dan beragam ini, adalah satu konsekuensi yang niscaya dari reproduksi kehidupan itu sendiri. Pertama, seperti tiap anak akan mirip induknya, dengan sedikit variasi. Tapi juga, kedua, semua organisme cenderung menghasilkan lebih banyak keturunan daripada yang boleh terus hidup dan berkembang biak. Keturunan yang memiliki peluang terbesar untuk berhasil ini tentulah yang memiliki kemampuan beradaptasi paling besar pada lingkungannya. Ciri-ciri populasi akan, sejalan dengan waktu, semakin beradaptasi dengan lingkungannya. Dengan kata lain, "yang paling kuat" berhasil bertahan dan menyebarkan ciri-cirinya yang cocok itu ke dalam populasi. Di alam, evolusi Darwinian adalah satu tanggapan terhadap lingkungan yang berubah. Alam, "memilih" organisme dengan ciri-ciri yang paling sanggup beradaptasi dengan lingkungannya. "Evolusi melalui seleksi alam," kata Gould, "Tidaklah lebih dari satu penjejakan terhadap

perubahan lingkungan oleh terpeliharanya organisme yang memiliki rancangan lebih baik untuk bertahan hidup di dalamnya." Maka, seleksi alam mengarahkan perubahan evolusioner. Penemuan dari Darwin digambarkan oleh Leon Trotsky sebagai "kemenangan tertinggi dari dialektika dalam seluruh bidang materi organik."

[i] Plekhanov, *Selected Works*, Vol. 1, p. 480.

[ii] Gould, *Wonderful Life*, p. 54 dan 24.

[iii] Plekhanov, *The Development of the Monist View of History*, pp. 96-7.

[iv] Engels, op. cit., pp. 154, 162 dan 235, edisi 1946.

[v] Gould, *The Panda's Thumb*, p. 151.

[vi] Gould, *Ever Since Darwin*, p. 118.

[vii] Eric Lerner, *The Big Bang Never Happened*, p. 402.

[viii] R. Lewin, *Complexity, Life at the Edge of Chaos*, p. 140.

[ix] Theodosius Dobzhansky, *Mankind Evolving*, pp. 139-40.

[x] Engels, *Dialectics of Nature*, p. 19, edisi 1946.

[xi] Ibid., p. 236.

[xii] Engels, *Anti-Dühring*, p. 86.

[xiii] A. N. Whitehead, *Adventures in Ideas*, p. 77, penekanan dari kami.

[xiv] P. Johson, *Ireland, A Consice History*, pp. 102 dan 103.

[xv] Engels, op. cit., pp. 92 dan 208-9.

Bab 15. Gen Yang Egois ?

Genetika

Baru pada akhir tahun 1930-an mekanisme Darwin untuk evolusi - seleksi alam - mendapat penerimaan yang luas. Pada masa ini, para ilmuwan terkemuka seperti Fisher, Haldane dan Wright menjadi para pendiri dari neo-Darwinisme, yang menggabungkan seleksi alam dengan genetika Mendel. Teori hereditas [pewarisan ciri-ciri induk] bersifat hakiki bagi hubungan antara teori evolusi dan teori sel. Di abad ke-19, biolog Scheiden, Schwann dan Virchow menjelaskan bahwa sel adalah unit dasar dari makhluk hidup. Di tahun 1944, Oswald Avery mengenali DNA dalam inti sel sebagai bahan yang membangun basis bagi hereditas. Penemuan Crick dan Watson tentang struktur pilinan ganda [*double helix*] memperlancar jalur pemahaman atas evolusi. Variasi Darwinian pada keturunan disebabkan oleh perubahan dalam DNA, yang muncul dari mutasi acak dan pengaturan ulang molekular internal, yang menjadi landasan bekerjanya seleksi alam.

Gregor Johann Mendel, seorang biarawan Austria, dan seorang botanis amatir, di tahun 1860-an membuat satu telaah yang cermat atas ciri-ciri terwariskan pada tanaman, dan kemudian menemukan gejala pewarisan genetik. Mendel, seorang yang pemalu dan rendah hati, mengirimkan penemuannya pada seorang ahli biologi ternama yang, seperti dapat kita harapkan, menganggap penemuannya itu sebagai omong kosong. Karena sangat terpukul, Mendel menyembunyikan idenya dari dunia dan kembali merenungi tanaman-tanamannya. Karyanya yang revolusioner ini baru ditemukan kembali di tahun 1900-an ketika ilmu genetika dilahirkan. Perkembangan dalam teknik mikroskopi memungkinkan untuk melihat ke dalam sel, yang membawa kita pada penemuan gen dan kromosom.

Genetika memungkinkan kita memahami perkembangan kehidupan yang berlangsung terus-menerus. Evolusi kehidupan bermakna kemunculan molekul-molekul yang sanggup menyalin dirinya sendiri yang dapat memindahkan ciri-ciri satu bentuk kehidupan ke generasi selanjutnya. Mekanisme yang memungkinkan hal itu adalah asam deoksiribonukleat (DNA). Molekul DNA yang sanggup menyalin diri sendiri ini tidaklah terkonsentrasi dalam satu bagian tubuh tertentu, melainkan terkandung dalam tiap sel dari suatu hewan atau tumbuhan. Spesies yang berevolusi paling tinggi, satu produk evolusi selama 3 milyar tahun, adalah manusia. Pada saat dewasa, manusia tersusun dari sekitar satu trilyun sel, tapi pada saat pembuahan ia hanya terdiri dari satu sel saja. Bagaimana ini dapat terjadi? Rahasiannya ada pada DNA. Di dalam sel tunggal ini

terdapat molekul DNA yang mengandung sandi genetik untuk rekonstruksi seorang manusia. Informasi genetik yang dikandung dalam gen ini disimpan dalam satu bentuk sandi kimiawi. Gen adalah sebuah bagian dari DNA yang memiliki informasi untuk membuat satu jenis protein tertentu.

Gen yang terkandung dalam tiap sel adalah bagian dari organisme yang mengandung semua informasi yang diperlukan untuk menciptakan hewan atau tumbuhan tertentu. Kebanyakan gen membawa informasi yang mengarahkan sel untuk membuat protein. Beberapa gen memberitahu sel dalam embrio di mana mereka berada dan apakah mereka harus tumbuh menjadi tangan atau kaki. Urutan basa yang tersimpan dalam gen-gen ini menentukan makhluk hidup macam apa yang akan tercipta. Informasi warisan disimpan dalam inti tiap sel dalam bentuk rantai gen yang dinamai kromosom. Seperti sebuah buku teks yang hidup, dua set kromosom membawa semua gen yang dimiliki oleh satu individu, menentukan sifat dari struktur protein yang melakukan sebagian besar kerja di dalam tubuh.

Baru di tahun 1950-an komposisi kimia dari gen dikenali sebagai DNA. Di tahun 1953 Francis Crick dan James Watson membuat satu terobosan revolusioner dalam genetika dengan penemuan mereka atas model pilinan ganda dari molekul-molekul asam nukleat, penemuan yang membawa mereka berbagi Hadiah Nobel di tahun 1962. Hal ini membuat jelas bagaimana kromosom disalin dalam pembelahan sel. DNA hadir dalam bentuk-bentuk kehidupan yang paling rendah sekalipun: sebuah virus memiliki satu molekul DNA tunggal. Semua bentuk kehidupan yang kita kenal pada akhirnya tergantung pada DNA. Penemuan dan perkembangan genetika makin jauh mengungkap rahasia evolusi. Hukum-hukum evolusi yang ditemukan oleh Darwin telah diperkaya oleh pemahaman akan genetika, melalui karya Fisher, Haldane dan Wright, para pendiri neo-Darwinisme.

Gen adalah unit hereditas. Seluruh koleksi gen yang dimiliki oleh satu organisme disebut genom. Pada saat ini para ilmuwan sedang berusaha mengenali semua genom yang dimiliki manusia, yang jumlahnya sekitar 100 ribu. Gen-gen itu sendiri mereproduksi diri dalam tiap generasi sel; protein dalam bentuk enzim-enzim khusus memainkan peranan penting dalam proses ini. Melalui reproduksi-diri, gen dibentuk lagi dan lagi dalam tiap sel baru. Dengan demikian, gen-gen secara tidak langsung menghasilkan protein yang membangun dan memelihara semua sel. Dari sel-sel bakteri, sel-sel tumbuhan dan sel-sel hewan; sel-sel berspesialisasi untuk membentuk daun dan batang, otot dan tulang, hati dan ginjal, dan banyak lagi, termasuk otak. Tiap sel mengandung komplemen gen

yang sama dengan yang ada pada sel yang pertama membentuk mereka. Tiap sel manusia mungkin mengandung informasi genetik yang dibutuhkan untuk membuat tiap jenis sel manusia, dan dengan demikian keseluruhan manusia, tapi dalam tiap sel hanya satu potongan informasi yang digunakan. Hal ini dapat dianalogikan dengan sebuah buku panduan, di mana hanya beberapa halaman tertentu, dan bahkan hanya beberapa baris atau kata yang dipilih untuk menyandikan protein tertentu yang diperlukan untuk menghasilkan berbagai jenis sel.

Efek dari reproduksi seksual adalah percampuran atau pengocokan gen. Sel-sel seksual (telur atau sperma) hanya mengandung 23 kromosom, tapi ketika bergabung membentuk jumlah normal 46 kromosom. Sel yang baru ini akan, seperti kata Dawkins, menjadi "satu mosaik atas gen-gen ibu dan ayah." Ketika dua himpunan kromosom bersatu, jika dua gen memberi sinyal yang berbeda, salah satu akan berjaya dari yang lain. Gen untuk mata coklat, misalnya, bersifat dominan terhadap gen untuk mata biru. Ini adalah apa yang dikenal sebagai gen resesif atau dominan. Kadang kala satu kompromi hibridalah yang dihasilkan.

Melalui reproduksilah variasi tercapai. Dari sudut pandang evolusi hal ini adalah hal yang vital. Reproduksi aseksual dari organisme primitif menghasilkan salinan yang identik dengan sel induknya, mutasi sangat jarang terjadi. Di pihak lain, reproduksi seksual, dengan kombinasi-kombinasi gen baru dari dua sumber, meningkatkan kemungkinan variasi genetik dan mempercepat tingkat kecepatan evolusi itu sendiri. Tiap bentuk kehidupan membahwa sandi informasi genetiknya di dalam DNA. Bukti-bukti kesamaan moyang kita terletak pada kemiripan struktur sel dari semua makhluk hidup. Mekanisme pewarisannya adalah sama, di mana DNA menentukan tikus akan berbentuk seperti tikus, manusia nampak seperti manusia, dan bakteri seperti bakteri. Beberapa organisme, seperti bakteri, hanya memiliki satu molekul DNA utama, sementara sel-sel kita sendiri, dan sel-sel dari organisme yang lebih tinggi mengandung sejumlah bundel DNA yang terpisah (kromosom).

Gen dan Lingkungan

Pada lebih dari 25 tahun terakhir, ideologi kembar reduksionisme dan determinisme biologis telah mendominasi segala cabang biologi. Metode reduksionisme berusaha menjelaskan sifat-sifat dari keseluruhan yang kompleks - misalnya, protein - melalui ciri-ciri atom-atomnya dan bahkan partikel-partikel fundamental yang menyusun atom-atom itu. Semakin dalam kita pergi, semakin

baik pula pemahaman kita (klaimnya begitu). Lebih jauh lagi, mereka menyatakan bahwa unit-unit yang menyusun keseluruhan terjadi sebelum keseluruhan itu terjadi, bahwa satu rantai kausalitas berjalan dari bagian menuju keseluruhan, bahwa telur selalu datang lebih dahulu dari ayam.

Determinisme biologis berkaitan sangat erat dengan reduksionisme. Ia mengklaim, contohnya, bahwa perilaku manusia ditentukan oleh gen-gen yang dimiliki seseorang dan membawa mereka pada kesimpulan bahwa seluruh masyarakat manusia ditentukan oleh jumlah perilaku semua individu dalam masyarakat tersebut. Kontrol genetik ini setara dengan ide-ide lama yang dinyatakan dengan istilah "sifat manusia", *human nature*. Lagi-lagi para ilmuwan boleh berpendapat bahwa ini bukanlah apa yang mereka maksud, tapi ide tentang determinisme dan tentang gen sebagai "entitas yang tetap dan tak berubah" bertebaran dalam pernyataan-pernyataan mereka dan ditelan sampai bersendawa oleh para politisi sayap kanan. Bagi mereka, ketidakadilan sosial adalah sesuatu yang patut disayangkan, tapi juga statis dan tak dapat diubah; tidak mungkin bagi mereka untuk memperbaiki keadaan sosial, karena dengan melakukan hal itu mereka akan "melawan kehendak alam". Ide ini telah dinyatakan oleh Richard Dawkins dalam *The Selfish Gene* yang digunakan sebagai buku teks di berbagai universitas Amerika.

Mekanisme evolusi dikondisikan oleh kesalingterhubungan dialektik antara gen dan lingkungannya. Sebelum Darwin, Lamarck telah mengajukan satu teori evolusi yang berbeda, yang menyatakan bahwa individu beradaptasi langsung terhadap lingkungannya dan meneruskan modifikasi ini pada keturunannya. Interpretasi mekanik ini telah dibuktikan keliru sepenuhnya, sekalipun ide bahwa lingkungan dapat mengubah hereditas secara langsung telah muncul kembali di Rusia, di bawah Stalin, dalam bentuk Lysenkoisme. Evolusi manusia memiliki baik "sifat alamiah" maupun "sejarah". Bahan baku genetik memasuki hubungan dinamis dengan lingkungan sosial, ekonomi dan budaya. Mustahil memahami proses evolusi dengan mengambil salah satu saja tanpa menyertakan yang lain karena adanya interaksi terus-menerus antara unsur-unsur biologis dan "budaya".

Telah dibuktikan secara meyakinkan bahwa kemampuan yang didapat dari proses belajar (yang diturunkan dari lingkungan) tidaklah dapat diteruskan secara biologis. Budaya diteruskan dari satu generasi ke generasi berikut hanya melalui pengajaran dan contoh. Inilah satu ciri yang menentukan, yang memisahkan masyarakat manusia dari kerajaan hewan, sekalipun *unsur-*

unsurdari sini dapat pula diamati di tengah kera-kera tingkat tinggi. Sangat mustahil bagi kita untuk menyangkal peran vital dari gen dalam perkembangan manusia, bahkan hal ini tidak bertentangan sedikitpun dengan materialisme. Tapi apakah dengan demikian "semuanya tergantung dari gen"? Mari kita kutip apa yang dikatakan oleh ahli genetik terkemuka Theodore Dobzhansky:

"Kebanyakan evolusionis kontemporer berpendapat bahwa adaptasi dari spesies hidup pada lingkungan adalah agen utama yang menggerakkan dan mengarahkan evolusi biologis."

Lagi:

"Namun, kebudayaan adalah alat adaptasi yang jauh lebih efisien dari proses biologis yang membawa pada kelahiran dan perkembangannya sendiri. Ia jauh lebih efisien di antara hal-hal lain karena ia sangat cepat - gen-gen yang berubah diteruskan hanya pada keturunan langsung dari individu di mana mereka pertama muncul; untuk menggantikan gen-gen lama, orang-orang yang membawa gen baru itu harus secara perlahan memiliki keturunan lebih banyak dan menggantikan seluruhnya generasi terdahulu. Kebudayaan yang berubah dapat diteruskan kepada siapa saja tanpa memandang keturunan biologis, atau dapat dipinjam dalam bentuk jadi dari orang lain."^[1]

Para ahli biologi membagi organisme menjadi dua bagian, susunan genetiknya, yang dikenal sebagai *genotip*, dan kualitas yang nampak di permukaan, *fenotip*. Adalah satu kesalahan yang umum jika kita menganggap bahwa di antara keduanya terdapat satu hubungan sebab-akibat yang sederhana. Genotip, katanya, datang sebelum fenotip, dan dengan demikian merupakan unsur yang menentukan dalam persamaan itu. Kita dilahirkan dengan satu himpunan gen tertentu, yang tidak dapat diubah, dan ini menentukan nasib kita, sama pastinya seperti posisi planet-planet dalam astrologi. Jenis determinisme mekanis genetik ini adalah citra cermin dari teori palsu Lysenko. Ini adalah Lamarckisme yang diputarbalikkan. Pada kenyataannya, genotip, atau gen yang ditemukan dalam inti tiap sel kurang atau lebih tetap - dengan memperhitungkan terjadinya mutasi sekali-kali. Fenotip, atau ciri-ciri morfologi, fisiologi dan perilaku total dari satu individu, tidaklah tetap. Sebaliknya, ia berubah terus sepanjang hidup organisme itu melalui interaksi antara genotip dan lingkungannya dan antara fenotip dengan lingkungannya. Dengan kata lain, ia adalah sebuah hasil dari interaksi dialektik antara organisme dengan lingkungan. Jika Albert Einstein dilahirkan di sebuah perkampungan kumuh New York, atau sebuah desa di India, tidak akan butuh banyak kepandaian untuk melihat bahwa potensi genetik yang dimilikinya akan tersia-sia.

Studi genetika menyediakan satu jawaban yang meyakinkan bagi idealisme. Tidak ada satu organisme yang akan dapat mengada tanpa satu genotip. Dan

tidak ada genotip yang dapat mengada tanpa adanya satu *contemporal continuum* - satu lingkungan. Gen berinteraksi dengan lingkungan untuk melahirkan proses perkembangan manusia. Sesungguhnya, jika hereditas adalah sempurna, tidak akan pernah ada evolusi, karena hereditas adalah kekuatan yang konservatif. Pada hakikatnya ia adalah mekanisme untuk menyalin diri sendiri. Tapi ada satu kontradiksi yang inheren di dalam gen, di mana kadang kala dihasilkan satu salinan yang tidak sempurna - satu mutasi. Ada tak berhingga banyaknya *kebetulan* semacam itu, kebanyakan bukan hanya tidak berguna, tapi benar-benar merugikan bagi organisme itu.

Satu mutasi tunggal tidak dapat mengubah satu spesies menjadi spesies lainnya. Informasi yang terkandung dalam gen tidaklah tinggal di sana dalam isolasi mutlak. Ia memasuki kontak dengan dunia fisik, di mana ia diuji, diolah, diartikulasikan dan dimodifikasi. Jika satu varian tertentu terbukti menyediakan protein yang lebih baik dari varian lain dalam satu lingkungan tertentu, ia akan berkembang biak, sementara yang lain akan tersingkir. Pada titik tertentu, variasi-variasi kecil ini akan mencapai satu tahap kualitatif, dan sebuah spesies baru terbentuk. Inilah makna seleksi alam. Untuk sekitar empat milyar tahun, gen-gen dalam tiap benda hidup - tumbuhan dan hewan, termasuk manusia - telah terbentuk dengan cara ini. Ini bukanlah sebuah proses yang berjalan searah. Ide tentang determinasi genetik, bahwa gen adalah penguasa, telah digambarkan oleh Francis Crick, salah satu penemu sandi DNA sebagai "dogma sentral" dari biologi molekuler. Dogma ini tidak lebih sah dari dogma tentang Dikandung Tanpa Noda Asal. Dalam hubungan dialektik antara organisme dengan lingkungannya, informasi tentang fenotip mengalir balik ke dalam genotip. Gen kemudian "diseleksi" oleh lingkungan, yang menentukan mana yang akan bertahan, dan mana yang akan gugur.

Peran sandi genetik memainkan peran vital dalam menegakkan "kerangka kerja" bagi manusia, sementara lingkungan bekerja untuk mengisi dan mengembangkan perilaku dan kepribadian. Keduanya bukan faktor yang saling terpisah, tapi bergabung secara dialektik untuk menghasilkan satu individu dan ciri-ciri unik mereka. Tidak ada dua orang yang identik satu sama lain. Namun, sekalipun tidak mungkin mengubah susunan hereditas dari seseorang, sangat mungkin untuk mengubah lingkungannya. Cara untuk memperbaiki potensi seseorang adalah dengan memperbaiki lingkungannya. Ide ini telah memprovokasi satu argumen yang panas selama bertahun-tahun: apakah mungkin mengatasi atau mengubah "kekurangan" genetik melalui perbaikan lingkungan? Salah satu ahli genetika awal yang ternama Francis Galton berusaha

menunjukkan bahwa kejeniusan adalah hereditas, dan memilih kebijakan perkawinan selektif untuk memelihara stok orang-orang cerdas. Ide bahwa orang kulit putih kelas menengah ke atas memiliki gen yang superior dari kelas dan ras lain menjangkiti masyarakat Victorian. Pandangan ini telah menjadi ideologi gerakan eugenik yang menganjurkan pemandulan paksa untuk mencegah berkembangnya mereka yang secara biologis tidak cukup kuat. Data yang kurang ilmiah, menggunakan tes IQ (*intelligence quotient*), digunakan untuk mendukung determinisme biologis dan ketidakadilan sosial yang didasarkan pada ras, jenis kelamin atau kelas, ketidakadilan yang katanya tidak dapat diubah karena itu hanya cerminan dari kepemilikan atas gen-gen yang inferior.

"Kecerdasan" dan Gen

Sosiobiologis E. O. Wilson menyatakan pandangan kaum determinisme biologis sebagai berikut:

"Jika satu masyarakat terencana - yang penciptaannya niscaya terjadi di abad berikut - dapat dengan sengaja mengendalikan anggota-anggota keluar dari stress dan konflik yang pernah memberi keuntungan Darwinian pada fenotip yang merusak (agresi dan keegoisan), maka fenotip yang lain (kerja sama dan altruisme) boleh jadi hancur bersama mereka. Dalam hal ini, dalam makna genetik sepenuhnya, kontrol sosial justru akan merampok kemanusiaan dari tangan manusia."^[ii]

Dengan kata lain, dengan menyingkirkan aspek-aspek yang buruk dari kemanusiaan, kita akan juga menyingkirkan aspek-aspek baiknya! Lagi-lagi, Wilson mencampuradukkan genotip dan fenotip dengan mengimplikasikan bahwa fenotip (bukannya genotip) adalah tetap dan tidak berubah. Tidak demikian. Genotip tidaklah "menyandakan" ciri-ciri yang ada pada fenotip dan tidak ada gen yang membawa pada altruisme dalam fenotip. Setiap benda hidup adalah hasil dari satu interaksi terus-menerus antar gen, lingkungan dan fenotip itu sendiri. Namun, kita harus juga menghindari jebakan lain sehingga percaya bahwa organisme tidak berdaya di "tangan" gen dan lingkungannya. Organisme juga memainkan peran dalam proses itu. Semua benda hidup berinteraksi dengan lingkungannya dengan cara yang dialektik.

"Anggapan bahwa sebuah sel seksual membawa satu partikel yang disebut "kecerdasan" yang akan membuat pembawanya menjadi cerdas dan bijak tidak peduli apa yang terjadi padanya, sungguh, adalah anggapan yang menggelikan," tegas Dobzhansky. "Tapi jelas bahwa orang-orang yang kita temui tidak sama kecerdasannya, kemampuan dan sikapnya, dan bukannya tidak beralasan untuk menganggap bahwa perbedaan-perbedaan ini sebagian disebabkan oleh sifat-sifat dasar yang dimiliki orang-orang ini dan sebagian lagi karena lingkungan mereka."

Sekalipun hal ini dengan jelas menunjukkan sifat materialis dan dialektik dari proses kehidupan, genetika telah melahirkan kontroversi yang panas dan membuka pintu bagi idealisme dan paham-paham reaksioner. Satu bentuk genetika yang sepihak niscaya akan berujung pada kesalahan dan kebingungan. Demikianlah, beberapa ahli genetika telah terjebak pada determinisme biologis atau determinisme genetik. Ini juga terjadi pada para sosiobiologis seperti E. O. Wilson dan Richard Dawkins. Berkomentar tentang hal ini, Steven Rose bertanya:

"Apakah teori evolusi mengimplikasikan bahwa beberapa aspek manusia - kapitalisme, nasionalisme, patriarki, xenophobia, agresi dan persaingan - "ditetapkan" di dalam 'gen egois' kita? Beberapa ahli biologi telah mengklaim bahwa mereka memiliki jawaban atas pertanyaan ini secara afirmatif, dan para teoritis politik dari sayap kanan - dari monetaris libertarian sampai neo-fasis telah meraup pernyataan-pernyataan mereka sebagai pembenaran 'ilmiah' atas filsafat politik mereka."

Satu-satunya kesimpulan dari sini adalah bahwa kapitalisme dan segala keburukannya adalah "alamiah", karena diturunkan dari fakta-fakta biologis. Teori ketidaksetaraan rasial dan jenis kelamin juga telah mencari basis bagi keberadaannya sendiri pada interpretasi-interpretasi tertentu dari ilmu pengetahuan.

Perumpamaan atas evolusi yang simplisistik dan kasar ini, seperti "yang kuat yang menang" dan "perjuangan untuk hidup" menemukan jalannya melalui Herbert Spencer ke dalam kosa kata Darwinisme Sosial. Di dalam biologi ditemukanlah pembenaran terakhir atas kapitalisme, ketidaksetaraan kelas dan imperialisme. Nampaknya para sosiobiologis semodel E. O. Wilson membuntut Darwinisme Sosial dalam pandangan mereka tentang sifat manusia dan determinisme biologis. Marx dan Engels menjelaskan bahwa "manusia menentukan dirinya sendiri". Sifat manusia, seperti kesadaran, adalah satu produk dari kondisi-kondisi sosial dan ekonomi yang dominan. Itulah mengapa sifat manusia terus berubah sepanjang sejarah, mengikuti perkembangan masyarakat itu sendiri. Bagi para sosiobiologis, ciri-ciri manusia tampaknya ditetapkan secara biologis melalui gen kita, menyokong mitos bahwa "Anda tidak akan dapat mengubah sifat manusia."

Sesungguhnya, apa yang disebut "sifat manusia" telah berubah dan diubah lagi berkali-kali sepanjang sejarah manusia, seperti yang ditunjukkan oleh Dobzhansky:

"Darlington (1953) percaya bahwa 'kemampuan adaptasi individu sungguh merupakan ilusi besar dari pengamatan berdasarkan nalar-sehat. Itu adalah ilusi yang bertanggung jawab atas beberapa kesalahan utama dari administrasi ekonomi dan politik yang berjalan saat ini. Individu dan populasi tidak dapat dipindahkan dari tempat atau pekerjaan yang satu ke yang lain setelah satu masa pelatihan yang cocok dengan kebutuhan segelintir perancang, sebagaimana petani di gunung tidak akan dapat diubah menjadi nelayan laut dalam atau penjajah kambuhan diubah menjadi warga negara yang baik.'

"Sekalipun terdapat banyak kekurangan dan ketidakpastian dalam pengetahuan kita tentang genetika manusia, terdapat cukup banyak bukti yang berlawanan dengan pandangan Darlington, dan bukti-bukti ini sangat konklusif.

"Sejarah sangat kaya dengan bukti bahwa individu dan populasi dapat dengan berhasil berpindah dari tempat atau pekerjaan yang satu ke yang lain. Revolusi industri di banyak negeri di seluruh dunia telah menunjukkan bukti yang sangat kuat tentang hal ini. Moyang dari jutaan buruh yang sekarang ada tentulah para petani yang 'sejak jaman tak terkira' telah selalu membajak sawah. Pergerakan dari tanah ke kota-kota industrial yang sekarangpun masih terus berlangsung, dan pada skala yang besar pula, di negeri-negeri 'berkembang'." [iii]

Tes IQ

Satu istilah yang sering disalahgunakan oleh para determinis genetik adalah hereditas, khususnya dalam bidang pengujian IQ. Psikolog Hans Eysenck di Inggris, Richard Herrnstein dan Arthur Jensen di Amerika Serikat telah mempromosikan ide bahwa kecerdasan sebagian besar merupakan warisan. Mereka juga beranggapan bahwa rata-rata IQ dari kulit hitam ditentukan secara genetis lebih rendah dari orang kulit putih, dan perbandingan itu juga berlaku untuk orang-orang Irlandia dan Inggris. Eysenck kelihatannya percaya bahwa orang kulit hitam dan Irlandia telah dibiakkan secara selektif untuk gen-gen "IQ rendah". Sesungguhnya, tes IQ telah dibuktikan mengandung cacat inheren di dalamnya. Tidak ada satupun unit pengukuran untuk "kecerdasan", sebagaimana halnya untuk tinggi atau berat. IQ adalah satu konsep imajiner yang didasarkan pada asumsi-asumsi yang acak.

Tes IQ dimulai pada awal abad ini ketika Alfred Binet menciptakan satu tes sederhana untuk mengenali anak-anak yang memiliki kesulitan belajar. Bagi Binet ini adalah alat untuk mengenali kesulitan-kesulitan yang dapat diperbaiki melalui "ortopedi mental". Pastinya ia tidak percaya bahwa tes ini dapat mengukur "tetapan" kecerdasan, dan bagi mereka yang berpikir semacam itu, balasan dari Binet tajam adanya: "Kita harus memprotes dan bereaksi melawan pesimisme brutal macam ini."

Basis bagi tes Binet cukup sederhana: anak yang lebih tua seharusnya sanggup menjalankan tugas-tugas mental yang tidak dapat dijalankan anak yang lebih muda. Ia kemudian mengumpulkan tes yang cocok untuk tiap kelompok usia; mereka yang dianggap lebih atau kurang cerdas dinilai berdasarkan hal ini. Di mana anak-anak mengalami kesulitan, tindakan-tindakan perbaikan harus dilaksanakan. Namun sistem ini, di tangan orang lain, digunakan untuk mencapai kesimpulan-kesimpulan yang berbeda. Dengan wafatnya Binet, para penganjur eugenik melihat peluang mereka untuk memperkuat pesan-pesan determinis mereka. Kecerdasan kemudian dilihat sebagai sesuatu yang ditetapkan melalui hereditas dan berhubungan dengan asal kelas dan ras mereka. Ketika Lewis Terman memperkenalkan tes Stanford-Binet ke Amerika Serikat, ia memperjelas bahwa kecerdasan yang rendah

"sangat jamak terdapat di tengah orang-orang keturunan Indian-Spanyol dan keluarga-keluarga Mexico di Barat Daya, dan juga di kalangan orang negro. Kebodohan mereka nampaknya bersifat rasial, atau setidaknya inheren dalam jalur keturunan keluarga mereka.... Anak-anak dari kelompok ini harus dipisahkan dalam kelas-kelas khusus.... Mereka tidak dapat menguasai abstraksi, tapi mereka seringkali dapat dididik menjadi pekerja yang efisien.... Tidak ada kemungkinan saat ini untuk meyakinkan masyarakat bahwa mereka seharusnya tidak diperkenankan melakukan reproduksi, sekalipun dari sudut pandang eugenik mereka merupakan problem yang parah karena mereka berkembang biak dengan luar biasa cepat."

Pandangan ini merupakan nada yang dibunyikan oleh para penguasa pendidikan Amerika Serikat sehubungan dengan tes ini. Satu puntiran baru dimasukkan untuk memperluas cakupan ilmiahnya: standar baru ditetapkan untuk orang dewasa dan rasio antara usia dan usia-mental - "*intelligence quotient*" atau IQ.

Di Inggris, psikolog Inggris Sir Cyril Lodowic Burt adalah orang yang menerjemahkan dan membela tes Binet dengan jauh lebih obsesif daripada kawan-kawan Amerikanya. Ia mengklaim bahwa laki-laki lebih cerdas daripada perempuan berdasarkan studi yang katanya telah dilakukannya. Tuan itu katanya juga memiliki bukti yang secara ilmiah sangat kuat bahwa orang-orang Kristen lebih cerdas daripada orang Yahudi, orang Inggris lebih daripada orang Irlandia, kelas atas Inggris lebih dari kelas bawah Inggris, dan seterusnya. Tidak mengherankan bahwa Burt sendiri kebetulan adalah dari kelas atas, berkebangsaan Inggris, Kristen dan tentu laki-laki! Dengan cara ini, para penindas membenarkan penindasan, orang-orang yang kaya dan berkuasa membenarkan keistimewaan mereka, berdasarkan anggapan bahwa korban-korban mereka adalah "inferior". Selama 65 tahun, sampai kematiannya di tahun

1971 Burt terus mengerjakan karyanya tentang eugenik dan tes IQ, setelah diberi gelar kebangsawanan untuk "jasanya" bagi umat manusia. Ia berperan dalam menetapkan sistem pendidikan "sebelas plus" yang terkenal "harum" namanya itu, yang memisahkan antara sekolah "modern sekunder" dengan sekolah dasar. Burt menjelaskan: "Kapasitas haruslah membatasi isi. Mustahil bagi satu botol berukuran satu pint untuk memuat susu lebih dari satu pint; demikian pula mustahil bagi seorang anak untuk mencapai tingkat pendidikan yang lebih tinggi daripada yang diijinkan oleh kapasitas yang dimilikinya."

Dengan demikian tes Binet telah disimpangkan demikian jauh untuk memperkuat karakter kelas dari masyarakat. Harus ada orang yang dilahirkan untuk menjadi penggali batubara atau pengangkut air, dan yang lain dilahirkan untuk berkuasa atas masyarakat. Tes itu tidak lagi digunakan untuk menetapkan perbaikan apa yang harus diupayakan, tapi justru untuk memisahkan. Bagaimanapun tes IQ itu dimodifikasi, semua kini memiliki satu akar yang sama: "kecerdasan" yang ditetapkan di muka sebagai panji untuk menilai semua orang.

Obsesi untuk secara statistik memplot "kecerdasan" melalui kurva normal adalah satu upaya untuk memaksakan ketundukan sosial. Mereka yang berada di luar norma dikatakan "abnormal" dan harus mendapatkan perlakuan khusus. Kali ini, ia bersifat genetik dan menentukan kelas, ras dan hidup kita. Tapi, pada kenyataannya, sekalipun genotip kita tetap, fenotip kita terus berubah. Kehilangan satu tangan atau kaki tidak dapat dikembalikan lagi, setidaknya pada saat ini, tapi jelas tidak diwariskan. Penyakit Wilson merupakan penyakit turunan, tapi bukannya tidak dapat dibalikkan melalui pengobatan. "Bahkan," kata Rose, Kamin dan Lewontin, "fenotip juga tidak berkembang secara linear dari genotip sejak kelahiran sampai kedewasaan. 'Kecerdasan' dari seorang bayi bukanlah sekedar satu persentase tertentu dari tingkat kecerdasannya pada masa dewasa, bukan seperti sebuah botol susu yang terus-menerus diisi."

Upaya panik Burt untuk mengangkat basis genetika dari IQ telah membuatnya terpaksa secara sistematis memalsukan catatan dan datanya sendiri. Telaahnya yang terkenal tentang IQ dari dua orang kembar yang dipisahkan berujung pada pernyataannya yang ajaib bahwa tidak ada korelasi sama sekali antara lingkungan dengan kecerdasan kedua kembar itu. Baginya, segala sesuatu ditentukan oleh gen dari keduanya. Ia adalah idola bagi semua determinis genetik, dan karyanya memberi mereka amunisi untuk memajukan tujuan-tujuan mereka. Di tahun 1978, D. D. Dorfman, seorang psikolog Amerika

membuktikan secara meyakinkan bahwa tuan yang terhormat dari Inggris itu telah memalsukan datanya. Setelah tuan itu dibuktikan sebagai penipu, para pendukungnya terpaksa mengganti taktik, mencela Burt untuk kecerobohnya! Karya Burt tentang IQ adalah sejajar dengan penemuan Piltdown Man dalam bidang paleontologi.[1] Bahkan pada saat itu - sekalipun setelah lima belas tahun penuh inkonsistensi - penelitian-penelitiannya tetap dipuji oleh para ilmuwan terkemuka sebagai bukti bahwa IQ ditentukan oleh faktor turunan. Sekalipun Burt telah disingkirkan kredibilitasnya, orang-orang konservatif terus memeluk erat filsafat reaksionernya sebagai batu penjuru dari cara pandang kelas mereka. Telaah yang lebih mutakhir, yang melibatkan anak kembar yang terpisah di Inggris, Amerika dan Denmark, tidak dapat membuktikan faktor turunan dari IQ. Telaah ini telah dijawab dengan meyakinkan oleh Rose, Kamin dan Lewontin. Kesimpulan mereka?

"Kami tidak tahu apa itu yang dimaksud dengan IQ yang dapat diwariskan. Data itu sama sekali tidak memungkinkan kami untuk menghitung satu perkiraan yang beralasan tentang variasi genetik untuk IQ dalam satu populasi apapun. Sejauh yang kami tahu, heritabilitas untuk IQ mungkin nol atau mungkin juga 50%. Kenyataannya, sekalipun banyak sekali penelitian yang dicurahkan untuk menelaahnya, persoalan apakah IQ diwariskan atau tidak sama sekali tidak ada hubungannya dengan persoalan yang sedang dibahas. Makna penting yang dilekatkan oleh para determinis pada heritabilitas adalah satu konsekuensi dari kepercayaan palsu bahwa heritabilitas berarti keadaan yang tidak akan pernah dapat diubah.

"Tidak untuk IQ atau untuk ketrampilan lain, gen dapat dikatakan menentukan bagi organisme itu," lanjut mereka. "Tidak ada korespondensi satu-satu antara gen yang diwarisi dari satu induk terhadap tinggi, berat, tingkat metabolisme, kerawanan terhadap penyakit, kesehatan atau lain-lain Ciri organik yang non-trivial... tiap organisme adalah hasil yang unik dari interaksi antara gen dan lingkungan pada tiap tahap kehidupannya." [iv]

Eugenik

Eugenik adalah satu kata yang diciptakan di tahun 1883 oleh Francis Galton, yang merupakan sepupu Darwin. Keinginan untuk "memperbaiki" stok gen manusia seringkali terkait dengan teori-teori pseudo-ilmiah yang diajukan oleh mereka yang ingin menunjukkan "keunggulan" dari satu kelompok tertentu - ras, bangsa, kelas sosial, atau jenis kelamin, melalui persoalan darah atau "keturunan yang baik". Ketidakmasuknalaran reaksioner semacam itu biasanya dibungkus dengan suasana "ilmiah" untuk membangkitkan satu kesan akan satu derajat keilmiahan pada prasangka-prasangka yang paling irasional dan menjijikkan. Amerika, "negeri orang-orang bebas" itu, mencatat kemenangan dari gerakan eugenik dalam pengesahan berbagai perundangan untuk pemandulan paksa bagi

mereka yang "inferior secara biologis". Negara bagian Indiana mengundangkan Undang-undang Pemandulan di tahun 1907. Praktek ini dapat dijalankan atas mereka yang dianggap gila, imbesil atau idiot, sebagaimana saran dari satu dewan ahli. Tujuh puluh tahun lalu John Scope mengajar biologi menggunakan satu buku berjudul *A Civic Biology*, karangan G. W. Hunter, yang mengandung satu kasus terkenal tentang Jules dan Kallikaks. Di bawah judul *Parasitism and Its Cost to Society - the Remedy*, buku itu mengatakan:

"Ratusan keluarga seperti yang digambarkan di atas masih ada sampai hari ini, menyebarkan penyakit, imoralitas dan kejahatan ke segala penjuru negeri ini. Biayanya bagi masyarakat akan keluarga semacam itu sangatlah besar. Sama seperti beberapa hewan atau tumbuhan menjadi parasit atas tumbuhan atau hewan lainnya, keluarga-keluarga semacam ini menjadi parasit atas masyarakat. Mereka bukan hanya berbuat jahat pada orang lain melalui korupsi, pencurian atau penyebaran penyakit, tapi mereka benar-benar dilindungi dan dijaga oleh negara dengan menggunakan dana publik. Sebagian besar untuk merekalah panti-panti dan rumah perawatan diadakan. Mereka sungguh parasit sejati.

"Jika orang-orang semacam ini adalah hewan tingkat rendah, kita mungkin akan dapat membunuh mereka untuk mencegah penyebarannya. Kemanusiaan tidak memungkinkan ini, tapi kita sesungguhnya memiliki obat dengan memisahkan kedua jenis kelamin di panti-panti atau lain tempat dan engan berbagai cara mencegah mereka kawin dengan orang lain dan untuk mencegah mereka mengabadikan ras yang demikian rendah dan telah terdegenerasi itu."

Sampai tahun 1930-an, lebih dari 30 negara bagian di Amerika telah mengundangkan Undang-Undang Pemandulan, memperluas cakupan orang yang boleh dikenai perlakuan itu pada para peminum dan pecandu obat, dan bahkan orang buta dan tuli. Kampanye itu mencapai puncaknya di tahun 1927, ketika Mahkamah Agung, dengan suara 8 lawan 1, membenarkan hukum pemandulan Virginia dalam kasus *Buck vs Bell*. Kasus ini melibatkan seorang gadis kulit putih berusia 19 tahun bernama Carrie Buck, yang dipaksa masuk ke dalam *State Colony for Epileptics and Feeble-Minded*, dan merupakan orang pertama yang dimandulkan di bawah UU tersebut. Dia dipilih, menurut Harry Laughlin, pengawas Kantor Catatan Eugenik (yang ingin menyingkirkan "sepersepuluh bagian yang paling tidak berharga dari populasi kita"), karena dia, putrinya dan ibunya secara genetik adalah di bawah normal. Informasi ini didapatkan dari tes IQ Stanford-Binet - yang kemudian terbukti keliru. Hakim dalam kasus ini, O. W. Holmes menyatakan "Tiga generasi imbesil sudah cukup." Saudara Carrie, Doris, juga diam-diam dimandulkan di bawah UU yang sama. Putri Carrie, Vivian, meninggal di tahun 1932 karena sakit. Para gurunya menggambarkanannya sebagai "sangat cerdas".

Di bulan January 1935, sekitar 20.000 pemandulan paksa untuk tujuan eugenik dijalankan di Amerika Serikat. Laughlin ingin agar jaring itu juga menangkap "para gelandangan, pengangguran dan orang miskin" dan ide ini diambil alih dengan sangat bersemangat di Jerman, di bawah Nazi, di mana *Erbgesundheitsrechts* [harafiah: UU tentang kesehatan keturunan, yaitu, eugenik] menghasilkan pemandulan sekitar 375.000 orang, termasuk 4.000 karena buta atau tuli. Di Amerika Serikat, akhirnya, 30.000 orang dipaksa menjalani pemandulan. Walaupun eugenik klasik telah dibuktikan keliru, versi barunya, seperti pembedahan psikologis, muncul pula. Yang satu ini memproklamirkan ide bahwa pembedahan otak dapat menyingkirkan masalah sosial, terutama kekerasan. Dua ahli bedah psikologis Amerika, Vernon Mark dan Frank Ervin, bahkan berpendapat bahwa kerusuhan di kota-kota Amerika Serikat disebabkan oleh masalah mental (*deranged amygdalas*) dan dapat disembuhkan dengan pembedahan otak para pemimpin daerah kumuh. Riset untuk area biologi ini kini sedang dilakukan atas biaya beberapa agen penegak hukum Amerika Serikat.

Dalam pencarian calon-calon untuk dibedah otaknya, satu surat yang luar biasa dari tahun 1971 antara Direktur bidang Koreksi, *Human Relation Agency*, di Sacramento dengan Direktur bidang Rumah Sakit dan Klinik, Pusat Medik University of California, menunjukkan mentalitas dari berbagai seksi dari komunitas "ilmiah". Direktur bidang Koreksi itu bertanya tentang narapidana yang cocok "yang telah menunjukkan agresivitas, perilaku destruktif, yang mungkin disebabkan oleh penyakit syaraf yang parah" untuk dikenai "prosedur pembedahan dan diagnostik... untuk menemukan pusat di otak yang mungkin telah rusak dan yang mungkin akan dapat menjadi fokus bagi berbagai episode perilaku penuh kekerasan," untuk diangkat melalui pembedahan.

Jawabannya menyarankan satu kandidat yang "dipindahkan... karena menunjukkan militansi yang semakin tinggi, kemampuan memimpin dan kebencian yang nyata terhadap orang kulit putih... ia dikenali sebagai salah satu pemimpin dari pemogokan di bulan April 1971.... Nampak pula pada waktu yang kira-kira bersamaan munculnya hujan bahan bacaan yang revolusioner." Pegangan-pegangan ideologis inilah yang menjadi latar belakang teoritik dari reaksi-reaksi politik. Di tahun 1980, Dr. K. Nelson, yang waktu itu menjabat direktur Rumah Sakit Lynchburg di mana Carrie Buck dimandulkan, menemukan bahwa lebih dari 4.000 operasi telah dilaksanakan, yang terakhir pada tahun 1972. Tes IQ yang dipergunakan dalam kasus Buck telah lama dibuktikan keliru. Ide-ide reaksioner tentang pemandulan paksa ini tidak hanya

terdapat di masa-masa "Abad Pertengahan yang Gelap", tapi masih terus hidup sampai sekarang, dihidupi oleh teori-teori pseudo-ilmiah, khususnya di Amerika. Sampai sekarang UU Pemandulan masih tercantum dalam Kitab UU di 22 negara bagian Amerika Serikat.

Kejahatan dan Genetika

Sejak awal 1970-an, jumlah warga negara Amerika yang menghuni penjara telah berlipat lebih dari tiga. Di Inggris, mereka yang tinggal di balik jeruji mencapai rekor tertinggi sepanjang segala abad. Penjara-penjara demikian penuh sesak sehingga banyak narapidana kini ditempatkan di kantor-kantor polisi. "Inggris di tahun 1991 memiliki tingkat proporsi populasi penghuni penjara yang lebih tinggi daripada setiap negara yang tergabung dalam Dewan Eropa, kecuali Hungaria," lapor *Financial Times* (10 Maret 1994). Sekalipun demikian, tingkat kekerasan masih tetap tinggi di kedua negara. Krisis ini telah merupakan saksi dari berkembangnya ide-ide reaksioner yang berusaha menghubungkan perilaku kriminal dengan faktor-faktor biologis. "Untuk setiap pengurangan tingkat kejahatan sebesar 1%, kita menghemat anggaran negeri ini sebesar \$1,2 milyar," ujar psikolog Amerika Adrian Raine. Sebagai hasilnya, US Institute of Health telah meningkatkan anggaran untuk penelitian yang berhubungan dengan kekerasan sebesar \$58 juta. Dan di bulan Desember 1994 National Science Foundation memulai promosi proposal untuk satu konsorsium riset lima tahun berbiaya \$12 juta. "Dengan kemajuan yang dapat diharapkan, kita akan sanggup mendiagnosa banyak orang yang secara biologis didorong oleh otaknya untuk melakukan kekerasan," demikian klaim Stuart Yudofsky, ketua jurusan psikologi pada Baylor College of Medicine dalam *Scientific American* edisi Maret 1995.

Kini telah menjadi mode di lingkaran tertentu untuk melekatkan segala hal pada kekacauan genetik atau biologis, bukannya mengenali masalah sosial yang muncul dari kondisi sosial. Aliran determinisme genetik telah menarik segala jenis kesimpulan yang reaksioner, mereduksi segala masalah sosial ke tingkat genetika. Belum lama lalu, riset-riset kelihatannya mengungkapkan bahwa banyak kriminal yang melakukan kekerasan memiliki kelebihan kromosom Y, tapi beberapa telaah yang lebih mutakhir menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang relevan di antara keduanya. Kini bukti akan adanya kekurangan aktivitas dari korteks frontal pada otak para pembunuh tengah menarik perhatian sebagai hubungan antara biologi dan kekerasan. Ada satu proposal bagi sebuah Inisiatif Federal untuk Penanganan Kejahatan agar mengidentifikasi setidaknya 100.000 anak di perkotaan "yang diperkirakan memiliki cacat genetik

dan biokimia yang akan membuat mereka cenderung melakukan kekerasan di masa mendatang."

Bahaya dari riset-riset palsu yang berusaha menghubungkan genetika dengan ras atau perilaku kriminal atau anti-sosial selalu ada saja. Kesimpulan-kesimpulan yang keliru dapat ditarik dari statistik bahwa di Amerika Serikat, di mana 12,4% populasi adalah kulit hitam, dan mereka kini merupakan 44,8% dari total penangkapan berkenaan kasus kekerasan. Dalam artikel yang sama, kita dapat membaca: "Ada alasan untuk risau bahwa apa yang nampak sebagai telaah biologis objektif ini, yang mengabaikan faktor perbedaan budaya dan sosial secara membabi-butu, dapat jatuh ke dalam penguatan stereotip-stereotip rasial." Karena adanya ancaman ini, telah terjadi boikot-boikot terhadap contoh darah dan urine yang diambil dari ras minoritas. Jadi, menurut Raine, "semua telaah biologis dan genetik yang dilakukan sampai saat ini hanya dilakukan atas orang kulit putih."

Raine melanjutkan: "Bayangkan bahwa Anda adalah ayah dari seorang anak berusia delapan tahun. Dilema etiknya adalah seperti ini: saya dapat menyatakan pada Anda, 'Well, kami telah mengambil berbagai macam pengukuran, dan kami dapat meramalkan dengan keakuratan 80% bahwa anak Anda akan melakukan tindak kekerasan yang parah dalam waktu 20 tahun. Kami dapat menawarkan kepada Anda serangkaian program intervensi biologis, sosial dan kognitif yang akan sangat mengurangi kemungkinan ia menjadi seorang penjahat kejam.'

"Apa yang akan Anda lakukan? Apakah Anda akan menempatkan putra Anda di dalam program itu dan menjalani resiko memberinya stigma sebagai seorang penjahat kejam sekalipun terdapat kemungkinan riil bahwa ia tidak bersalah? Atau Anda akan mengatakan tidak pada perlakuan itu dan menjalani kemungkinan yang 80% bahwa anak Anda akan; tumbuh untuk (a) merusak hidupnya, (b) merusak hidup Anda, (c) merusak hidup saudara-saudaranya, dan, yang paling penting (d) merusak hidup orang-orang tidak bersalah yang menjadi korbannya?"

Pertama-tama, sama sekali tidak mungkin meramalkan perilaku kriminal seorang anak di masa depan - apalagi dengan akurasi 80%. Dan kedua, ini membuat kita menimpakan kesalahan atas sebuah tindak kekerasan di pundak individu. Argumen yang reaksioner ini gagal melihat bahwa kejahatan, kekerasan, dan lain-lain masalah sosial adalah produk dari masyarakat yang kita diami. Ini adalah masyarakat yang didasarkan pada penghisapan atas manusia dan maksimisasi keuntungan yang menghasilkan pengangguran massal, gelandangan, kemiskinan, dan penghinaan terhadap kehidupan. Kondisi sosial ini, pada gilirannya, menghasilkan kejahatan, kekerasan dan brutalitas. Ini tidak

ada hubungannya dengan gen atau biologi, dan memiliki semua hubungan dengan barbarisme dari masyarakat kapitalistik.

Para determinis biologi digunakan untuk mendukung ide-ide sosial kaum reaksioner. Bukannya masyarakat yang harus dipersalahkan untuk adanya kejahatan, kemiskinan, pengangguran, dsb., tapi individu, melalui gen atau kondisi biologis mereka yang cacat. Dengan demikian, jawabannya adalah satu pembedahan otak atau genetik. Yang lain berusaha mencari tingkat testosteron yang abnormal, atau detak jantung yang lebih lambat sebagai penjelasan atas kekerasan yang dilakukan manusia. Beberapa ilmuwan telah menunjuk pada rendahnya tingkat serotonin, satu bahan kimia dalam tubuh yang mempengaruhi, di antaranya, kerja otak. Maka, C. R. Jeffry menulis dalam *Journal of Criminal Justice Reeducation*: "Dengan meningkatkan tingkat serotonin dalam otak, kita akan dapat menurunkan tingkat kekerasan." Maka, peningkat serotonin, seperti obat antidepresi Prozac disuntikkan pada pasien untuk mengobati agresi mereka. Kepalsuan dari pandangan ini dijelaskan oleh fakta bahwa bahan kimia ini dapat naik atau turun di berbagai tempat berbeda di dalam otak pada berbagai waktu, dengan efek yang berbeda-beda pula. Lingkungan dapat juga mempengaruhi tingkat serotonin ini. Namun, "fakta" ini tidak boleh mengganggu orang-orang ini untuk membuat klaim yang mengerikan dalam upaya menegakkan pandangan mereka yang reaksioner itu.

Jeffrey menganjurkan bahwa "Ilmu pengetahuan akan menyatakan pada kita bahwa individu akan atau tidak akan menjadi kriminal, individu macam apa yang akan atau tidak akan menjadi korban, dan strategi penegakan hukum macam apa yang akan atau tidak akan berhasil." Yudofsky memperkuat antusiasme Jeffry dengan pernyataannya: "Kita kini berada di ambang sebuah revolusi dalam pengobatan genetik. Masa depan akan mencatat pemahaman atas genetika yang mengatur kekacauan agresif dan mengenali mereka yang memiliki kecenderungan lebih besar untuk melakukan kekerasan." Ia percaya bahwa anak yang hiperaktif harus diperiksa dan, jika perlu, diberi *beta-blocker*, *anticonvulsant* atau lithium. Yudofsky mengatakan bahwa obat-obatan ini akan bersifat "*cost-effective*" dan merupakan "kesempatan luar biasa untuk industri farmasi." Tidak sulit untuk melihat sisi roti yang sebelah mana yang diolesi mentega dan madu, siapa yang akan menanggung di air keruh.

"Ada wilayah di mana kita dapat mulai menginkorporasi pendekatan biologis," ujar Fishbein. "Para penjahat remaja harus dinilai secara individual." Ia melanjutkannya dengan menganjurkan perlakuan paksa bagi kriminal, tapi jika ini juga belum berhasil, "mereka harus ditahan dengan waktu tak terbatas."

Masters percaya bahwa "kita kini tahu cukup banyak tentang sistem serotonergik sehingga jika kita melihat seorang anak tidak terlalu berhasil di sekolah, kita harus meneliti tingkat serotonik di otaknya."

Rasisme dan Genetika

Senat Amerika Serikat mendapat tahu di tahun 1899 bahwa "Tuhan tidak menyiapkan orang-orang berbahasa Inggris dan orang-orang Teutonik selama seribu tahun hanya supaya kita dapat mengagumi diri kita sendiri.... Ia telah membuat kita sanggup menyusun pemerintahan supaya kita boleh mendirikan pemerintahan itu di kalangan orang-orang barbar dan terkebelakang."

B. Shockley, salah satu penemu transistor, berpendapat bahwa karena orang kulit hitam secara praktis kurang cerdas daripada kulit putih, mereka tidak seharusnya diberi kesempatan yang setara, satu pandangan yang juga dimiliki oleh psikolog terkenal Hans J. Eysenck. Sifat manusia dilihat sebagai sumber dan penjelasan dari segala penyakit sosial, setelah menarik satu kesejajaran yang cacat antara kehidupan manusia dan kehidupan lain-lain hewan. Klaim yang lebih luas dari sosiobiologi adalah bahwa rasisme dan nasionalisme adalah perluasan alamiah dari tribalisme [paham kesukuan] yang, pada gilirannya, adalah produk dari "seleksi kekerabatan". "Nasionalisme dan rasisme," papar E. O. Wilson, "adalah keturunan yang dipupuk secara budaya dari tribalisme sederhana." Ide ini telah pula diajukan oleh Richard Dawkins: "Dapat dipahami, prasangka rasial dapat diterjemahkan sebagai generalisasi irasional dari kecenderungan seleksi-kekerabatan untuk mengidentifikasi individu-individu yang secara fisik mirip dengan kita sendiri dan bersikap jijik pada individu yang berbeda tampilannya."^[v]

Menurut bapak sosiobiologi, E. O. Wilson, "dalam masyarakat pemburu-pengumpul, laki-laki berburu dan perempuan tinggal di rumah. Bias yang kuat ini terus hidup dalam sebagian besar masyarakat pertanian dan industri *dandengan dasar itu saja kelihatannya bias itu memiliki asal-usul pada genetika.*" Ia mengatakan bahwa laki-laki "secara alamiah" bersifat poligami, sementara perempuan "secara alamiah" monogami. Salah satu ciri dari sosiobiologi adalah diperbandingkannya hubungan sosial manusia dengan dunia hewan, sebagai pembenaran akan dominasi laki-laki dan struktur kelas. "Bias genetik," kata Wilson, "cukup intensif untuk menyebabkan satu pembagian kerja yang substansial bahkan dalam masyarakat di masa depan yang paling bebas dan egalitarian." Inilah tema, berdasarkan dunia hewan, yang berusaha dipopulerkan oleh zoologis Desmond Morris.

Upaya-upaya mutakhir untuk membuktikan bahwa kecerdasan adalah sesuatu yang diwariskan telah berpusat pada tes IQ. *The Bell Curve* karangan Charles Murray memamahbiak paham lama bahwa genetika dapat menjelaskan terjadinya jurang antara rata-rata IQ antara kulit hitam dan kulit putih di Amerika. Argumen-argumen dasar dalam buku ini telah berulang kali dipatahkan. Menurut psikiatris Peter Breggin, buku itu adalah sebuah upaya untuk "menghidupkan kembali citra kaum Afro-Amerika sebagai King Kong yang penuh kekerasan dan bodoh." (*The Guardian*, 13 Maret 1995). Tapi bukti yang paling maut bagi determinisme genetik datang dari sebuah buku baru berjudul *The History and Geography of Human Genes* yang ditulis oleh ahli-ahli genetika populasi Luca Cavalli-Sforza, Paolo Menozzi dan Alberto Piazza. Buku ini adalah satu sintesis yang mengagumkan dari lebih 50 tahun riset dalam bidang genetika populasi. Buku tersebut adalah uraian yang paling berwibawa sampai hari ini tentang bagaimana manusia bervariasi pada tingkat kromosom mereka. Kesimpulan kuat dari buku ini adalah bahwa, sekali gen untuk tampilan perwajahan seperti warna kulit atau tinggi badan diabaikan, apa yang ada di bawah kulit sama persis bagi semua "ras" manusia. Bahwa variasi antara individu jauh lebih besar daripada variasi antar kelompok. Menurut majalan *Time*, "Kenyataannya, keragaman antar individu demikian besarnya sehingga seluruh konsep tentang ras menjadi tak bermakna pada tingkat genetik. Para penulis menyatakan bahwa 'tidak ada basis ilmiah' untuk teori-teori yang mengajukan keunggulan genetik dari satu populasi atas populasi lain." (16 Januari 1995.)

Dalam ulasannya atas buku ini, *Time* menyatakan: "Sekalipun terdapat berbagai kesulitan, para ilmuwan ini membuat penemuan yang mematahkan semua mitos. Salah satunya bahkan dimuat dalam sampul buku itu: satu peta berwarna tentang variasi genetik dunia menggambarkan Afrika di satu ujung spektrum dan Australia di ujung yang lain. Karena aborigin Australia dan orang-orang sub-Sahara di Afrika memiliki berbagai ciri-ciri tampilan yang persis sama seperti warna kulit dan bentuk tubuh, mereka dianggap berkerabat dekat. Tapi gen mereka mengungkapkan kisah yang berbeda. Dari semua manusia, orang-orang Australia adalah yang paling jauh kekerabatannya dari orang-orang Afrika, dan paling mirip dengan tetangga mereka, orang-orang Asia Tenggara." Ulasan itu menyimpulkan, "Apa yang dilihat mata sebagai perbedaan rasial - antara orang Eropa dan Afrika, misalnya - hanyalah satu adaptasi terhadap iklim sejalan dengan pergerakan manusia dari satu benua ke benua lain." Buku ini juga membenarkan bahwa tempat kelahiran umat manusia, dan juga titik awal

migrasi manusia adalah Afrika, dengan demikian menunjukkan bahwa pencabangan dari Afrika adalah yang tertua dari pohon kekerabatan manusia.

Penggunaan teori biologi dan genetika untuk membenarkan politik reaksioner bukanlah satu hal yang baru, sekalipun pada dasawarsa lalu ia telah diberi suntikan tenaga baru oleh kecenderungan pemerintah Barat untuk melancarkan ofensif terhadap konsep negara kesejahteraan dan segala kemenangan yang pernah dicapai oleh kelas pekerja. Hukum-hukum pasar - yaitu *hukum rimba* - kembali menjadi mode. Ini termasuk, tentu saja, universitas, di mana selalu saja ada orang yang siap berenang mengikuti arus yang sedang dominan, yang memberi keuntungan paling besar bagi peningkatan karir mereka.

Ada banyak akademisi yang jujur, yang mendekati subjek mereka dengan cara yang tidak emosional, tapi tentu akan menjadi naif jika percaya bahwa fakta adanya serangkaian huruf di belakang nama seseorang akan membuat orang itu kebal dari tekanan masyarakat di mana mereka hidup, tidak peduli apakah mereka sadar akan tekanan itu atau tidak. Di tahun 1949, N. Pastore melakukan satu telaah atas pendapat dari duapuluh empat psikolog, ahli biologi dan sosiolog berkenaan dengan masalah *nature-nurture* [apakah yang lebih dominan faktor alami atau lingkungan]. Dari duabelas orang yang mengaku "liberal atau radikal", sebelas mengatakan bahwa lingkungan lebih penting dari hereditas, dan satu menyatakan sebaliknya. Di kubu konservatif, hasilnya persis kebalikan - sebelas menyatakan hereditas lebih penting dan hanya satu yang menyatakan lingkungan lebih penting! Dobzhansky menganggap hasil ini "menggundahkan". Bagi kami, hasil ini dapat diramalkan.

Roger Scruton menarik pelajaran sosial: "Para ahli bioekonomi menyatakan bahwa program pemerintah yang memaksa individu untuk menjadi kurang kompetitif dan egois daripada apa yang telah diprogramkan alam pada mereka secara genetik pastilah ditakdirkan gagal." Hal ini cocok benar dengan kemunculan kembali determinisme genetik di Amerika, dan bukti-bukti yang mereka ajukan bahwa orang kulit hitam lebih rendah martabatnya daripada kulit putih, dan bahwa kelas pekerja lebih rendah daripada kelas menengah dan kelas atas. Dukungan ilmiah untuk kepalsuan-kepalsuan macam ini digunakan untuk menciptakan aura dari apa yang disebut kehormatan dan "objektivitas".

The Selfish Gene

Richard Dawkins, yang menjadi terkenal dengan bukunya yang diberi judul kontroversial *The Selfish Gene*, telah menjadi pusat dari satu polemik yang panas tentang genetika. Para ahli biologi molekuler telah mengidentifikasi pentingnya gen dalam mereplikasi salinan molekul DNA. Gen mengandung perintah-

perintah sandi yang menghasilkan batu penyusun kehidupan, asam amino. Zat-zat ini menyusun protein yang membentuk sel dan organ. Karena ini, beberapa ahli biologi molekuler dan juga sosiobiologi telah menyatakan bahwa seluruh seleksi alam, pada akhirnya, berlaku pada tingkat DNA. Ini telah membawa sejumlah ilmuwan untuk menjadi terobsesi dengan sifat menakutkan dari gen, sehingga tidak sedikit yang gagal membedakan kayu dari pohon. Beberapa orang telah melekatkan mistik pada gen yang menyebabkan ide-ide reaksioner berkesempatan muncul. Ide bahwa ciri-ciri fisik, mental dan moral merupakan warisan dari gen yang tak berubah dan tak dapat diubah jelas tidak didukung oleh fakta-fakta ilmu genetika. Namun ide ini terus muncul lagi dan lagi dalam literatur dan telah menimbulkan dampak yang serius pada politik sosial sepanjang abad ke-20.

Gen meneruskan pengaruh dari induk pada turunannya. Ia hanya dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara sejumlah gen yang saling berbeda (disebut *alela*) yang mempengaruhi satu hal tertentu (misal, warna mata dipengaruhi oleh alela untuk warna biru atau coklat). Perbedaan ini dikenali melalui pengujian/pengamatan biokimia, fisiologis, struktural atau behavioral (setelah lain-lain sumber variasi, seperti lingkungan, diabaikan).

Sayangnya, banyak ilmuwan dan orang-orang lain telah menggunakan satu penyederhanaan yang menyesatkan untuk definisi di atas. Khususnya, bahwa sebuah gen yang *berperan* untuk membuat perilaku satu hewan berbeda dari lainnya kemudian dianggap sebagai gen yang *menentukan* perilaku khasnya tersebut. Dawkins bukan satu-satunya ilmuwan yang jatuh ke dalam jebakan ini. Di tahun 1970-an banyak orang bicara tentang *penyandian* genetik atas ciri-ciri fisik dan perilaku. Satu gen harus diperbandingkan dengan gen lain yang juga berperan dalam menimbulkan ciri-ciri yang sama. Gen bukanlah satu entitas yang dapat berdiri sendiri dengan hak dan kewajibannya sendiri. Seperti yang ditunjukkan dengan tepat oleh J. B. S Haldane, genetika adalah ilmu tentang *perbedaan* bukan kesamaan. Sederhananya, Anda dan saya sama-sama dapat menjadi egois. Perbedaannya adalah Anda memperoleh kesempatan untuk itu sedang saya tidak. Anda tidak dapat menerapkan ciri personal dalam perbandingan. Dalam bukunya *The Selfish Gene*, Dawkins melompat-lompat dari satu definisi [berperan] ke definisi yang lain [menentukan], sambil mengklaim bahwa keduanya dapat dipertukarkan - padahal tidak. Hasilnya adalah dukungan terhadap determinisme biologis. Satu generasi penuh orang Amerika dan para ilmunya telah digiring ke dalam kekacauan ini.

Riset ilmiah ke dalam genetika menunjukkan kemungkinan bagi pengobatan, di mana kerusakan gen seperti *Huntington's chorea*, *Duchene muscular dystrophy*, dan lain-lain telah dikenali. Namun, ada pernyataan yang luas bahwa dengan cara tertentu gen juga bertanggung jawab atas segala hal lainnya, seperti homoseksualitas dan kriminalitas. Determinisme genetik mereduksi segala masalah sosial ke tingkat genetika. Di bulan Februari 1995, satu konferensi tentang *Genetika dari Perilaku Kriminal dan Anti-Sosial* diadakan di London. Sepuluh dari tigabelas pembicara adalah dari Amerika Serikat di mana seminar serupa diadakan di tahun 1992, di mana tekanan publik berhasil menyingkirkan nada rasis dari pertemuan itu. Sekalipun ketua konferensi, Sir Michael Rutter dari London Institute of Psychiatry menyatakan "tidak ada itu yang namanya gen untuk kriminalitas," peserta lain seperti Dr. Gregory Carey dari Institute of Behavioural Genetics, University of Colorado, bertahan bahwa faktor genetik secara keseluruhan bertanggung jawab untuk 40-50% tindak kejahatan dengan kekerasan. Sekalipun ia mengatakan bahwa akan menjadi tidak praktis ketika kita menempatkan kriminalitas ke dalam rekayasa genetik, yang lain mengatakan bahwa ada prospek yang baik untuk mengembangkan obat-obatan untuk mengendalikan agresi yang berlebihan, sekali gen yang bertanggung jawab untuk perilaku itu ditemukan. Walau demikian, ia menyarankan bahwa *aborsi harus dipertimbangkan ketika pemeriksaan pra-kelahiran menunjukkan bahwa seorang anak memiliki kemungkinan dilahirkan dengan gen yang akan mendorong perilaku agresif atau antisosial*. Pandangan ini didukung oleh Dr. David Goldman dari Laboratory of Neurogenetics pada US National Institute of Health. "Keluarga-keluarga harus diberi informasi dan harus diberi keleluasaan untuk menentukan secara pribadi bagaimana menggunakan informasi itu." (*The Independent*, 14 Februari 1995.)

Menurut Profesor Hans Bruner dari Nijmegen University Hospital di Belanda, para lelaki dari satu keluarga yang mewarisi satu abnormalitas genetik tertentu dari kromosom X yang membawa defisiensi dalam enzim yang berhubungan dengan pesan-pesan di otak, telah menunjukkan "agresi impulsif" termasuk pembakaran rumah dan percobaan perkosaan. Dr. David Goldman dari NIH Laboratory of Neurogenetic di Maryland, dan Profesor Matti Virkkunen dari University of Helsinki mengatakan mereka sedang berusaha mengungkap variasi genetik dalam proses kimia otak yang mengarah pada agresi. "Perusahaan-perusahaan farmasi telah menyatakan minat mereka dalam penemuan kami," kata Virkkunen. (*The Financial Times*, 14 Februari 1995.)

Steven Rose menggambarkan konferensi itu sebagai "rusuh, penuh gangguan dan tidak seimbang." Konferensi itu diserang melalui surat oleh 15 orang ilmuwan. Dr. Zakari Erzinclioglu, direktur dari Centre for Forensic Science pada Durham University, menyebutnya sebagai "sangat mengganggu, terbelakang dan berniat jahat." Ashley Montague menunjuk bahwa "bukan 'gen kriminal' yang membuat orang menjadi kriminal, tapi dalam sebagian besar kasus adalah 'kondisi sosial yang kriminal'."

Buku Richard Dawkins *The Selfish Gene* yang edisi pertamanya muncul di tahun 1976 membuat beberapa pernyataan yang mengejutkan. "Kita dilahirkan egois," kata Dawkins. Sekalipun ia mengatakan bahwa "gen tidak memiliki kemampuan meramal" dan "tidak merencanakan sejak awal" Dawkin mencampuradukkan gen dengan kesadaran dan identitas "egois". Gen berusaha mereplikasi dirinya sendiri, seakan mereka dengan sadar merencanakan bagaimana hal ini dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya:

"Tentunya secara prinsip, dan juga dalam fakta, gen mengulurkan tangan melalui dinding tubuh individu dan merekayasa objek-objek di dunia luar, beberapa tidak hidup, beberapa adalah makhluk hidup lain, beberapa terletak jauh sekali dari mereka. Dengan sedikit imajinasi kita dapat melihat gen duduk di pusat satu jaring-jaring kekuatan fenotip yang jauh jangkauannya. Dan sebuah objek di dunia adalah pusat dari bersatunya segala jaring-jaring pengaruh dari banyak gen yang duduk di dalam banyak organisme. Jangkauan jarak jauh dari gen tidak mengenal batas yang nyata."^[vi] Karena bagi Dawkins organisme individual tidak bertahan dari satu generasi ke generasi yang lain, tapi gen melakukan itu, maka pastilah seleksi alam bekerja pada apa yang bertahan, yaitu, gen. Maka, segala seleksi pastilah pada akhirnya bekerja di tingkat DNA. Pada saat bersamaan, tiap gen berkompetisi satu dengan lainnya untuk mereproduksi dirinya dalam generasi berikutnya. "Apa yang sebenarnya demikian spesial tentang gen? Jawabannya adalah bahwa mereka semua adalah replikator."

Dalam pandangan ini, replikator kehidupan adalah gen; maka organisme adalah sekedar kendaraan bagi gen ("mesin untuk bertahan hidup - kendaraan robot yang diprogram secara membuta untuk memelihara molekul egois yang dikenal sebagai gen" ... "mereka berkerumun dalam koloni-koloni raksasa, aman di dalam robot raksasa yang canggung itu"). Ini adalah sebuah edisi cetak ulang dari pepatah Butler yang terkenal bahwa ayam hanyalah sekedar cara bagi sebutir telur untuk menghasilkan butir telur yang lain. Seekor hewan, bagi Dawkins, hanyalah cara dari DNA untuk membuat lebih banyak DNA. Ia mencampurkan gen ke dalam satu senyawa penuh mistik yang pada hakikatnya bersifat teleologis.

"Saya curiga," kata Dawkins dalam pembelaannya, "bahwa Rose dan Gould adalah determinis karena mereka percaya akan sebuah basis fisik, materialistik, bagi tiap tindakan kita. Begitu juga saya... pandangan apapun yang kita ambil tentang persoalan determinisme, dimasukkannya kata 'genetik' tidak akan mengubah sesuatu pun." Ia kemudian menambahkan, "jika Anda memiliki darah determinis Anda akan percaya bahwa segala tindakan Anda ditentukan oleh sebab-sebab fisik di masa lalu... perbedaan apa yang dapat dibuat karena salah satu sebab fisik itu adalah genetik? Mengapa determinisme genetik dianggap lebih niscaya, atau lebih merupakan satu pembenaran, daripada 'determinisme yang mendasarkan pada lingkungan'?"^[vii]

Segala hal di alam ini memiliki sebab dan akibat, di mana sebuah akibat pada gilirannya menjadi sebab. Dawkins mencampuradukkan determinisme dan fatalisme: "Satu organisme adalah alat bagi DNA." Determinisme genetik memiliki satu makna mendasar, di mana gen dikatakan sebagai "menentukan" sifat persis dari fenotip. Tidak ada keraguan bahwa gen memiliki dampak yang kuat terhadap bentuk organisme, tapi entitasnya akan *secara menentukandipengaruhi* oleh lingkungannya. Contohnya, jika dua kembar identik ditempatkan pada dua lingkungan yang sama sekali berbeda, dua karakter yang berbeda akan menjadi hasilnya. Seperti yang dijelaskan Rose, "Pada kenyataannya, seleksi harus bekerja pada berbagai tingkat. Panjang rangkaian DNA boleh atau boleh tidak diseleksi karena diri mereka sendiri, tapi DNA itu dinyatakan berlatarbelakangkan seluruh genotip; satu rangkaian gen tertentu atau seluruh genotip pastilah mewakili satu tingkatan seleksi yang berbeda. Lebih jauh lagi, genotip terdapat dalam fenotip, dan apakah fenotipnya dapat bertahan atau tidak bergantung pada interaksinya dengan lain-lain fenotip. Maka ia hanya akan diseleksi terhadap latar belakang populasi di mana ia muncul."^[viii]

Dawkins dipaksa untuk mundur beberapa tindak, memperbaiki argumennya pada edisi-edisi berikut dari *The Selfish Gene* (1989) dan dalam *The Extended Phenotype* (1982). Ia mengatakan bahwa bahasanya yang flamboyan telah membuat dirinya mudah disalahartikan dan disalahpahami: "Terlalu mudah untuk terhanyut, dan mengizinkan gen memiliki kebijaksanaan kognitif dan kemampuan merencanakan 'stretegi' mereka." Namun ia tetap mempertahankan argumen dasarnya dan memandang kehidupan "dalam makna replikator genetik yang memelihara dirinya melalui fenotip mereka yang diperluas." Dan bahwa "seleksi alam adalah kemampuan bertahan diferensial dari gen." Dawkin kini mengatakan "gen dapat memodifikasi dampak dari gen lain, dan dapat

memodifikasi dampak dari lingkungannya. Kejadian pada lingkungan, baik internal maupun eksternal, dapat memodifikasi dampak dari gen, dan dapat memodifikasi dampak dari kejadian lain-lain pada lingkungan itu." Tapi, di luar konsesi ini, tesis utama Dawkins tetap.

Misalnya, ia mengatakan: "Kontrasepsi adalah sesuatu yang diserang sebagai 'tidak alamiah'. Demikianlah ia adanya, sangat tidak alamiah. Kesulitannya, demikian pula negara kesejahteraan. Saya pikir kebanyakan dari kita percaya bahwa negara kesejahteraan adalah hal yang sangat baik. Tapi Anda tidak dapat memiliki negara kesejahteraan yang tidak alami, kecuali jika Anda memiliki pembatasan kelahiran yang tidak alamiah, jika tidak demikian maka hasil akhirnya pastilah kepedihan yang jauh lebih besar daripada apa yang dapat kita temui di alam." Ia melanjutkan, "negara kesejahteraan mungkin adalah sistem altruistik yang paling besar yang pernah dikenal oleh dunia hewan. Tapi tiap sistem altruistik memiliki ketidastabilan internal, karena ia terbuka untuk disalahgunakan oleh individu yang egois, yang siap mengeksploitasinya. Individu manusia yang memiliki lebih banyak anak daripada yang dapat diberinya makan mungkin terlalu bodoh, dalam sebagian besar kasus, untuk dituduh sengaja melakukan eksploitasi yang jahat."

Menurut Dawkins pengangkatan anak berlawanan dengan naluri dan kepentingan "gen yang egois". "Dalam kebanyakan kasus kita harus menganggap pengangkatan anak, bagaimanapun menyentuhnya hal itu, sebagai sebuah kegagalan dalam aturan yang inheren dalam diri kita," kata Dawkins. "Ini karena perempuan yang terlalu baik itu tidak melakukan hal yang terbaik bagi gennya sendiri dengan memelihara anak yatim-piatu. Ia membuang waktu dan energi yang seharusnya ditanamkannya pada kehidupan kerabatnya sendiri, khususnya anak-anaknya di masa depan. Mungkin hal ini adalah sesuatu yang terjadi terlalu jarang, sehingga seleksi alam 'tidak mau repot-repot' mengubah aturan sehingga naluri keibuan dapat menjadi lebih selektif."

Ia menyatakan bahwa "jika seorang perempuan diberi bukti-bukti yang kuat bahwa ia dapat mengharapkan terjadinya kelaparan, merupakan bagian dari kepentingan dirinya yang egois untuk mengurangi tingkat kelahirannya sendiri." Dawkins juga percaya bahwa seleksi alam akan memilih anak yang menipu, berbohong, licik dan mengeksploitasi dan bahwa "ketika kita melihat populasi liar kita boleh berharap untuk melihat penipuan dan keegoisan di dalam keluarga. Frasa 'anak harus menipu' berarti bahwa gen yang cenderung membuat

anak menipu memiliki satu keuntungan dalam pool gen."^[ix] Ia menyimpulkan bahwa organisme adalah alat dari DNA, bukannya sebaliknya.

Komentar-komentar ini menarik bukan hanya karena apa yang mereka katakan pada kita tentang gen, tapi karena apa yang mereka ungkap tentang keadaan masyarakat dalam dekade terakhir abad ke-20 ini. Dalam masyarakat tertentu, otot yang kuat atau kemampuan untuk berlari cepat dapat membawa keuntungan genetik. Jika keuntungan serupa dilekatkan pada kecenderungan untuk berbohong, menipu dan mengeksploitasi, artinya ciri-ciri semacam itu adalah kualitas yang paling penting dalam masyarakat modern, dan hal ini tentu saja sepenuhnya benar dari sudut pandang "nilai-nilai pasar". Walaupun sangatlah dapat dipertanyakan apakah kualitas semacam itu dapat, pada kenyataannya, diteruskan melalui mekanisme genetik, jelas bahwa mereka adalah ciri-ciri paling hakiki dari *egoisme borjuasi*. "Perang semua melawan semua", seperti yang diungkapkan si tua Hobbes, adalah sudut pandang dasar dari masyarakat borjuis. Benarkah bahwa mentalitas semacam itu bagian yang terkondisi secara genetik dari "sifat manusia"? Mari kita ingatkan lagi diri kita bahwa kapitalisme dan nilai-nilainya baru ada selama 200 tahun terakhir dari sekitar 5.000 tahun sejak kita mengenal tulisan, dan 100.000 tahun yang telah berlalu sejak nenek-moyang kita mulai menjadi manusia. Masyarakat manusia, pada sebagian besar waktu keberadaannya, telah didasarkan pada prinsip *kerja sama*. Sungguh, manusia tidak akan pernah mengangkat dirinya di atas tingkatan hewani tanpa hal ini. Kompetisi sama sekali bukan sebuah unsur yang hakiki dari semangat kemanusiaan, kompetisi adalah gejala yang baru saja muncul, satu cerminan dari sebuah masyarakat yang didasarkan pada produksi komoditi, yang memuntir dan merusak sifat manusia ke dalam pola perilaku yang pasti akan dianggap menjijikan dan tidak alami di masa lalu.

Terlalu mudah untuk menyalahkan satu gejala yang misterius seperti "gen kita" untuk memahami moralitas egotisme dari perekonomian pasar. Lebih jauh lagi, ini bukan persoalan zoologi, tapi persoalan kelas sosial. Individu kapitalis bersaing satu dengan lainnya dan tidak ragu untuk menggunakan segala macam cara untuk menggulingkan pesaingnya - berbohong, menipu, spionase industri, *insider dealing*, pencaplokan tanpa ampun - hal ini dianggap praktek dagang yang normal. Dari sudut pandang kelas pekerja, segalanya sangat berbeda. Ini bukan persoalan moralitas individu, tapi persis persoalan bagaimana kelas sosial dapat bertahan (persoalan sosial yang sejajar dengan "*survival of the fittest*"). Satu-satunya kekuatan yang dimiliki kelas pekerja untuk melawan para majikan adalah kekuatan persatuan, persisnya: *kerja sama*.

Tanpa organisasi, yang dimulai dari tingkat serikat pekerja, kelas pekerja hanyalah bahan mentah untuk dieksploitasi. Kebutuhan kaum pekerja untuk bergabung dalam mempertahankan kepentingannya adalah satu pelajaran yang harus dipelajari lagi dan lagi. Egotisme dan "individualisme" (dalam pemaknaan borjuasi) berarti kekalahan bagi kelas pekerja. Tiap orang yang menyabot pemogokan selalu dipuja-puji sebagai pembela agung dari "kebebasan individu" oleh pers milik para milyuner karena merupakan kepentingan para majikan untuk memecah-mecah kelas pekerja, untuk mereduksinya menjadi unsur yang terpisah-pisah, yang masing-masing berada dalam cengkeraman Modal. Di sini juga, hukum dialektika berlaku bahwa keseluruhan pastilah lebih besar dari jumlah bagian-bagiannya. Sadar atau tidak, mereka yang mengajukan keegoisan sebagai hal yang ideal, atau setidaknya sebagai "sifat manusia" telah mengambil posisi yang tegas dalam hubungannya dengan perjuangan antara kelas pekerja upahan dan Modal, dan tidak boleh mengeluh ketika mereka dikritik telah menyediakan pelumas bagi gerinda yang dijalankan tanpa ampun oleh Nyonya Thatcher.

Dawkins melihat evolusi bukan sebagai hasil dari perjuangan organisme tapi sebagai sebuah perjuangan antar gen untuk rebutan menyalin dirinya sendiri. Tubuh yang mereka diami adalah sekunder. Ia membuang prinsip Darwin bahwa individu adalah unit seleksi. Ini adalah ide yang keliru secara mendasar. Seleksi alam bekerja atas organisme, atas tubuh. Ia memilih bentuk tubuh tertentu karena mereka lebih cocok dengan lingkungan tertentu. Gen adalah sepotong DNA yang terkandung di dalam inti sel, sejumlah besar dari mereka berperan dalam perkembangan sebagian besar bagian tubuh. Ini pada gilirannya dipengaruhi oleh serangkaian faktor lingkungan, internal maupun eksternal. Seleksi tidaklah terjadi langsung atas bagian per bagian. Seleksi alam terjadi atas tubuh karena mereka dengan cara tertentu "lebih cocok", yaitu, lebih kuat, lebih ganas, lebih hangat, dan sebagainya. Jika memang ada gen khusus untuk kekuatan atau ciri-ciri lainnya, maka Dawkins mungkin benar. Tapi tidak demikian halnya. Misalnya, perintah untuk pembentukan telinga terkandung dalam beberapa gen yang terpisah, separuh datang dari ayah, separuh dari ibu.

Seperti yang dijelaskan oleh Stephen Jay Gould:

"Seleksi alam menerima atau menolak seluruh organisme karena sekumpulan bagian tubuh, yang berinteraksi dengan cara yang kompleks, membawa keuntungan tertentu.... Organisme jauh lebih berharga dari sekedar amalgamasi gen. Merekalah yang memiliki sejarah; bagian-bagian mereka berinteraksi dalam cara yang kompleks. Organisme dibangun dari

gen-gen yang bertindak dalam sebuah konserto, dipengaruhi oleh lingkungan, diterjemahkan menjadi bagian-bagian yang dilihat maupun yang tak terlihat oleh seleksi. Molekul yang menentukan sifat-sifat air adalah analogi yang buruk bagi gen dan tubuh."^[x]

Analisa ini telah didukung oleh Steven Rose dalam kritisismenya atas Dawkins:

"Pada kenyataannya, seleksi harus bekeja pada berbagai tingkat. Panjang rangkaian DNA boleh atau boleh tidak diseleksi karena diri mereka sendiri, tapi DNA itu dinyatakan berlatarbelakangkan seluruh genotip; satu rangkaian gen tertentu atau seluruh genotip pastilah mewakili satu tingkatan seleksi yang berbeda. Lebih jauh lagi, genotip terdapat dalam fenotip, dan apakah fenotipnya dapat bertahan atau tidak bergantung pada interaksinya dengan lain-lain fenotip. Maka ia hanya akan diseleksi terhadap latar belakang populasi di mana ia muncul."^[xi]

Metode Dawkins membawanya tercebur ke dalam lumpur idealisme, ketika ia mencoba berpendapat bahwa kebudayaan manusia dapat direduksi menjadi unit yang disebutnya *memes*, yang kelihatannya, seperti gen, bersifat mereplikasi diri sendiri dan berkompetisi untuk bertahan hidup. Ini jelas keliru. Kebudayaan manusia diteruskan dari generasi ke generasi, bukan melalui *memes*, tapi melalui pendidikan, dalam maknanya yang terluas. Keragaman budaya tidak terkait dengan gen tapi dengan sejarah sosial. Pendekatan Dawkins pada hakikatnya adalah reduksionis.

Masyarakat tidak dapat dipecah menjadi organisme, organisme menjadi sel, sel menjadi molekul, dan molekul menjadi atom. Bagi Dawkins, sifat dan motivasi manusia haruslah dipahami dengan menganalisa DNA-nya. Sama persis dengan James Watson (yang bersama Crick dan Franklin menemukan *double helix*) yang menyatakan "Apa lagi selain atom?" Mereka tidak pernah menganggap penting berbagai tingkat analisis, atau cara determinasi yang kompleks dan bertingkat-tingkat. Mereka mengabaikan hubungan hakiki antara sel dan organisme sebagai sebuah keseluruhan. Metode empirik ini, yang muncul bersama dengan revolusi ilmiah di tengah kelahiran kapitalisme, bersifat progresif pada masanya, tapi kini telah menjadi belenggu atas perkembangan ilmu pengetahuan dan pemahaman atas alam.

Masa Depan Genetika

"Sampai baru-baru ini, satu-satunya akses pada gen yang membentuk dunia natural ini adalah melalui perubahan atas lingkungan. Kini gen-gen itu dapat direkayasa secara langsung. Hal ini membuat perubahan menjadi mudah, segera dan dapat dipahami; teknologi yang memungkinkan rekayasa genetika langsung juga membuka pintu untuk memeriksa aktivitas gen. Tapi pada saat bersamaan ia membuat perubahan menjadi sesuatu yang acak, karena gen yang tidak akan dikembangkan secara spontan oleh hewan apapun kini menjadi mungkin. Teknik-teknik baru ini akan memberi umat manusia satu kekuatan yang belum pernah ada sebelumnya untuk mengubah

dunia - dan untuk mengubah dirinya sendiri." (*The Economist*, 25 Februari 1995.)

Selama tiga dasawarsa terakhir, kemajuan-kemajuan raksasa telah dibuat dalam bidang genetika molekuler. Di tahun 1972, gen pertama telah diisolasi dan direproduksi ("kloning") di laboratorium. Konsekuensi dari hal ini sangatlah menguatirkan sehingga para ilmuwan bersepakat untuk secara sukarela menghentikan upaya rekombinasi gen-gen hasil klon ke dalam DNA dari organisme lain. Tapi kini dimasukkannya gen hasil klon ke dalam DNA manusia sudah hampir menjadi hal yang rutin. Pada dasawarsa pertama dari abad mendatang, para ilmuwan akan mengetahui semua protein dalam tubuh manusia. Pengetahuan semacam ini memiliki implikasi yang luar biasa bagi masa datang - baik maupun buruk.

Sampai saat ini, gen masih dilingkupi misteri, seperti *Thing-in-Itself*-nya Kant. Gen adalah tuan yang kejam dari nasib manusia, keras kepala, tidak dapat diubah, dan tidak dapat diraba dalamnya. Berbicara tentang gen bukan hanya bicara tentang pewarisan. Ini satu pembicaraan tentang nasib kita. Dan nasib adalah satu mahkamah yang tidak memiliki tingkat banding. Sampai saat ini. Tapi kini, untuk pertama kalinya dalam sejarah kehidupan di planet ini, hadir satu kemungkinan bagi umat manusia untuk mengendalikan nasibnya sendiri, pada tingkatan yang terdalam. Bertentangan dengan segala omong kosong dari para reaksioner genetika, tidak pernah benar bahwa gen menentukan sepenuhnya evolusi manusia. Sekalipun mereka memainkan peranan yang besar pada kehidupan manusia, gen tidak mengendalikannya. Paling-paling, mereka menetapkan parameter tertentu untuk membatasi atau mengatur. Tapi kini genotip itu sendiri, untuk pertama kalinya, ditempatkan di bawah kendali. Ini adalah perkembangan yang revolusioner, yang penuh berisi berbagai konsekuensi yang besar bagi masa depan umat manusia.

Kemunculan kehidupan dari materi anorganik adalah lompatan evolusioner raksasa. Setelah serangkaian transformasi, perkembangan dari otak yang dapat berpikir sebagai hasil dari kehidupan sosial dan kerja kolektif adalah langkah raksasa berikutnya. Kini, untuk pertama kalinya selama empat milyar tahun, umat manusia sedang berada dalam proses untuk menguasai rahasia evolusinya sendiri. Seleksi alam tidak lagi menjadi kekuatan misterius yang membabi buta. Genotip yang maha kuasa itu dapat ditundukkan ke bawah kendali fenotip. Umat manusia memiliki potensi untuk menentukan nasibnya sendiri, dan memodifikasi dikte seleksi alam yang tanpa ampun itu.

"Seperti juga organisme adalah interpretasi dari informasi genetik di dalam lingkungan tertentu," tulis Oliver Morton, "demikian pula penggunaan pengetahuan genetik akan tergantung pada lingkungannya - ekonomi dan etik, personal dan politik - di mana penggunaan itu dilakukan. Kedua penggunaan itu, baik atau jahat, pasti akan terjadi. Gen yang tadinya dengan ketat membatasi dan mengatur kini ditundukkan ke bawah kehendak manusia; batasan-batasan akan digeser, pengaturannya dilonggarkan. Gen tidak pernah menjadi tuan seutuhnya atas nasib manusia, tapi juga mereka tidak pernah menjadi pembantu bagi umat manusia. Sampai saat ini." (The Economist, 25 Februari 1995)

Percuma kita menanggapi penemuan ini, seperti halnya percuma saja sekelompok buruh yang putus asa menghancurkan mesin-mesin, apa yang terjadi pada awal Revolusi Industri. Penemuan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah bagian yang vital bagi perkembangan masyarakat, memungkinkan umat manusia untuk mendapatkan kendali yang lebih besar atas batasan-batasan yang dipaksakan oleh alam. Hanya dengan cara inilah umat manusia akan benar-benar bebas. Masalahnya bukan terletak pada apa yang ditemukan oleh pemikiran manusia. Masalahnya adalah bagaimana penemuan itu digunakan. Perkembangan ilmu pengetahuan membuka satu cakrawala baru yang menggemparkan dari perkembangan umat manusia yang tak terbatas itu sendiri. Tapi ada satu sisi yang lebih gelap dari semua ini. Abad ke-20 membawa pesan yang mengerikan tentang bagaimana kengerian dapat menyerbu dari kubu kapitalisme ketika mereka sedang mengalami kemunduran sejarahnya. Teknik rekayasa genetik di tangan para monopolis yang tidak terkontrol, yang hanya berminat pada keuntungan besar, merupakan satu ancaman yang mendirikan bulu roma.

Seluruh perkembangan teknologi, yang terus-menerus meruntuhkan segala rintangan yang menghadangnya, dan menyatukan dunia dengan cara yang tak pernah terbayangkan sebelumnya, adalah sebuah pernyataan yang berpihak pada perekonomian dunia yang terencana. Bukan seperti karikatur mengerikan yang digambar oleh Stalinisme, tapi satu masyarakat yang dijalankan secara demokratis, di mana laki-laki dan perempuan akan mencapai kendali sadar atas kehidupan dan takdir mereka. Berdasarkan perekonomian yang ditata secara serasi, mengumpulkan sumberdaya dari seluruh planet, satu cakrawala perkembangan yang tak terbatas terbuka lebar. Di satu pihak kita memiliki tugas mengurus dunia kita, membuatnya cocok bagi umat manusia, memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh kerakusan perusahaan-perusahaan multinasional. Di pihak lain, kita melihat di hadapan kita satu tantangan terbesar yang pernah dihadapi oleh spesies kita - penjelajahan antariksa, yang terkait dengan masalah kemampuan umat manusia untuk bertahan hidup di masa

datang. Ilmu rekayasa genetik, yang kini masih pada tahap janin, mungkin kelak akan terkait dengan tuntutan bagi perjalanan-perjalanan panjang menjelajah antariksa. Pada saat ini, ini masih berada di alam spekulasi. Namun sejarah seratus tahun terakhir telah memperlihatkan betapa cepatnya ide yang kelihatannya demikian fantastik sekalipun untuk segera menjadi kenyataan.

Apa yang kita lihat pada saat ini adalah sebuah *potensi* raksasa. Dalam konteks perekonomian yang demokratik dan direncanakan secara serasi, di mana laki-laki dan perempuan bebas dan dengan sadar menentukan takdirnya sendiri, ilmu genetika akan berhenti menjadi penghambat kemajuan manusia dan akan menempati kedudukannya yang sebenarnya, di dalam telaah dan transformasi atas kehidupan itu sendiri. Ini bukanlah satu khayalan, tapi berhubungan dengan kemungkinan aktual. Mengutip Oliver Morton:

"Kemungkinan dari biologi ini hampir-hampir tak terbatas. Dunia natural, termasuk tubuh dan pikiran manusia, akan menjadi dapat dibentuk. Organ-organ yang diimplantasi mungkin akan membentuk kembali otak manusia, virus yang dirancang khusus akan membangun kembali urat yang telah mengalami penuaan. Organ manusia yang ditumbuhkan pada hewan untuk transplantasi kini telah mulai dikerjakan. Berbagai jenis makhluk baru mungkin akan muncul, makhluk-mahluk yang boleh menjadi pusat kekaguman kita. Jika umat manusia tidak dapat menemukan kawan di antara bintang-bintang, ia dapat menciptakan makhluk cerdas baru di bumi. Perbedaan genetik antara manusia dan simpanse sangatlah kecil; spesies cerdas baru bukanlah satu kemustahilan.

"Semua ini akan dimungkinkan oleh genetika. Tapi, pada saat bersamaan, kejayaan gen akan berlalu. Gen telah kehilangan posisi istimewanya sebagai pembawa informasi. Informasi biologis akan disimpan dalam pikiran dan komputer, selain dalam gen, dan gen hanya akan menjadi salah satu cara untuk merekayasa dunia ini, cocok untuk satu hal dan tidak cocok untuk hal lainnya, seperti protein terapeutik....

"Apa yang semula unik pada gen kita kini berada dalam genggamannya umat manusia. genggamannya itu kelak akan segera memiliki semua kuasa yang pada satu waktu pernah dilekatkan pada gen dan lain-lain. Kecerdasan yang sama akan dapat membentuk gen dan lingkungan, yang selama ini bekerja sama untuk membuat semua organisme seperti adanya. Kendali atas informasi biologis pada skala ini - atas data mentah dan cara pengolahannya - berarti kendali atas biologi, kendali atas kehidupan itu sendiri." (The Economist, 25 Februari 1995.)

[1] Penemuan Piltdown Man adalah salah satu skandal terbesar dalam sejarah ilmu pengetahuan, di mana beberapa orang ilmuwan, untuk keperluan membuktikan teori penciptaan, merekayasa fosil palsu di Piltdown. Setelah

ditemukannya teknik penentuan usia geologis melalui pengukuran isotop radioaktif, terbukti bahwa fosil itu adalah palsu. Namun fosil-fosil palsu itu telah terlanjur melahirkan berbagai buku setelah selama puluhan tahun dianggap sebagai pembenar paling meyakinkan atas teori Penciptaan. [Penerjemah.]

[i] Dobzhansky, op. cit., p. 21.

[ii] E. O. Wilson, *Sociobiology - The New Synthesis*, p. 575.

[iii] Dobzhansky, op. cit., p. 264.

[iv] Lihat Rose, Kamin, dan Lewontin, op. cit., pp. 84, 86, 87, 96, 116 dan 95.

[v] Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 108.

[vi] Ibid., p. 3 dan 265-6.

[vii] Dawkins, *The Extended Phenotype*, pp. 10-11.

[viii] Rose, *Molecules and Minds*, pp. 64-5.

[ix] Dawkins. op. cit., pp. 126, 109, 129, dan 150.

[x] Gould, *The Panda's Thumb*, pp. 77-8.

[xi] Rose, op. cit., pp. 64-5.

Bab 16. Apakah Matematika Mencerminkan Realitas?

"Fakta bahwa pemikiran subjektif kita dan dunia objektif tunduk pada hukum-hukum yang sama, dan dengan demikian, juga, bahwa dalam analisa terakhirnya keduanya tidak dapat saling berkontradiksi dalam hasil-hasilnya, tapi harus bersesuaian, mutlak mengatur seluruh pemikiran teoritik kami." (Engels)

Isi dari "matematika murni" pada akhirnya diturunkan dari dunia material. Ide bahwa kebenaran dalam matematik adalah sejenis pengetahuan yang khusus, yang inheren dalam dirinya sendiri atau merupakan hasil ilham ilahi, tidak layak mendapatkan perhatian yang serius. Matematika menangani hubungan-hubungan kuantitatif dari dunia nyata. Apa yang disebut "aksiom" baru nampak terbukti dalam dirinya sendiri setelah melalui masa-masa panjang pengamatan dan pengalaman atas realitas. Sayangnya, fakta ini kelihatannya telah dilupakan oleh banyak ahli matematika teoritik jaman sekarang yang menipu diri mereka dengan pemikiran bahwa pengetahuan "murni" mereka sama sekali tidak memiliki hubungan apapun dengan dunia material yang kasar di sekeliling mereka. Ini adalah satu contoh yang jelas dari konsekuensi-konsekuensi negatif dari pembagian kerja yang dijalankan ke tingkat ekstrim.

Sejak jaman Pythagoras, klaim-klaim yang paling megah telah dibuat atas nama matematika, yang telah digambarkan sebagai ratu dari segala ilmu pengetahuan, kunci ajaib yang membuka semua pintu ke jagad raya. Setelah melepaskan diri dari dunia fisik, matematika kelihatannya telah terbang melayang ke surga, di mana ia mendapat anugerah untuk berlaku bak dewa, tidak mematuhi aturan apapun kecuali aturannya sendiri. Maka, ahli matematik terkemuka Henri Poincaré, di tahun-tahun pertama abad ini, sanggup membuat klaim bahwa hukum-hukum ilmu pengetahuan tidak berhubungan dengan dunia nyata sama sekali, tapi merupakan satu konvensi acak yang ditakdirkan mendorong satu penggambaran yang lebih mudah dan "berguna" atas gejala yang sedang dibahas. Beberapa fisikawan teoritik tertentu sekarang telah menyatakan dengan terbuka bahwa kesahihan model matematik mereka tidaklah tergantung pada pembenaran yang diperoleh secara empirik, melainkan semata pada kualitas estetis [keindahan, keserasian] dari persamaan-persamaannya.

Teori-teori matematika telah, di satu pihak, merupakan sumber dari satu kemajuan yang dahsyat dalam ilmu pengetahuan, dan, di pihak lain, merupakan sumber dari sejumlah besar kesalahan dan kesalahpahaman yang telah, dan masih terus memiliki konsekuensi-konsekuensi negatif yang mendasar. Kesalahan sentralnya adalah upaya untuk mereduksi proses alam yang kompleks,

dinamis dan penuh kontradiksi ini menjadi rumus-rumus yang statis, kuantitatif dan teratur. Alam disajikan dalam cara yang formalistik, seperti satu titik berdimensi tunggal, yang kemudian menjadi garis, kemudian menjadi bidang datar, menjadi kubus, menjadi bola, dan seterusnya. Namun, ide bahwa matematik murni adalah pemikiran yang mutlak, tidak dicemari oleh persinggungan dengan benda-benda material, adalah hal yang jauh sekali dari kebenaran. Kita menggunakan sistem desimal, bukan karena deduksi logis atau "kehendak bebas", tapi karena kita memiliki 10 jari. Kata "digital" datang dari kata Latin untuk jari. Dan sampai hari ini seorang anak sekolah akan dengan diam-diam menghitung jarinya yang material di bawah mejanya yang material, sebelum sampai pada jawaban-jawaban atas soal-soal matematik yang abstrak. Dengan melakukan hal itu, si anak tanpa sadar telah menapak kembali cara yang ditempuh umat manusia ketika baru mulai mengenal hitungan.

Asal-usul material dari abstraksi matematik bukanlah rahasia bagi Aristoteles: "Para ahli matematika," tulisnya, "menyelidiki abstraksi. Ia mengabaikan segala kualitas yang dapat diraba seperti berat, kerapatan, suhu, dan lain-lain, dan hanya meninggalkan hal-hal yang kuantitatif dan kontinyu (dalam dimensi tunggal, dua atau tiga) dan ciri-cirinya yang hakiki." Di tempat lain ia menulis: "Objek matematika tidak dapat hadir *terpisah dari* benda-benda yang dapat diraba (yaitu, material)." Dan "Kita tidak memiliki pengalaman tentang apapun yang terdiri dari garis atau bidang atau titik, seperti yang seharusnya kita miliki jika hal-hal ini adalah zat yang material. Garis, dll, mungkin lebih dahulu dalam *definisi* daripada benda, tapi mereka tidaklah lebih dahulu dalam *keberadaan*." [i]

Perkembangan dari matematik adalah hasil dari kebutuhan manusia yang sungguh material. Manusia-manusia pertama hanya memiliki sepuluh bilangan, persis karena ia menghitung, seperti seorang anak kecil, dengan jarinya. Pengecualian pada orang-orang Maya di Amerika Tengah yang memiliki sistem numerik berdasarkan duapuluh, mungkin karena mereka menghitung juga jari kaki mereka. Hidup dalam masyarakat pemburu-pengumpul yang bersahaja, tanpa uang atau kepemilikan pribadi, nenek moyang kita tidak memiliki kebutuhan untuk bilangan-bilangan yang lebih besar. Untuk memikirkan bilangan yang lebih besar dari sepuluh, ia begitu saja menggabungkan beberapa bilangan sepuluh yang dihubungkan melalui jarinya. Maka, satu lebihnya dari sepuluh dinyatakan sebagai "sepuluh-satu" (*undecim*, dalam bahasa Latin, atau *ein-lifon* - "satu lebihnya" dalam bahasa Teutonik purba, yang menjad *eleven* dalam bahasa Inggris). Semua bilangan lain hanyalah kombinasi

dari bilangan sepuluh yang awal, dengan pengecualian lima tambahan lainnya - seratus, seribu, sejuta, semilyar dan setrilyun.

Asal-usul sejati bilangan telah dipahami oleh filsuf materialis besar dari Inggris di abad ke-17 Thomas Hobbes: "Dan kelihatannya, ada saat di mana nama-nama bilangan itu tidak digunakan; dan manusia bersusah-payah menerapkan jari-jari dari satu atau kedua tangan, kepada benda-benda yang ingin mereka hitung; dan dari situ mereka maju, bahwa kini kata-kata kita untuk bilangan bukan apa-apa selain sepuluh, di bangsa manapun, dan di beberapa bangsa lain lima, lalu mulai lagi dari awal."^[ii]

Alfred Hooper menjelaskan "Hanya karena manusia-manusia primitif menciptakan bilangan dan kata bilangan yang sama dengan jumlah jari yang dimilikinya, skala bilangan kita sekarang adalah skala *desimal*, yaitu skala yang didasarkan pada *sepuluh*, dan terdiri dari pengulangan tak terhingga dari kata-bilangan sepuluh yang pertama.... Jika manusia diberi duabelas jari bukannya sepuluh, tentu kita akan memiliki bilangan *duodesimal* saat ini, berdasarkan duabelas, terdiri dari pengulangan tak berhingga dari kata bilangan dua belas yang dasar."^[iii] Nyatanya, sistem duodesimal memiliki keuntungan dibanding sistem desimal. Sementara sepuluh hanya dapat dibagi genap oleh dua dan lima, duabelas dapat dibagi genap oleh dua, tiga, empat dan enam.

Bilangan Romawi adalah gambar yang mewakili jari. Mungkin simbol untuk lima mewakili jarak yang terjadi antara ibu jari dan jari lainnya. Kata "calculus" (dari mana kita menurunkan kata Inggris "calculate") berarti "kerikil" dalam bahasa Latin, berhubungan dengan metode penghitungan manik batu pada abakus. Ini semua, dan contoh-contoh lain yang tak berhingga banyaknya dapat menggambarkan bagaimana matematika tidaklah muncul dari penggunaan pikiran manusia secara bebas, tapi merupakan hasil dari sebuah proses berkepanjangan dari evolusi sosial, percobaan dan kegagalan, pengamatan dan eksperimen, yang perlahan-lahan terpisah menjadi satu tubuh pengetahuan yang kelihatannya memiliki sifat yang abstrak. Mirip dengan itu, sistem pengukuran kita atas berat dan panjang telah diturunkan dari objek material pula. Asal-usul dari unit panjang Inggris, *foot* [kaki], tidak perlu dijelaskan lagi, seperti kata yang digunakan bahasa Spanyol untuk inci, "*pulgada*" yang berarti ibu jari. Asal-usul dari simbol matematik "+" dan "-" tidak memiliki hubungan apapun dengan matematika. Keduanya adalah tanda yang digunakan di Abad Pertengahan oleh para pedagang untuk menghitung kelebihan atau kekurangan jumlah barang di gudang-gudang.

Kebutuhan untuk membangun tempat tinggal untuk melindungi diri sendiri dari berbagai unsur alam memaksa manusia-manusia pertama untuk menemukan cara yang paling baik dan praktis untuk memotong kayu sehingga ujungnya dapat dilekatkan satu sama lain. Ini berarti penemuan sudut siku dan penyiku tukang kayu. Kebutuhan untuk membangun rumah pada tanah yang datar membawa kita pada penemuan alat pengukur kedataran seperti yang digambarkan pada makam-makam Mesir dan Romawi, yang terdiri dari tiga potong kayu yang digabungkan dalam sebuah segitiga sama sisi, dengan seutas tali diikatkan pada puncaknya. Alat yang sederhana dan praktis itu digunakan untuk membangun piramid. Para pendeta Mesir mengumpulkan sejumlah besar pengetahuan matematik yang diturunkan, pada akhirnya, dari aktivitas praktis semacam itu.

Bahkan kata "geometri" mengungkapkan asal-usulnya yang praktis. Ia berarti "pengukuran bumi", itu saja. Apa yang dilakukan oleh orang-orang Yunani adalah memberi satu pernyataan teoritik yang lengkap terhadap penemuan-penemuan ini. Namun, dengan menyajikan teorema sebagai hasil murni dari deduksi logika, mereka telah mengibuli diri sendiri dan generasi-generasi mendatang. Pada akhirnya, matematika diturunkan dari realitas material, dan, sungguh, tidak dapat diterapkan jika bukan demikian halnya. Bahkan teorema Pythagoras yang terkenal itu, yang dikenal oleh semua murid sekolah, bahwa panjang dari sebuah kubus yang digambar pada sisi terpanjang dari sebuah segitiga adalah sama dengan jumlah kubus-kubus yang digambar pada kedua sisi yang lain, telah ditemukan terlebih dahulu lewat praktek oleh orang-orang Mesir.

Kontradiksi dalam Matematika

Engels, dan Hegel sebelum dia, menunjukkan berbagai kontradiksi yang bertumpuk dalam matematika. Halnya selalu demikian, sekalipun klaim dari para ahli matematik tentang kesempurnaan dan kesucian tak bernoda dari "ilmu agung" mereka. Cara ini dimulai oleh para pengikut Pythagoras, dengan paham mereka yang mistik tentang Angka, dan keserasian jagad raya. Walaupun demikian, mereka dengan cepat menemukan bahwa jagad matematik mereka yang serasi dan teratur dihantui oleh kontradiksi, yang penyelesaian-penyelesaiannya telah membawa mereka ke jurang keputusan. Contohnya, mereka menemukan bahwa mustahil bagi kita untuk menyatakan panjang diagonal dari sebuah persegi panjang dalam bentuk bilangan kuadrat.

Para pengikut Pythagoras yang belakangan menemukan bahwa banyak bilangan, seperti akar kuadrat dari dua, yang tidak dapat dinyatakan dalam bilangan. Ia adalah "bilangan irasional". Namun, sekalipun akar dua tidak dapat dinyatakan dengan pecahan sekalipun, ia tetap berguna untuk menemukan panjang sisi dari sebuah segitiga. Matematik masa kini mengandung sekawanan besar hewan-hewan aneh itu, yang masih belum terjinakkan, sekalipun selalu diupayakan untuk mendomestifikasi mereka, tapi, jika kita menerima mereka sebagaimana adanya, mereka tetap memberikan kegunaan yang besar bagi kita. Maka kita memiliki bilangan irasional, bilangan transfinit, yang semuanya menunjukkan ciri-ciri yang aneh dan kontradiktif, dan semuanya tidak dapat diabaikan dalam pekerjaan-pekerjaan ilmu pengetahuan modern.

Pi (π) yang misterius itu telah dikenal baik oleh orang Yunani kuno, dan seluruh generasi anak-anak masa kini yang telah tahu menghubungkan bilangan itu sebagai rasio antara keliling dan diameter dari sebuah lingkaran. Namun, anehnya, nilai tepat dari bilangan ini tidak akan pernah dapat ditemukan. Archimedes menghitung nilai kira-kira dari bilangan ini dengan satu metode yang dikenal sebagai "*exhaustion*". Nilainya berada antara 3,14085 dan 1,14286. Tapi jika kita mencoba menuliskan nilai persisnya, kita akan mendapatkan nilai yang aneh: $\pi = 3,14159265358979323846264338327950\dots$ dan seterusnya sampai tak berhingga. Pi, yang dikenal sebagai bilangan transendental, mutlak perlu untuk menemukan keliling lingkaran tapi tidak dapat dinyatakan sebagai solusi untuk satu persamaan aljabar. Lalu kita memiliki akar kuadrat dari minus satu, yang bukan merupakan bilangan aritmatik sama sekali, para ahli matematika merujuknya sebagai "bilangan imajiner", karena tidak ada bilangan riil yang, jika dikalikan dengan dirinya sendiri, akan menghasilkan minus satu, karena dua bilangan minus akan menghasilkan bilangan plus. Ini adalah satu makhluk yang sangat aneh - tapi sama sekali bukan khayalan belaka, sekalipun ia memanggul nama "imajiner". Dalam *Anti-Dühring*, Engels menjelaskan:

"Ada satu kontradiksi bahwa sebuah besaran yang negatif dapat merupakan kuadrat dari bilangan tertentu, karena tiap besaran negatif yang dikalikan dengan dirinya sendiri akan menghasilkan kuadrat yang positif. Akar kuadrat dari minus satu, dengan demikian, bukan hanya sebuah kontradiksi, tapi merupakan kontradiksi yang absurd, absurditas sejati. Namun demikian, akar kuadrat dari -1 dalam banyak kasus merupakan hasil yang niscaya dari sebuah operasi matematik yang tepat. Lebih jauh lagi, bagaimana mungkin matematika - tingkat tinggi atau rendah - bisa ada jika ia tidak diperkenankan bekerja dengan akar minus satu?" [iv]

Pernyataan Engels semakin terdengar tepat saat ini. Kombinasi kontradiktif antara plus dan minus memainkan peran yang mutlak krusial dalam mekanika

kuantum, di mana ia muncul dalam sejumlah besar persamaan, yang merupakan hal mendasar bagi ilmu pengetahuan modern.

Bahwa matematika melibatkan kontradiksi yang mengejutkan semacam ini bukanlah sesuatu yang dapat diragukan. Inilah yang ditulis Hoffman tentang hal itu:

"Bahwa rumus semacam itu dapat memiliki hubungan dengan dunia eksperimen yang ketat yang merupakan dunia fisika itu sendiri adalah hal yang sulit dipercaya. Bahwa terdapat landasan yang sangat dalam pada fisika baru, dan bahwa hal itu dapat menjelajah jauh lebih mendasar daripada segala sesuatu yang ada sebelumnya menuju inti terdalam dari ilmu pengetahuan dan metafisika adalah hal yang sama menakjubkannya seperti pertama kali orang menemukan doktrin bahwa bumi ini bulat."^[v]

Di masa kini, penggunaan apa yang disebut bilangan "imajiner" telah dianggap sesuatu yang wajar. Akar kuadrat dari minus satu digunakan untuk serangkaian operasi yang perlu, seperti konstruksi sirkuit listrik. Bilangan transfinit, pada gilirannya, digunakan untuk memahami sifat waktu dan ruang. Ilmi pengetahuan modern, khususnya mekanika kuantum, tidak akan dapat dikerjakan tanpa penggunaan konsepsi matematika yang jelas-jelas kontradiktif sifatnya. Paul Dirac, salah satu pendiri mekanika kuantum, menemukan bilangan "Q", yang melanggar segala aturan matematik normal yang mengatakan bahwa a dikalikan b adalah sama dengan b dikalikan a .

Apakah Ketidakberhinggaan Benar Ada?

Ide tentang ketakberhinggaan sangat sulit dipahami, karena, sekilas hal itu berada di luar pengalaman manusia. Pikiran manusia terbiasa menangani hal-hal yang berhingga, yang dinyatakan dalam ide-ide yang berhingga. Segala sesuatu memiliki awal dan akhir. Ini adalah pemikiran yang akrab dengan kita. Tapi apa yang akrab tidak harus selalu benar. Sejarah pemikiran matematik memiliki beberapa pelajaran penting tentang hal ini. Untuk waktu yang lama, para ahli matematika, setidaknya di Eropa, berusaha mengusir konsep ketakberhinggaan. Alasan mereka untuk melakukan hal ini sangat jelas. Selain adanya kesulitan untuk mengonsepsikan ketakberhinggaan, dalam makna yang murni matematik hal ini merupakan satu kontradiksi. Matematika berurusan dengan besaran yang berhingga. Ketakberhinggaan, karena sifat dasarnya, tidak akan dapat diukur atau dihitung. Hal ini berarti bahwa terdapat konflik yang riil di antara keduanya. Untuk alasan ini, para ahli matematika besar dari jaman Yunani kuno menganggap ketakberhinggaan sebagai sebuah wabah. Walau demikian, sejak

awal filsafat, orang telah berspekulasi tentang ketakberhinggaan. Anaximander (610-547 SM) mengambil hal ini sebagai basis dari filsafatnya.

Paradoks Zeno (hidup \pm 450 SM) menunjuk adanya kesulitan yang inheren dalam ide kuantitas yang kecil tak berhingga sebagai penyusun besaran kontinyu dengan mencoba membuktikan bahwa pergerakan ke arah kecil tak berhingga adalah satu khayalan. Zeno "membuktikan secara terbalik" pergerakan itu dengan cara lain. Ia berpendapat bahwa satu benda yang bergerak, sebelum mencapai satu titik tertentu, harus pertama-tama menjalani separuh jarak. Tapi, sebelum ini, ia harus juga telah melampaui setengah dari separuh jarak itu, dan seterusnya sampai tak berhingga. Maka, ketika dua benda bergerak dengan jurusan yang sama, dan yang satu, yang berada pada satu jarak tertentu di belakang yang lain, bergerak lebih cepat dari benda di depannya itu, kita menganggap bahwa ia akan menyalip benda di depannya itu. Tidak demikian, kata Zeno. "Yang lebih lambat tidak akan dapat disalip oleh yang lebih cepat." Inilah paradoks tentang Achilles si Gesit yang terkenal itu. Bayangkan satu lomba lari antara Achilles dengan seekor kura-kura. Jika Achilles dapat berlari sepuluh kali lebih cepat dari kura-kura itu, sedangkan kura-kura itu mendapat keuntungan berada 1000 meter di depan Achilles. Ketika Achilles telah menempuh 1000 meter, kura-kura itu akan berada 100 meter di depannya; ketika Achilles telah menempuh 100 meter itu, kura-kura itu akan berada 1 meter di depannya; ketika Achilles menempuh satu meter itu, kura-kura akan berada sepersepuluh meter di depannya, dan terus demikian sampai tak berhingga.

Paradoks Zeno tidaklah membuktikan bahwa pergerakan adalah sebuah ilusi, atau bahwa Achilles, dalam praktek, tidak akan pernah menyalip seekor kura-kura, tapi paradoks itu mengungkapkan dengan gemilang keterbatasan dari jenis pemikiran yang kini kita kenal sebagai logika formal. Upaya untuk menyingkirkan kontradiksi dari realitas, seperti yang dilakukan Eleatics, niscaya akan membawa kita pada segala macam paradoks yang tak terpecahkan, atau antinomi, seperti yang disebut Kant di belakang hari. Untuk membuktikan bahwa sebuah garis tidak terdiri dari sejumlah tak berhingga titik, Zeno mengklaim bahwa, jika benar demikian, maka Achilles tidak akan pernah menyalip kura-kura itu. ada satu masalah logika yang nyata di sini. Seperti yang dijelaskan oleh Alfres Hooper:

"Paradoks ini masih membingungkan bahkan mereka yang tahu bahwa kini dimungkinkan untuk menemukan jumlah dari deret bilangan tak berhingga yang membentuk satu progresi geometris dengan rasio umum kurang dari 1,

dan yang bergerak secara berurutan semakin lama semakin kecil dan 'berkonvergensi' pada satu nilai batas."^[vi]

Nyatanya, Zeno telah mengungkapkan satu kontradiksi dalam pemikiran matematik yang harus menunggu dua ribu tahun untuk diselesaikan. Kontradiksi ini berhubungan dengan penggunaan bilangan tak hingga. Sejak Pythagoras sampai penemuan kalkulus diferensial dan integral di abad ke-17, para ahli matematika berusaha keras untuk menghindari penggunaan konsep ketakberhinggaan. Hanya Archimedes, jenius besar itu, yang berani mendekati persoalan ini, tapi tetap menghindarinya dengan menggunakan metode memutar. Para penganut teori atom yang mula-mula, dimulai dari Leukippus, yang mungkin salah satu murid Zeno, menyatakan bahwa atom "tidak dapat dibagi dan tidak berhingga jumlahnya, bergerak tanpa henti dalam ruang hampa, yang luasnya tak berhingga."

Fisika modern menerima bahwa jumlah saat antara dua detik adalah tak berhingga, seperti jumlah saat dalam satu rentang waktu yang tidak memiliki awal maupun akhir. Jagad ini sendiri terdiri dari rantai sebab-akibat yang tak berhingga, terus-menerus berubah, bergerak dan berkembang. Ini tidak ada miripnya dengan paham ketakberhinggaan yang kasar dan sepihak yang terkandung dalam deret tak berhingga dari aritmatik sederhana, di mana "ketakberhinggaan" selalu "dimulai" dengan bilangan 1! Inilah apa yang oleh Hegel disebut "*Bad Infinity*".

Ahli matematika Yunani terbesar Archimedes (287-212 SM) menggunakan geometri tak terbagi dengan efektif, tapi ia menganggap ide tentang besar atau kecil tak berhingga sebagai ide yang tidak memiliki landasan logis. Seperti itu pula, Aristoteles berpendapat bahwa, karena satu benda harus memiliki bentuk, ia harus berhingga, dan dengan demikian tidak dapat menjadi tak berhingga. Sambil menerima ada dua macam "potensi" ketakberhinggaan - penambahan berturut-turut dalam aritmetika (besar tak berhingga), dan pembagian berturut-turut dalam geometri (kecil tak berhingga) - ia tetap berpolemik melawan para ahli geometri yang berpandangan bahwa satu potong garis terdiri dari titik, yang tak terbagi, yang jumlahnya tak berhingga.

Penyangkalan terhadap ketakberhinggaan merupakan halangan nyata bagi perkembangan matematik Yunani klasik. Sebaliknya, para ahli matematika India tidak memiliki kesulitan semacam ini dan menghasilkan perkembangan-perkembangan besar, yang, melalui orang-orang Arab, kemudian memasuki

Eropa. Upaya untuk menyingkirkan kontradiksi dari pemikiran, sesuai dengan skema-skema logika formal mengganduli perkembangan matematika.

Tapi jiwa-jiwa petualang dari jaman Renaisans membuka pikiran manusia pada kemungkinan-kemungkinan baru yang, kenyataannya, tak berhingga. Dalam bukunya *The New Science* (1638), Galileo menunjukkan bahwa tiap integer (bilangan bulat) hanya memiliki satu kuadrat sempurna, dan tiap kuadrat sempurna adalah kuadrat dari hanya satu integer positif. Maka, dalam makna tertentu, terdapatlah sejumlah kuadrat sempurna sebanyak jumlah integer positif. Ini segera membawa kita pada kontradiksi logika. Ia berkontradiksi dengan aksioma bahwa yang keseluruhan selalu lebih besar dari apa yang menyusunnya, justru di sini tidak semua integer positif merupakan kuadrat sempurna, dan tidak semua kuadrat sempurna adalah bagian dari integer positif. Ini hanya salah satu dari sejumlah besar paradoks yang telah menghantui matematik sejak Renaisans ketika orang mulai menempatkan pemikiran dan asumsi-asumsinya ke dalam analisis kritis. Sebagai hasilnya, perlahan-lahan, terus dibayangi oleh perlawanan keras kepala dari kepala-kepala yang konservatif, satu demi satu aksiom-aksiom yang nampaknya tak akan terpatahkan dan merupakan "kebenaran kekal" matematik mulai tergulingkan. Kita sampai pada titik di mana seluruh bangunan matematik dibuktikan tidak kokoh dan membutuhkan rekonstruksi yang menyeluruh di atas landasan yang lebih solid, tapi sekaligus lebih lentur, yang sekarang ini sedang diusahakan, yang niscaya akan memiliki ciri yang dialektik.

Kalkulus

Banyak dari apa yang disebut aksoma dari Yunani klasik kini telah digerogoti oleh penemuan kalkulus diferensial dan integral, terobosan terbesar dalam matematika sejak Abad Pertengahan. Salah satu aksioma dari geometri bahwa garis lurus dan kurva adalah dua hal yang bertentangan mutlak, dan keduanya bersifat *incommensurable*, yaitu, yang satu tidak dapat dinyatakan dalam bentuk yang lain. Namun, ujung-ujungnya, garis lurus dan kurva dalam kalkulus diferensial dianggap sebagai hal yang sama. Seperti yang ditunjukkan Engels, dasar untuk hal ini telah diletakkan lama sebelum hal itu dikembangkan oleh Leibniz dan Newton: "Titik balik dalam matematika adalah *besaran variabel* dari Descartes. Bersamanya datanglah *gerak* dan dengan *itudialektika* dalam matematik, dan *sekaligus juga, keniscayaan akan munculnya kalkulus integral dan diferensial*, yang kemudian dimulai segera, dan yang pada keseluruhannya diselesaikan oleh Newton dan Leibniz, bukannya ditemukan oleh mereka." [vii]

Penemuan kalkulus membuka cakrawala yang sama sekali baru bagi matematik dan ilmu pengetahuan secara umum. Sekali tabu-tabu dan pamali lama disingkirkan, para ahli matematika dibebaskan untuk menyelidiki wilayah-wilayah yang sama sekali baru. Tapi mereka menggunakan bilangan besar dan kecil tak berhingga secara tidak kritis, tanpa memandang implikasi-implikasi logis dan konseptual mereka. Penggunaan kuantitas yang besar dan kecil tak berhingga dianggap sebagai semacam "fiksi yang berguna", yang, untuk beberapa alasan yang sama sekali tidak jelas, selalu memberikan hasil yang benar. Dalam bagian *Quantity* dalam jilid pertama *The Science of Logic*, Hegel menunjukkan bahwa, sekalipun dimasukkannya bilangan tak berhingga dalam matematika membuka cakrawala baru bagi matematik, dan membawa pada hasil-hasil yang penting, bilangan-bilangan itu tetap tidak terjelaskan, karena mereka tetap berbenturan dengan tradisi dan metode yang ada:

"Tapi dalam metode matematika, matematik tak berhingga menemukan satu kontradiksi yang radikal justru terhadap metode tersebut yang merupakan cirinya sendiri, dan yang merupakan sandarannya selaku sebuah ilmu. Karena penghitungan bilangan tak berhingga merupakan, dan menuntut, prosedur yang harus ditolak sepenuhnya oleh matematik ketika ia bekerja dengan besaran yang berhingga, dan pada saat yang sama ia memperlakukan besaran tak berhingga ini sebagai Quanta yang berhingga, berusaha menerapkan pada bilangan tak berhingga itu metode yang sama dengan apa yang sah digunakan untuk yang berhingga." [\[viii\]](#)

Hasilnya adalah satu kontroversi yang lama tentang kesahihan kalkulus. Berkeley menyangkal kalkulus sebagai satu kontradiksi terbuka terhadap hukum-hukum logika. Newton, yang menggunakan metode baru itu di dalam bukunya *Principia*, merasa terpaksa menyembunyikan fakta itu dari publik, karena takut akan adanya reaksi yang bermusuhan terhadap metodenya. Di awal abad ke-18, Bernard Fontenelle akhirnya mendapat keberanian untuk menyatakan secara kategoris bahwa sebagaimana halnya terdapat sejumlah tak berhingga dari bilangan natural, satu bilangan tak berhingga hadir nyata bilangan berhingga, dan bahwa kebalikan dari besar tak berhingga adalah kecil tak berhingga. Namun, ia telah dilawan oleh Georges de Buffon, yang menolak ketakberhinggaan karena dianggapnya sebagai khayalan belaka. Bahkan kecerdasan D'Alambert tidak dapat membantunya memahami dan menerima ide ini. Dalam artikel yang termuat dalam bukunya *Encyclopaedia* tentang Diferensial, ia menyangkal adanya ketakberhinggaan, kecuali dalam makna negatif sebagai limit dari satu kuantitas berhingga.

Komsep "limit" pada nyatanya dimasukkan sebagai satu upaya untuk memutari kontradiksi yang inheren dalam ketakberhinggaan. Hal ini khususnya populer di abad ke-19, ketika para ahli matematika tidak lagi mau sekedar menerima

kalkulus tanpa berpikir lagi, seperti yang dengan senang hati dilakukan oleh generasi sebelumnya. Kalkulus diferensial mempostulatkan keberadaan besaran yang kecil tak berhingga dengan tingkatan yang bermacam-macam -turunan pertama, turunan kedua dan seterusnya sampai tak berhingga. Dengan memasukkan konsep "limit" mereka setidaknya menciptakan satu tampilan bahwa ketakberhinggaan sebenarnya tidak terlibat di sini. Niatnya adalah untuk membuat ide tentang ketakberhinggaan menjadi subjektif, untuk menyangkal objektivitasnya. Peubah-peubah disebut sebagai 'kecil tak berhingga *potensial*', yaitu bahwa mereka adalah kurang dari kuantitas yang diperbincangkan, atau sebagai 'besar tak berhingga *potensial*', dalam makna bahwa mereka lebih besar dari besaran yang ditentukan sebelumnya. Dengan kata lain, "sebesar atau sekecil yang Anda mau!" Trik ini tidaklah menghilangkan kesulitannya, tapi hanya menyediakan satu koteka untuk menutup kontradiksi logis yang terlibat dalam perhitungan kalkulus.

Ahli matematika besar Jerman, Karl Frederick Gauss (1777-1855) bersedia menerima bilangan tak berhingga, namun ia menyatakan kengeriannya pada ide tentang ketakberhinggaan yang riil. Namun, rekan sejamannya Bernhard Bolzano, berangkat dari paradoks Galileo, telah memulai satu telaah serius tentang paradoks yang implisit dalam ide tentang "ketakberhinggaan yang terselesaikan". Karya ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Richard Dedekind (1813-1914) yang mencirikan bilangan tak berhingga sebagai sesuatu yang positif, dan menunjukkan bahwa, pada kenyataannya, himpunan bilangan positif dapat dianggap sebagai negatif (yaitu, sebagai suatu himpunan yang bukan tak berhingga). Akhirnya, George Cantor (1845-1918) berjalan jauh dari definisi himpunan tak berhingga dan mengembangkan satu aritmatika yang sama sekali baru yang disebut "bilangan transfinit". Paper Cantor, yang dimulai di tahun 1870, adalah sebuah ulasan tentang seluruh sejarah bilangan tak berhingga, dimulai dari Democritus. Dari sini, dikembangkanlah satu cabang yang sama sekali baru dalam matematika, yang didasarkan atas teori himpunan.

Cantor menunjukkan bahwa titik-titik dalam satu area, seberapapun besarnya, atau dalam sebuah volume atau sebuah kontinum yang berdimensi lebih besar lagi, dapat selalu dipadankan dengan salah satu titik dalam sepotong garis, tidak peduli berapa kecilnya garis itu. Sebagaimana halnya mustahil ada satu bilangan berhingga yang terakhir, demikian pula mustahil ada satu bilangan transfinit terakhir. Maka, setelah Cantor, mustahil ada argumen mengenai posisi sentral dari bilangan tak berhingga dalam matematika. Lebih jauh lagi, karyanya

mengungkapkan serangkaian paradoks yang telah menghantui matematika modern, dan yang masih harus dipecahkan.

Semua analisis ilmiah modern bersandar pada konsep kontinuitas, yakni sama dengan mengatakan, bahwa di antara dua titik di dalam ruang, terdapat sejumlah tak berhingga titik yang lain, dan juga bahwa, antara dua titik dalam waktu terdapat sejumlah tak berhingga saat lain. Tanpa membuat asumsi-asumsi ini, matematika modern tidak dapat berfungsi, itu saja. Namun konsep yang kontradiktif macam ini pastilah akan ditolak dengan jijik, setidaknya dipandang dengan curiga, oleh generasi terdahulu. Hanya kejeniusan dialektik Hegel (yang kebetulan juga seorang ahli matematika besar) yang sanggup mengantisipasi semua ini dalam analisisnya tentang yang berhingga dan yang tak berhingga, ruang, waktu dan gerak.

Namun, sekalipun bukti-bukti ini bertumpuk, banyak ahli matematika modern masih berkeras menyangkal objektivitas ketakberhinggaan, walaupun mereka menerima kesahihannya sebagai satu gejala matematik "murni". Pembagian semacam itu sama sekali tidak masuk nalar. Karena kalau matematika tidak mencerminkan apa yang ada di dunia objektif, riil, apa lagi gunanya matematika itu? Ada satu kecenderungan tertentu dalam matematika modern (dan, melalui perluasan, menakjubkan, juga dalam fisika teoritik) untuk kembali bersandar pada idealisme dalam bentuknya yang paling mistis, menyatakan bahwa kesahihan satu persamaan adalah murni persoalan nilai estetis, tanpa rujukan apapun pada dunia material.

Fakta bahwa operasi matematika dapat diterapkan pada dunia nyata, dan mendapatkan hasil yang bermakna menunjukkan bahwa terdapat satu afinitas [kecenderungan untuk saling menarik] antara keduanya. Kalau tidak demikian, matematika tidak akan memiliki kegunaan praktis, padahal jelas matematika memiliki kegunaan itu. Alasan mengapa ketakberhinggaan dapat digunakan, dan harus digunakan, dalam matematika modern adalah karena ia berhubungan dengan keberadaan ketakberhinggaan dalam alam itu sendiri, yang telah menyeruak ke dalam matematika, seperti tamu tak diundang, sekalipun terdapat segala macam upaya untuk memalang pintu agar ia tak dapat masuk.

Alasan mengapa para ahli matematika membutuhkan waktu yang demikian lama untuk menerima ketakberhinggaan dijelaskan dengan sangat baik oleh Engels:

"Jelas bahwa sebuah ketakberhinggaan yang memiliki satu akhir tapi tanpa satu awal tidak lebih atau tidak kurang tak berhingga dari sesuatu yang memiliki awal tapi tidak memiliki akhir. Pemahaman dialektik yang sekecil apapun akan memberitahu Herr Dühring bahwa awal dan akhir sebenarnya adalah hal yang selalu hadir bersamaan, seperti Kutub Utara dan Kutub Selatan, dan bahwa jika akhir dibuang, maka awal akan menjadi akhir - satu-satunya akhir yang dimiliki oleh satu deret, demikian juga sebaliknya. Seluruh tipuan ini menjadi mustahil selain karena penggunaan matematik dalam bekerja dengan deret tak hingga. Karena dalam matematik kita harus mulai dari yang tertentu, yang berhingga, supaya dapat mencapai yang tak tentu, yang tak berhingga, semua deret matematik, positif dan negatif, harus dimulai dengan 1 atau mereka mustahil dapat digunakan untuk perhitungan. Tapi kebutuhan logis bagi ahli matematik sama sekali bukan satu hukum wajib bagi dunia nyata."^[ix]

Krisis Matematika

Sejak kita duduk di bangku sekolah kita diajari untuk melihat matematika, dengan "aksiom-aksiom" yang tidak perlu lagi dibuktikan kebenarannya dan deduksi logisnya sebagai kuasa tertinggi dalam keakuratan ilmiah. Di tahun 1900, semua ini dianggap pasti, sekalipun dalam Kongres Intenasional para ahli matematik yang diadakan tahun itu, David Hilbert mengajukan satu daftar yang berisi 23 masalah matematik yang paling penting, yang belum terselesaikan. Sejak saat itu, segala sesuatunya telah menjadi semakin rumit, sampai titik di mana dimungkinkan bagi kita untuk berbicara tentang sebuah krisis riil dalam matematika teoritik. Dalam bukunya yang banyak dibaca orang, *Mathematics: The Loss of Certainty*, yang diterbitkan di tahun 1980, Morris Klein menggambarkan situasinya sebagai berikut:

"Hasil-hasil dari awal abad ke-19, geometri yang aneh dan aljabar yang aneh, telah memaksa para ahli matematika, walau mereka ogah-ogahan dan penuh gerutu, untuk menyadari bahwa matematika dan hukum-hukumnya bukanlah kebenaran. Mereka menemukan, contohnya, bahwa beberapa geometri yang berbeda dapat bersesuaian dengan pengalaman spasial dengan sama baiknya. Tidak mungkin semuanya adalah kebenaran. Kelihatannya disain matematik bukanlah sesuatu yang inheren di alam, atau jika memang demikian, matematika yang dibuat manusia tidak harus menjadi penjabaran dari disain itu. Kunci pada realitas telah hilang. Kesadaran ini adalah bencana pertama yang menimpa matematika.

"Penciptaan atas geometri dan aljabar baru ini menyebabkan para ahli matematik mengalami kejutan yang berbeda lagi sifatnya. Keyakinan bahwa mereka menggenggam kebenaran telah merasuki diri mereka sedemikian rupa sehingga mereka dengan tergesa-gesa telah mengunci hal-hal yang nampak sebagai kebenaran ini sekalipun hal ini tidak memiliki argumen yang cukup kokoh. Kesadaran bahwa matematik bukanlah wujud dari kebenaran mengguncang keyakinan mereka dalam apa yang telah mereka hasilkan, dan mereka segera memeriksa kembali ciptaan-ciptaan mereka. Mereka kecewa setelah menemukan bahwa logika matematik ternyata berada dalam keadaan yang menyedihkan."

Pada awal abad ke-20, mereka berangkat untuk mencoba menyelesaikan masalah-masalah yang belum terselesaikan, membuang kontradiksi-kontradiksi, dan mengembangkan sistem matematik baru yang kebal salah. Seperti yang dijelaskan Klein:

"Sampai tahun 1900 para ahli matematik percaya bahwa mereka telah mencapai tujuan mereka. Sekalipun mereka harus puas dengan matematik sebagai pendekatan penggambaran atas alam dan banyak yang bahkan telah meninggalkan kepercayaan pada disain alam yang matematik, mereka masih juga menepuk dada atas rekonstruksi mereka atas struktur logika matematik. Tapi sebelum mereka selesai saling mengucapkan selamat atas apa yang mereka anggap sebagai keberhasilan, kontradiksi-kontradiksi ditemukan pula pada matematika baru hasil rekonstruksi itu. Umumnya kontradiksi ini dinyatakan sebagai paradoks, satu eufimisme yang menghindari berhadapan dengan fakta bahwa kontradiksi telah mencemari logika matematik.

"Resolusi atas kontradiksi-kontradiksi itu diupayakan hampir-hampir seketika itu juga oleh para ahli matematik paling terkemuka dan para filsuf pada masa itu. Sebagai akibatnya, lahirlah empat pendekatan berbeda atas matematik, masing-masing mendapat banyak pengikut. Aliran-aliran mendasar ini semua berupaya tidak hanya untuk menyelesaikan kontradiksi yang dikenal tapi juga memastikan bahwa tidak ada kontradiksi baru yang akan muncul, yaitu, untuk menegakkan konsistensi dari matematika. Lain persoalan muncul dalam upaya-upaya ini. Apakah kita dapat menerima beberapa aksiom dan prinsip logika deduktif juga menjadi kerangka dari perdebatan di mana berbagai aliran yang ada mengambil posisi yang berbeda-beda."

Upaya untuk menyingkirkan kontradiksi dari matematik hanya membawa kontradiksi lain yang baru dan tak terpecahkan. Pukulan pamungkas dilancarkan di tahun 1930, ketika Kurt Gödel menerbitkan teoremanya yang terkenal, yang memprovokasi sebuah krisis, bahkan mempertanyakan metode dasar dari matematika klasik:

"Bahkan sampai 1930 seorang ahli matematika mungkin puas dengan menerima salah satu dari beberapa pondasi matematika dan menyatakan bahwa bukti-bukti matematiknya setidaknya bersesuaian dengan tenet dari aliran itu. Tapi bencana datang lagi dalam bentuk paper ternama dari Kurt Gödel di mana ia membuktikan, di antara hasil-hasil lain yang penting dan mengguncangkan, bahwa prinsip logika yang diterima oleh beberapa aliran tidak dapat membuktikan konsisten matematika. Ini, ditunjukkan oleh Gödel, tidak dapat dilakukan tanpa melibatkan prinsip logika yang demikian meragukan sehingga kita dapat mempertanyakan seluruh hasilnya. Teorema Gödel merupakan sebuah rintangan. Perkembangan selanjutnya justru membawa komplikasi lebih jauh. Contohnya, bahkan metode aksiomatik-deduktif yang dihargai sangat tinggi di masa lalu sebagai satu-satunya pendekatan terhadap pengetahuan eksakta kini dilihat sebagai penuh cacat. Dampak netto dari perkembangan baru ini adalah penambahan terhadap varian kemungkinan pendekatan terhadap matematika dan membagi para

ahli matematika ke dalam jumlah faksi yang lebih besar daripada sebelumnya." [x]

Titik impas dari matematika telah menghasilkan sejumlah faksi dan aliran yang berbeda, yang satu tidak mau menerima teori yang lain. Terdapat kaum Platonis (ya, betul, Platonis), yang menganggap matematik sebagai kebenaran mutlak ("Tuhan adalah seorang ahli matematika"). Ada kaum Konseptualis, yang konsepsinya tentang matematik sepenuhnya berbeda dari kaum Platonis, tapi sebenarnya hanya antara idealisme subjektif dan idealisme objektif. Mereka melihat matematika sebagai serangkaian struktur, pola dan simetri yang telah diciptakan orang untuk kepentingan rangkaian itu sendiri - dengan kata lain, matematika tidak memiliki basis objektif, tapi murni hasil dari pikiran manusia! Teori ini nampaknya populer di Inggris.

Lalu kita memiliki aliran Formalis, yang dibentuk di awal abad ke-20, dengan tujuan khusus untuk menyingkirkan kontradiksi dari matematika. David Hilbert, salah satu pendiri aliran ini, melihat matematika sebagai sekedar sebuah rekayasa simbol menurut aturan tertentu untuk menghasilkan sebuah sistem pernyataan tautologis, yang memiliki konsistensi internal, tapi tanpa makna lain sama sekali. Di sini matematika direduksi menjadi satu permainan intelektual, seperti catur - lagi-lagi satu pendekatan yang sepenuhnya subjektif. Aliran Institusional setara keteguhannya untuk memisahkan matematika dari realitas objektif. Sebuah rumus matematik, menurut orang-orang ini, tidak seharusnya menyatakan apapun yang hadir independen dari tindakan perhitungan itu sendiri. Hal ini telah dibandingkan pada upaya Bohr untuk menggunakan penemuan mekanika kuantum untuk memasukkan pandangan bahwa kuantitas fisik dan matematik adalah tercerai dari realitas objektifnya.

Semua aliran ini memiliki satu hal yang sama, satu pendekatan yang sepenuhnya idealis terhadap matematika. Satu-satunya perbedaan adalah bahwa para neo-Platonis adalah idealis objektif, yang berpikir bahwa matematika berasal dari pikiran Tuhan, dan yang lainnya - institusionalis, formalis dan konseptualis - percaya bahwa matematika adalah ciptaan subjektif dari pikiran manusia, lepas dari segala kepentingan objektifnya. Ini, dengan demikian, adalah pemandangan menyedihkan yang disajikan oleh aliran-aliran utama matematika pada dasawarsa terakhir dari abad ke-20. Tapi ini masih belum merupakan kata tamat bagi kisah ini.

Chaos dan Complexity

Di tahun-tahun terakhir, keterbatasan dari model-model matematika untuk menyatakan proses alam yang riil di alam telah menjadi subjek dari diskusi yang intensif. Persamaan diferensial, misalnya, menyatakan realitas sebagai sebuah kontinum, di mana perubahan dalam ruang dan waktu terjadi secara mulus dan tanpa terputus. Tidak ada ruang di sini bagi patahan-patahan mendadak dan perubahan kualitatif. Namun justru hal ini yang sesungguhnya terjadi di alam nyata. Penemuan kalkulus diferensial dan integral di abad ke-18 merupakan satu kemajuan besar. Tapi model matematika yang paling maju sekalipun hanyalah satu pendekatan kasar terhadap realitas, hanya sah dalam batas-batas tertentu. Perdebatan yang mutakhir tentang *chaos* dan anti-*chaos* telah berpusat pada area yang melibatkan patahan-patahan dalam kontinuitas, perubahan "*chaotic*" mendadak yang tidak dapat cukup baik digambarkan oleh rumus-rumus matematika klasik.

Perbedaan antara keteraturan dan *chaos* terjadi karena hubungan yang linear dan yang non-linear. Satu hubungan yang linear adalah hubungan yang mudah digambarkan secara matematik: ia dapat dinyatakan dalam satu atau lain bentuk sebagai garis dalam sebuah grafik. Matematikanya mungkin kompleks, tapi jawabannya dapat dihitung dan dapat diperkirakan. Satu hubungan yang non-linear, adalah hubungan yang tidak dapat dengan mudah diselesaikan secara matematik. Tidak ada garis grafik yang dapat menggambarkannya. Hubungan non-linear dalam sejarahnya memang sulit atau bahkan mustahil diselesaikan dan mereka sering diabaikan begitu saja sebagai kesalahan eksperimental. Merujuk pada eksperimen yang terkenal dengan pendulum, James Gleick menulis bahwa keteraturan yang dilihat oleh Galileo hanyalah satu pendekatan. Perubahan sudut dari pergerakan benda yang berayun menghasilkan satu non-linearitas kecil dalam persamaannya. Pada amplitudo kecil, kesalahan ini hampir-hampir tidak kelihatan. Tapi ia ada di sana. Untuk mendapatkan hasil yang mulus, Galileo harus mengabaikan non-linearitas yang ia ketahui terdiri dari gesekan dan tahanan udara.

Banyak dari mekanika klasik dibangun seputar hubungan linear yang diabsraksi dari kehidupan riil sebagai sebuah hukum ilmiah. Karena dunia riil diatur oleh hubungan-hubungan non-linear, hukum-hukum ini seringkali tidak lebih dari sekedar pendekatan yang terus diperhalus melalui penemuan hukum-hukum "baru". Hukum-hukum ini adalah model matematika, konstruksi teoritik yang satu-satunya pembenarannya terletak pada pemahaman yang mereka berikan dan kegunaan mereka dalam pengendalian kekuatan-kekuatan alam. Dalam

dua puluh tahun terakhir revolusi dalam teknologi komputer telah mengubah situasi dengan memungkinkan pengerjaan matematika non-linear. Karena alasan inilah kini telah dimungkinkan, di beberapa fakultas dan lembaga riset yang terpisah, bagi para ahli matematika dan ilmuwan lain untuk menghitung sistem "chaotic" yang tidak dapat dihitung di masa lalu.

Buku Gleick, *Chaos, Making a New Science* menggambarkan bagaimana sistem yang chaotic dapat diperiksa oleh periset yang berbeda dengan menggunakan model matematik yang berbeda-beda, dan dengan semua telaah menunjuk pada kesimpulan yang sama: bahwa ada "keteraturan" di dalam apa yang semula dianggap sebagai "kekacauan" murni. Kisah ini dimulai dengan telaah atas pola cuaca, dalam sebuah simulasi komputer, oleh seorang ahli meteorologi Amerika, Edward Lorenz. Dengan menggunakan pertama-tama duabelas, selanjutnya hanya tiga peubah dalam hubungan yang non-linear, Lorenz sanggup menghasilkan dalam komputernya satu deret kondisi yang kontinyu, yang terus-menerus berubah, tapi secara eksplisit tidak pernah mengulang kondisi yang sama dua kali. Dengan menggunakan matematika yang sederhana, ia telah menciptakan "chaos".

Dimulai dengan parameter apapun yang dipilih Lorenz sendiri, komputernya akan secara mekanik mengulangi kalkulasi yang sama berulang kali, namun tidak akan pernah menghasilkan hasil yang sama. "Aperiodisitas" ini (yaitu, ketiadaan satu siklus yang teratur) adalah ciri dari semua sistem chaos. Pada saat bersamaan, Lorenz mencatat bahwa sekalipun hasilnya selalu berbeda, setidaknya di situ ada ditunjukkan satu "pola" yang seringkali muncul: kondisi yang mirip dengan apa yang diamati sebelumnya, sekalipun keduanya tidak pernah persis sama. Hal ini bersesuaian, tentu saja, pada pengalaman tiap orang atas cuaca riil, kalau diperbandingkan dengan yang dihasilkan simulasi komputer: ada "pola" tapi tidak ada dua hari atau dua minggu yang persis sama satu dengan lainnya.

Lain-lain ilmuwan telah pula menemukan "pola" dalam sistem yang nampaknya merupakan chaos, yang demikian berbeda seperti telaah atas orbit galaksi dibandingkan dengan model matematik bagi naik-turunnya perekonomian. Dalam kasus-kasus ini dan lainnya, catat Gleick, terdapat "petunjuk akan adanya struktur di tengah apa yang kelihatannya merupakan perilaku yang acak." Semakin jelas bahwa sistem chaos tidak harus merupakan sistem yang tidak stabil, atau dapat bertahan dalam waktu yang tidak terbatas. Apa yang dikenal sebagai "bintik merah" yang terlihat di permukaan Yupiter adalah satu contoh dari sistem yang chaos yang kontinyu dan stabil. Lebih jauh lagi, bintik merah itu

telah disimulasikan dalam telaah komputer dan model laboratorium. Maka, "satu sistem kompleks dapat melahirkan turbulensi dan kohesi pada saat yang bersamaan." Sementara itu, lain-lain ilmuwan telah menggunakan model matematik yang berbeda untuk menelaah gejala yang sama *chaos*-nya di dalam bidang biologi. Salah satu secara khusus membuat telaah matematik tentang perubahan populasi di bawah berbagai kondisi yang berbeda. Peubah standard yang akrab dengan para ahli biologi digunakan dengan beberapa hubungan yang dikomputasikan sebagai, seperti halnya keadaan alaminya, non-linear. Non-linearitas ini dapat bersesuaian, misalnya, pada satu ciri unik dari berbagai spesies yang dapat didefinisikan sebagai satu kecenderungan untuk berkembang biak, kemampuan mereka "untuk bertahan hidup".

Hasilnya dinyatakan dalam sebuah grafik yang memplot ukuran populasi, pada sumbu tegak, terhadap nilai dari komponen-komponen non-linear, pada sumbu datar. Ditemukan bahwa semakin non-linearitas dipentingkan - dengan meningkatkan parameter tersebut - maka nilai populasi akan bergerak melalui beberapa tahap yang berbeda. Di bawah satu tingkat krusial tertentu, populasi tidak dapat dipertahankan dan, di manapun titik startnya ditentukan, kepunahan adalah keniscayaan. Garis pada grafik sekedar berjalan melalui satu jalur mendatar yang bersesuaian pada populasi nol.

Tahap berikutnya adalah tahap *steady state*, digambarkan secara grafis sebagai sebuah garis tunggal dalam kurva naik. Ini setara dengan populasi yang stabil, pada satu tingkat yang tergantung pada kondisi awalnya. Dalam tahap berikutnya terdapat dua populasi yang berbeda tapi tetap, dua keadaan stabil. Hal ini diperlihatkan sebagai satu percabangan dalam grafik, atau satu "*bifurcation*". Hal ini akan setara dalam populasi riil pada satu naik-turun periodik, dalam siklus dua tahunan. Ketika tingkatan non-linearitas dinaikkan lagi, terdapat peningkatan tajam dalam *bifurcation*, pertama pada kondisi yang bersesuaian dengan empat keadaan stabil (berarti siklus reguler empat tahunan), dan dengan cepat jumlah cabang bertambah menjadi 8, 16, 32 dan seterusnya.

Maka, di dalam satu rentang nilai yang pendek dari parameter non-linear, berkembanglah satu situasi yang, untuk keperluan-keperluan praktis, dapat dianggap tidak memiliki keadaan stabil atau memiliki periodisitas yang dapat dikenali - populasi itu telah menjadi "*chaos*". Telah ditemukan juga bahwa jika non-linearitas ditingkatkan lebih jauh sepanjang tahap *chaos*, akan terjadi masa-masa di mana keadaan stabil nampaknya kembali, berdasarkan siklus 3 atau 7 tahun, tapi pada tiap kasus langsung menghilang lagi sejalan dengan peningkatan non-linearitas, menjadi percabangan lebih lanjut mewakili siklus 6,

12 dan 24 tahun pada kasus pertama, atau 14, 28 dan 56 tahun pada kasus kedua. Maka, dengan ketepatan matematik, dimungkinkan untuk membuat model atas sebuah perubahan dari stabilitas dengan salah satu tingkat regularitas, perilaku yang stabil atau periodik, menjadi satu keadaan yang acak atau aperiodik, untuk semua kegunaan terukurnya.

Ini mungkin merupakan satu resolusi atas perdebatan di dalam bidang ilmu populasi antara para teoritis yang percaya bahwa variasi populasi yang tak teramalkan adalah sebuah penyimpangan dari "norma-norma kondisi stabil" dan lain orang yang percaya bahwa keadaan stabil adalah penyimpangan dari "keadaan *chaos*". Interpretasi yang berbeda ini mungkin lahir karena periset yang berbeda pada dasarnya telah "mengiris" satu bagian vertikal dari grafik itu, yang bersesuaian dengan hanya satu nilai non-linearitas tertentu. Maka, satu spesies dapat menunjukkan satu norma kestabilan atau naik-turun periodik, sementara spesies yang lain menunjukkan keragaman *chaos*. Perkembangan dalam bidang biologi ini adalah petunjuk lain, seperti penjelasan Gleick, bahwa "*chaos* adalah stabil, terstruktur." Hasil-hasil yang mirip telah pula ditemukan dalam berbagai gejala yang berbeda. "*Chaos* yang deterministik ditemukan dalam catatan-catatan tentang epidemi cacar yang terjadi di New York dan dalam fluktuasi yang terjadi selama 200 tahun dalam populasi lynx [kucing gunung] Kanada, seperti yang tercatat oleh para pemburu di Hudson's Bay Company." Dalam setiap kasus proses *chaos* ini, telah ditunjukkan adanya satu "penggandaan periode" yang merupakan satu ciri dari model matematik khusus ini.

Fraktal Mandelbrot

Salah satu pelopor lain dari teori *chaos*, Benoit Mandelbrot, seorang ahli matematika dari IBM, menggunakan teknik matematik yang lain lagi. Dalam kapasitasnya sebagai seorang periset IBM, ia mencari - dan menemukan - "pola" dalam beragam proses "acak" alamiah. Ia menemukan, misalnya, bahwa suara gemerisik ["*noise*"] yang melatarbelakangi transmisi telepon, mengikuti satu pola yang sepenuhnya tidak dapat diramalkan, atau *chaos*, tapi jelas dapat didefinisi dengan baik secara matematik. Dengan menggunakan komputer di IBM, Mandelbrot sanggup menghasilkan sistem *chaos* secara grafik, bahkan dengan menggunakan aturan-aturan matematik yang paling sederhana. Gambar-gambar ini, yang dikenal sebagai "himpunan Mandelbrot", menunjukkan satu kompleksitas yang tak berhingga, dan ketika sebuah gambar komputer diperbesar untuk mendapatkan detil yang lebih besar, variasi yang besar dan nampaknya tak terbatas itu itu diteruskan.

Himpunan Mandelbrot telah dipaparkan sebagai objek atau model matematik yang mungkin paling kompleks yang pernah dilihat orang. Namun, di dalam arsitektur ini, masih terus ada pola. Dengan terus-menerus "memperbesar" skala dan mencari detil yang semakin lama semakin halus (sesuatu yang dapat dilakukan tanpa batas oleh komputer karena seluruh struktur itu didasarkan pada satu himpunan aturan matematik tertentu) dapat dilihat bahwa ada pengulangan teratur - kemiripan-kemiripan - pada skala yang berbeda-beda. "Tingkat ketidakberaturan" sama pada skala yang berbeda-beda. Mendelbrot menggunakan istilah "fraktal" untuk menggambarkan pola yang terlihat di dalam ketidakberaturan itu. Ia sanggup membangun berbagai bentuk fraktal, dengan sedikit mengubah aturan matematiknya. Maka ia sanggup menghasilkan satu simulasi komputer atas sebuah garis pantai yang, pada tiap skala (yaitu, pada perbesaran berapapun), selalu menunjukkan tingkatan "ketidakberaturan" yang sama, atau "*crinkliness*".

Mendelbrot membandingkan sistemnya, yang diinduksi oleh komputer itu, pada berbagai contoh geometri yang juga merupakan bentuk-bentuk fraktal, mengulang pola yang sama lagi dan lagi dalam berbagai skala. Dalam apa yang disebut Spons Menger, misalnya, luas permukaan di dalamnya mendekati ketakberhinggaan, sementara volume padat aktualnya mendekati nol. Di sini, kelihatannya tingkat ketakberaturan bersesuaian dengan "efisiensi" spons itu dalam mengisi ruang. Hal ini mungkin bukan hal yang terlalu mengada-ada seperti kelihatannya karena, seperti yang ditunjukkan Mandelbrot, terdapat banyak contoh geometri fraktal secara alamiah. Pencabangan pipa udara untuk membuat dua bronkila [unsur penyusun batang tenggorok] dan pengulangan percabangan itu sampai tingkat saluran udara yang sangat kecil di dalam paru-paru, mengikuti satu pola yang dapat ditunjukkan sebagai fraktal. Dengan cara yang sama dapat pula ditunjukkan bahwa pencabangan urat darah berbentuk fraktal. Dengan kata lain, ada satu "kemiripan-diri", satu pola pencabangan geometrik berulang, pada skala apapun pengamatan itu dilakukan.

Contoh-contoh geometri fraktal di alam hampir-hampir tidak terbatas dan dalam bukunya, *The Fractal Geometry*, Mendelbrot berusaha menunjukkan hal itu. Telah ditemukan bahwa spektrum *timing* detak jantung normal mengikuti satu hukum fraktal, mungkin disebabkan oleh pengaturan fraktal dari urat syaraf dalam otot jantung. Hal yang sama terjadi pula pada kedipan mata cepat tanpa sadar yang menjadi salah satu ciri schizoprenia. Maka, matematika fraktal kini digunakan secara rutin dalam berbagai ragam bidang ilmiah, termasuk fisiologi

dan berbagai disiplin yang berbeda jauh sekali bidang pengamatannya, seperti telaah tentang gempa bumi atau metalurgi.

Namun, petunjuk lain tentang basis *chaos* yang deterministik telah ditunjukkan dalam telaah-telaah tentang peralihan fase dan dengan penggunaan apa yang disebut oleh para pembuat model matematik sebagai "penarik" ["*attractor*"]. Terdapatlah banyak contoh dari peralihan fase ini. Ia dapat berarti perubahan dari aliran mulus "laminar" dari satu cairan menuju aliran yang turbulen, transisi dari padat ke cair ke gas, atau perubahan dari satu sistem dari konduktivitas ke "superkonduktivitas". Peralihan fase ini mungkin memiliki konsekuensi yang krusial dalam disain dan konstruksi teknologi. Sebuah pesawat, misalnya, akan kehilangan daya angkat jika aliran udara laminar pada sayap menjadi turbulen; sebagaimana pula tekanan yang dibutuhkan untuk memompa air akan tergantung apakah aliran air dalam pipa turbulen atau tidak.

Penggunaan diagram-diagram skala-fase dan *attractor* merupakan satu lagi instrumen matematik yang telah menemukan berbagai jenis penerapan dalam sistem yang nampaknya acak. Seperti dalam kasus telaah *chaos* yang lain, telah ditemukan pula berbagai bentuk pola umum, dalam hal ini "*attractor* aneh" dalam beragam program riset, termasuk osilasi listrik, dinamika fluida dan bahkan penyebaran bintang dalam *cluster* globular. Semua jenis instrumen matematik ini - penggandaan periode; geometri fraktal; *attractor* aneh - dikembangkan dalam waktu yang berbeda-beda oleh periset yang berbeda pula untuk menyelidiki dinamika *chaos*. Tapi semua hasilnya menunjuk pada arah yang sama: bahwa ada satu keteraturan matematik yang mendasar dalam apa yang sampai saat ini selalu dianggap sebagai peristiwa acak.

Seorang ahli matematika, Mitchell Feigenbaum, dengan menyatukan beberapa jalur yang telah ditempuh orang, telah mengembangkan apa yang disebutnya "teori universal" dari *chaos*. Seperti yang dikatakan Gleick, "ia percaya bahwa teorinya menyatakan satu hukum alam yang berlaku pada sistem yang berada persis pada keadaan di antara keteraturan dan turbulensi ... universalitasnya bukan hanya kualitatif, melainkan kuantitatif ... ia diperluas bukan hanya pada pola melainkan pada bilangan-bilangan eksak."

Kaum Marxis akan melihat di sini satu kemiripan dengan hukum dialektika yang dikenal sebagai peralihan dari kuantitas menjadi kualitas. Ide ini menggambarkan peralihan antara satu periode perkembangan yang kurang-lebih bertahap, ketika perubahan dapat diukur atau "dikuantifikasi", dan periode berikutnya, di mana perubahan telah terjadi secara "revolusioner", di mana ada "lompatan", bahwa seluruh "kualitas" sistem telah diubah. Penggunaan Gleick

atas istilah ini dengan makna yang mirip adalah petunjuk lain tentang jalan yang kini tengah ditempuh secara tertatih-tatih oleh ilmu pengetahuan menuju dialektika materialistik.

Point sentral tentang ilmu baru itu adalah bahwa ia berurusan dengan dunia seperti adanya: satu sistem dinamis yang selalu berubah. Matematik klasik yang linear adalah logika formal yang berurusan dengan kategori-kategori yang tetap dan tak berubah. Ia cukup baik sebagai sebuah pendekatan, tapi ia tidaklah mencerminkan realitas. Namun, dialektika adalah logika tentang perubahan, tentang proses dan karenanya ia merupakan satu hal yang lebih maju daripada formalisme. Dengan cara yang sama, matematika *chaos* adalah satu langkah maju dari ilmu yang terdahulu, yang agak "tidak riil", yang mengabaikan ketidakberaturan hidup yang tidak nyaman ini.

Kuantitas dan Kualitas

Ide tentang peralihan kuantitas ke kualitas terdapat secara implisit dalam matematika modern pada telaah tentang kontinuitas dan diskontinuitas. Telaah ini telah hadir sebagai cabang baru geometri, topologi, yang diciptakan di tahun-tahun awal abad ke-20 oleh ahli matematika besar Perancis, Jules Henry Poincaré (1854-1912). Topologi adalah sebuah matematika tentang kontinuitas. Seperti yang dijelaskan Ian Stewart:

"Kontinuitas adalah telaah tentang perubahan yang mulus dan gradual, ilmu tentang hal yang tak terputus. Diskontinuitas adalah mendadak, dramatik; tempat-tempat di mana perubahan kecil pada kausal dapat menghasilkan perubahan yang teramat besar pada akibatnya."[\[xi\]](#)

Matematika ala buku teks standard memberikan satu kesan yang keliru tentang bagaimana dunia ini sebenarnya berlangsung, bagaimana alam sebenarnya bekerja. "Intuisi matematik yang telah berkembang," tulis Robert May, "tidak cukup kuat untuk membekali para siswa untuk menghadapi perilaku aneh yang ditunjukkan oleh sistem non-linear yang paling sederhana sekalipun."[\[xii\]](#) Sementara geometri sekolah dasar mengajari kita untuk menganggap segi empat, lingkaran, segitiga dan jajaran genjang sebagai hal-hal yang sepenuhnya berbeda satu sama lain, dalam topologi ("geometri karet"), semua itu dianggap sebagai hal yang sama. Geometri tradisional mengajarkan bahwa lingkaran tidak dapat dibuat menjadi persegi empat, namun dalam topologi tidak demikian halnya. Garis batas yang kaku diruntuhkan: satu persegi empat dapat diubah ("deformasi") menjadi satu lingkaran. Sekalipun terdapat kemajuan-kemajuan spektakular dalam ilmu pengetahuan di abad ke-20, tetap saja mengejutkan jika kita melihat bahwa sejumlah besar dari apa yang nampaknya hanyalah gejala

yang sederhana saja ternyata belumlah dapat dipahami secara tepat dan belum dapat dinyatakan dalam persamaan matematik, misalnya, cuaca, aliran fluida, turbulensi. Bentuk-bentuk geometri klasik tidaklah cukup untuk menyatakan permukaan yang sangat kompleks dan iregular seperti yang ditemui di alam, seperti yang ditunjukkan oleh Gleick:

"Topologi menelaah ciri-ciri yang tinggal tak berubah ketika berbagai bentuk dideformasi dengan memuntir atau memelarkan atau memerasnya. Apakah bentuk itu bulat atau persegi, besar atau kecil, tidaklah relevan bagi topologi, karena pemelaran dapat mengubah ciri-ciri tersebut. Para ahli topologi memperlakukan apakah bentuk-bentuk itu saling berhubungan, apakah ia memiliki lubang, apakah ia memiliki simpul. Mereka membayangkan permukaan bukan dalam satu, dua, atau tiga dimensi seperti jagad Euclides, tapi dalam ruang banyak dimensi, yang mustahil divisualkan. Topologi adalah sebuah geometri dari lembaran karet. Ia lebih berurusan dengan kualitas daripada kuantitas." [xiii]

Persamaan diferensial berurusan dengan tingkat perubahan posisi. Ini lebih sulit dan kompleks daripada apa yang nampak sekilas. Banyak persamaan diferensial tidak dapat dipecahkan sama sekali. Persamaan-persamaan ini dapat menggambarkan gerak, tapi hanya sebagai perubahan posisi yang mulus, dari satu titik ke titik yang lain, tanpa interupsi atau lompatan mendadak. Namun, di alam, perubahan tidak hanya terjadi dengan cara ini. Masa-masa perubahan yang lambat, bertahap dan tidak terputus, tiba-tiba disela oleh belokan tajam, patahan dalam kontinuitas, ledakan, bencana. Fakta ini dapat digambarkan oleh sejumlah tak berhingga contoh yang bersifat organik dan anorganik, sejarah masyarakat dan sejarah pemikiran manusia. Dalam persamaan diferensial, waktu dianggap terbagi dalam serangkaian "*time-step*" yang sangat kecil. Ini memberi satu *pendekatan* atas realitas, tapi pada kenyataannya tidak ada "*step*" semacam itu. Seperti yang dinyatakan Heraclitus, "segala sesuatu mengalir."

Ketidakmampuan matematika tradisional untuk menangani persoalan kualitatif sebaik kemampuannya menangani yang kuantitatif merupakan satu pembatasan yang amat ketat. Di dalam batas tertentu, kita dapat menggunakannya dengan cukup baik. Tapi ketika perubahan kuantitatif yang bertahap tiba-tiba runtuh, dan menjadi "*chaos*", istilah yang modern untuk kejadian ini, persamaan linear dari matematika klasik tidak lagi mencukupi. Inilah titik awal bagi matematika non-linear baru, yang dipelopori oleh Benoit Mandelbrot, Edwaard Lorenz dan Mitchell Feigenbaum. Tanpa mereka menyadarinya, mereka tengah mengikuti jejak Hegel, yang garis pengukurannya menyatakan ide yang sama persis, ide yang merupakan sumbu bagi dialektika.

Sikap baru terhadap matematika ini merupakan satu reaksi terhadap kebuntuan aliran-aliran matematika yang sekarang ada. Mandelbrot pernah menjadi

anggota dari aliran matematik Formalisme dari Perancis yang dikenal sebagai kelompok Bourbaki, yang menganjurkan pendekatan yang murni abstrak, berangkat dari satu prinsip awal dan mendeduksi segalanya dari situ. Mereka benar-benar bangga akan fakta bahwa karya mereka tidak memiliki sesuatupun hubungan dengan ilmu pengetahuan atau dunia nyata. Tapi jaman komputer memasukkan satu unsur yang sama sekali baru pada situasinya. Ini satu lagi contoh bagaimana perkembangan teknik merupakan syarat perlu bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Sejumlah besar komputasi yang kini dapat dibuat dengan menekan sebuah tombol memungkinkan penemuan pola-pola dan keberaturan di tempat-tempat yang semula hanya menunjukkan gejala yang acak dan *chaos*.

Mandelbrot mulai dengan menyelidiki gejala yang tak terjelaskan dari dunia alami, seperti apa yang nampak sebagai semburan interferensi acak dalam transmisi gelombang radio, banjir di sungai Nil, dan krisis pasar saham. Ia menyadari bahwa matematika tradisional tidaklah cukup kuat untuk menangani gejala-gejala semacam itu. Dalam penyelidikannya terhadap ketakberhinggaan di abad yang lalu, Gerge Cantor menciptakan satu himpunan yang dinamai menurut namanya. Himpunan ini melibatkan satu garis yang dibagi menjadi titik yang jumlahnya tak berhingga ("debu" Cantor) yang total panjangnya adalah 0. Kontradiksi yang demikian mewujud ini merisaukan banyak ahli matematika abad ke-19, namun ia justru menjadi titik berangkat bagi teori baru Mandelbrot tentang matematika fraktal, yang memainkan peran kunci dalam teori *chaos*:

"Diskontinuitas, semburan noise, debu Cantor," papar Gleick, "- gejala seperti ini tidak mendapat tempat dalam geometri selama 2.000 tahun terakhir. Bentuk-bentuk geometri klasik adalah garis dan bidang, lingkaran dan bola, segitiga dan kerucut. Mereka merupakan abstraksi yang dahsyat atas realitas, dan mereka telah mengilhami filsafat keserasian Plato yang dahsyat itu. Euclides membuat dari bentuk-bentuk ini satu geometri yang bertahan selama dua milenia, mungkin bagi banyak orang itulah satu-satunya geometri yang pernah mereka pelajari. Aristoteles menemukan satu keindahan ideal di dalamnya. Tapi untuk memahami kompleksitas, bentuk-bentuk ini ternyata merupakan jenis abstraksi yang keliru."[\[xiv\]](#)

Semua ilmu pengetahuan melibatkan satu tingkat abstraksi dari dunia realitas. Masalah dengan pengukuran klasik ala Euclid, yang menangani panjang, lebar dan tinggi, adalah bahwa ia gagal menangkap hakikat dari bentuk-bentuk tak beraturan yang ditemukan dalam dunia nyata. Ilmu matematika adalah ilmu tentang *besaran*. Abstraksi dari geometri Euclides mengabaikan semua hal kecuali sisi kuantitatifnya. Realitas direduksi menjadi bidang, garis dan titik. Namun, abstraksi matematika, sekalipun ada klaim-klaim sombong yang dibuat atas namanya, tetaplah sebuah pendekatan kasar terhadap dunia nyata, dengan

bentuk-bentuknya yang tak beraturan dan perubahan-perubahannya baik yang konstan maupun yang mendadak. Mengutip penyair Romawi, Horace, "Anda boleh mengusir Alam dengan tombak, tapi ia akan berlari kembali menghampiri Anda." James Gleick menggambarkan perbedaan antara matematika klasik dan teori *chaos* dengan cara demikian:

"Awan bukanlah bola, Mandelbrot gemar sekali mengatakan itu. Gunung bukanlah kerucut. Petir tidak berjalan dalam garis lurus. Geometri baru ini mencerminkan satu jagad yang kasar, bukan mulus, penuh bercak, bukan halus. Ia adalah geometri dari yang berlubang, yang penuh becak, dan patah-patah, yang terpuntir, yang terbelit, dan yang terjalin. Pemahaman tentang kompleksitas alam melahirkan satu kecurigaan bahwa kompleksitas itu bukan sekedar sesuatu yang acak, atau suatu kebetulan belaka. Ia menuntut satu kepercayaan bahwa ciri aneh dari jalur yang ditempuh oleh kilatan petir, misalnya, bukanlah terletak pada arahnya namun pada distribusi zig-zagnya. Karya Mandelbrot membuat satu klaim tentang dunia, dan klaim itu sedemikian sehingga bentuk-bentuk aneh itu semua memiliki makna. Lubang dan belitan lebih dari sekedar cacat dari bentuk-bentuk klasik geometri Euclides. Seringkali mereka justru menjadi kunci untuk memahami hakikat benda-benda."^[xv]

Hal-hal ini dilihat sebagai penyimpangan yang mengerikan oleh matematika tradisional. Tapi bagi seorang yang berpikir dialektik, mereka justru menunjukkan bahwa satu kesatuan dari yang berhingga dan yang tak berhingga, sebagaimana dalam keterbagian tak berhingga dari materi, dapat dinyatakan dalam persamaan matematik. Ketakberhinggaan ada di alam nyata. Jagad ini besar tak berhingga. Materi dapat dibagi menjadi partikel-partikel yang semakin lama semakin kecil tak berhingga. Maka, semua ocehan mengenai "awal alam semesta" dan pencarian atas "batu penyusun materi" dan "partikel pamungkas" didasarkan pada asumsi-asumsi yang sama sekali keliru. Keberadaan ketakberhinggaan dalam matematika hanyalah sekedar cerminan dari fakta ini. Pada saat yang bersamaan, merupakan satu kontradiksi dialektik ketika jagad yang besar tak berhingga ini terdiri dari benda-benda yang berhingga. Maka, keberhinggaan dan ketakberhinggaan menyusun satu kesatuan dialektik dari hal-hal yang bertentangan. Yang satu tidak dapat hadir tanpa yang lain. Pertanyaannya kemudian adalah apakah jagad ini berhingga atau tak berhingga. Jagad ini keduanya: berhingga dan sekaligus tak berhingga, seperti yang telah dijelaskan Hegel sejak dahulu.

Kemajuan ilmu pengetahuan modern telah memungkinkan kita untuk menjelajah semakin dalam ke dalam dunia material. Pada tiap tahap, telah dilakukan upaya untuk "meniup peluit", untuk mendirikan batas, dikatakan bahwa mustahil kita melangkah ke luar batas itu. Tapi, pada tiap tahap pula

batasan itu dirubuhkan, terungkaplah gejala-gejala baru yang menakjubkan. Tiap akselerator partikel yang lebih baru dan lebih kuat telah mengungkap partikel yang baru dan semakin kecil, yang hadir dalam waktu yang semakin lama skalanya semakin kecil juga. Tidak ada alasan untuk beranggapan bahwa situasinya akan berbeda dalam hubungannya dengan quark, yang pada saat ini dianggap sebagai partikel yang terakhir yang akan ditemukan manusia.

Mirip dengan itu, upaya untuk menetapkan awal jagad raya dan awal "waktu" akan terbukti sebagai memburu bayang-bayang. Tidak ada batasan bagi jagad material, dan semua upaya untuk menetapkan batasan baginya niscaya akan gagal. Hal yang paling menggairahkan tentang teori *chaos* adalah bahwa ia merupakan satu penolakan atas abstraksi yang mandul dan menara gading reduksionisme, dan merupakan satu upaya untuk kembali kepada alam dan dunia pengalaman sehari-hari. Dan jika matematika ingin mendapati dirinya sebagai cerminan dari alam, ia harus mulai menyingkirkan sifatnya yang sepihak dan mengambil satu dimensi yang sama sekali baru, yang menyatakan segala yang dinamis dan kontradiktif, dengan kata lain, ciri *dialektik* dari dunia nyata.

[i] Aristoteles, *Metaphysics*, pp. 123, 251 dan 253.

[ii] T. Hobbes, *Leviathan*, p. 14.

[iii] A. Hooper, *Makers of Mathematics*, p. 4-5.

[iv] Engels, *Anti-Dühring*, p. 154.

[v] B. Hoffmann, *The Strange Story of Quantum*, p. 95.

[vi] A. Hooper, op. cit., p. 237.

[vii] Engels, *The Dialectics of Nature*, p. 341-2.

[viii] Hegel, *The Science of Logic*, p. 257.

[ix] Engels, *Anti-Dühring*, p. 63.

[x] Dikutip dalam T. Ferris, *The World Treasury of Physics, Astronomy and Mathematics*, pp. 521-2 dan 522-3.

[xi] I. Steward, *Does God Play Dice?*, p. 63.

[xii] Dikutip dalam J. Gleick, *Chaos, Making a New Science*, p. 80.

[xiii] Gleick, op. cit., p. 46,

[xiv] Ibid., p. 94.

[xv] Loc. cit.

Bab 17. Teori Chaos

Materialisme dialektik, yang dikembangkan oleh Karl Marx dan Frederick Engels, membahas lebih banyak hal daripada sekedar ekonomi-politik; ia adalah sebuah cara pandang atas dunia. Alam, seperti yang khususnya ditunjukkan Engels melalui tulisan-tulisannya, adalah bukti dari ketepatan baik materialisme maupun dialektika. "Rekapitulasi saya atas matematika dan ilmu-ilmu alam," tulisnya, "dilakukan untuk meyakinkan diri sendiri juga secara terinci ... bahwa di alam, di tengah hiruk-pikuk perubahan yang tak berbilang banyaknya, hukum-hukum dialektik tentang gerak akan terus mendobrak maju, sebagai hukum-hukum yang dalam sejarahnya mengatur kejadian-kejadian yang nampaknya kebetulan."^[1]

Sejak jaman mereka, tiap kemajuan ilmu pengetahuan yang penting telah membenarkan cara pandang Marxian sekalipun para ilmuwan, karena akibat politik yang dapat ditimbulkan oleh keterlibatan dengan Marxisme, jarang mengakui kebenaran materialisme dialektik. Kini, bangkitnya teori *chaos* menyediakan satu dukungan segar bagi ide-ide mendasar dari para pendiri sosialisme ilmiah. Sampai sekarang *chaos* masih banyak diabaikan oleh para ilmuwan, kecuali sebagai gangguan atau sesuatu yang perlu dihindari. Tetes air dari kran yang bocor, kadang reguler, kadang tidak; pergerakan fluida kadang turbulen kadang tidak; jantung berdetak dengan teratur tapi kadang kita berdebar-debar; cuaca bisa panas bisa dingin. Di manapun ada gerak yang nampak *chaos* - dan banyak sekali yang semacam itu di sekeliling kita - umumnya jarang sekali ada upaya untuk memahaminya dari sudut pandang ilmiah yang ketat.

Jika demikian, apakah ciri umum yang terkandung dalam sebuah sistem yang *chaos*? Setelah menyatakan mereka dalam persamaan-persamaan matematik, penerapan apa yang dimiliki matematika semacam itu? Satu dari ciri yang sering diajukan oleh Gleick dan lain-lain adalah apa yang sering dijuluki "efek kupu-kupu". Lorenz, telah menemukan satu perkembangan yang menakjubkan dalam simulasi komputernya. Salah satu dari simulasinya didasarkan pada duabelas peubah, termasuk, seperti yang telah kami katakan, hubungan-hubungan non-linear. Ia menemukan bahwa jika ia memulai simulasinya dengan nilai yang hanya berbeda sedikit dari nilai aslinya - perbedaannya adalah bahwa himpunan yang pertama terdiri dari nilai-nilai dengan enam desimal, dan yang satunya dengan tiga desimal - maka "cuaca" yang dihasilkan oleh komputer untuk nilai yang kedua segera akan berbeda sangat jauh dari apa yang dihasilkan untuk nilai aslinya. Sekalipun kita

seharusnya mengharapkan adanya perbedaan kecil, pola itu, setelah beberapa saat menunjukkan kemiripan, segera berubah menjadi sangat berbeda.

Hal ini berarti dalam satu sistem yang kompleks dan non-linear, perubahan kecil dalam masukan dapat menghasilkan perubahan yang luar biasa besar dalam keluarannya. Dalam dunia komputer Lorenz, hal itu setara dengan satu kepak sayap kupu-kupu menghasilkan hujan badai di bagian lain dunia; dari situlah munculnya istilah "efek kupu-kupu". Kesimpulan yang dapat ditarik dari sini adalah bahwa, karena adanya satu kompleksitas atas gaya-gaya dan proses yang menentukan pola cuaca, ia tidak dapat diramalkan selain untuk periode ke depan yang sangat singkat. Nyatanya, komputer cuaca terbesar di dunia, yang dimiliki oleh European Center for Medium Range Weather Forecasting, melakukan sebanyak 400 juta kalkulasi tiap detiknya. Ia mendapat masukan 100 juta pengukuran cuaca yang berbeda dari seluruh dunia tiap hari, dan ia mengolah data dalam tiga jam terus-menerus, untuk dapat merumuskan ramalan cuaca untuk sepuluh hari. Namun, setelah dua atau tiga hari, ramalan itu akan menjadi terlalu spekulatif, dan setelah enam atau tujuh hari menjadi sama sekali tidak berguna. Teori *chaos*, dengan demikian, menempatkan batasan tertentu bagi kemampuan kita meramalkan satu sistem yang kompleks dan non-linear.

Namun demikian, tetap saja aneh bahwa Gleick dan lain-lain memberikan begitu banyak perhatian pada efek kupu-kupu, seakan ia menginjeksi semacam mistik ke dalam teori *chaos*. Jelas telah ditetapkan dengan baik (jika bukannya telah dimodelkan secara matematik dengan akurat) bahwa dalam sistem lain yang sama kompleksnya satu masukan yang kecil dapat menghasilkan keluaran yang besar, bahwa akumulasi dari "kuantitas" dapat diubah menjadi "kualitas". Hanya terdapat dua persen perbedaan, contohnya, dari susunan genetik dasar manusia dan simpanse - satu perbedaan yang dapat dikuantifikasi secara kimia molekuler. Namun, dalam proses yang kompleks dan non-linear dalam menerjemahkan "sandi" genetik ke dalam hewan hidup, perbedaan yang kecil ini berarti perbedaan yang besar antara satu spesies dengan spesies lainnya.

Marxisme menerapkan dirinya pada sistem yang mungkin paling kompleks dari semua sistem non-linear - masyarakat manusia. Dengan interaksi yang jumlahnya demikian besar dari individu yang jumlahnya tak terhitung, politik dan ekonomi merupakan satu sistem yang demikian kompleks, sehingga jika dibandingkan dengannya, sistem cuaca akan nampak sebagai mekanik jam belaka. Namun demikian, seperti dalam kasus sistem *chaos* yang lain, masyarakat dapat diperlakukan secara ilmiah - sepanjang batas-batasnya, seperti juga pada cuaca, dipahami. Sayangnya, buku Gleick tidak jelas menerangkan

tentang penerapan teori *chaos* pada politik dan ekonomi. Ia mengutip satu percobaan Mandelbrot, yang memasukkan ke dalam komputer IBM-nya data mengenai harga katun dari pasar saham New York dalam jangka seratus tahun. "Tiap perubahan harga tertentu bersifat acak dan tak dapat diramalkan," demikian tulisnya. "Tapi urutan perubahan tidak tergantung dari skala: kurva untuk perubahan harian dan bulanan cocok satu sama lain ... tingkat keragaman tetap konstan bahkan pada periode gejolak 60 tahun yang dipenuhi dengan dua perang dunia dan sebuah depresi."^[ii]

Kutipan ini tentunya tidak boleh dilihat secara eksplisit. Mungkin benar bahwa di dalam batasan tertentu kita mungkin melihat pola matematik yang sama dengan apa yang telah dikenali dalam lain-lain model atau sistem *chaos*. Tapi karena kompleksitas yang hampir-hampir tak terbatas dari masyarakat manusia dan ekonomi, rasanya sangat tidak mungkin bahwa peristiwa besar semacam perang tidak dapat mengganggu pola-pola ini. Kaum Marxis akan berargumen bahwa masyarakat tidaklah tergantung dari telaah ilmiah. Berlawanan dengan mereka yang hanya melihat dari sisi formalitas, kaum Marxis melihat perkembangan manusia dengan kekuatan material sebagai titik berangkatnya, dan sebuah deskripsi ilmiah atas kategori sosial seperti kelas, dan seterusnya. Jika perkembangan ilmu *chaos* dapat membawa kita pada penerimaan bahwa metode ilmiah adalah sah dalam politik dan ekonomi, maka ia akan memiliki nilai tambah yang amat berharga. Namun, seperti yang selalu dipahami oleh Marx dan Engels, ilmu mereka adalah ilmu yang tidak eksak, dalam makna bahwa kecenderungan dan perkembangan garis besar dapat dijejaki, tapi pengetahuan yang rinci dan sangat dekat atas segala pengaruh dan kondisi tidaklah dimungkinkan.

Kecuali harga katun, buku itu tidak memberi satupun bukti bahwa pandangan Marxis ini keliru. Nyatanya, tidak ada satu penjelasanpun mengapa Mandelbrot hanya melihat pola pada rentang 60 tahun walaupun ia memiliki data 100 tahun untuk dia mainkan. Sebagai tambahan, di tempat lain dalam bukunya, Gleick menambahkan bahwa "para ahli ekonomi telah mencari *attractor* aneh dalam kecenderungan-kecenderungan pasar saham, tapi sejauh ini tidak dapat menemukannya." Sekalipun kelihatannya terdapat pembatasan-pembatasan dalam bidang ekonomi dan politik, jelaslah bahwa "penjinakan" matematik atas apa yang sebelumnya dianggap sebagai sistem yang kacau atau acak memiliki implikasi yang penting bagi ilmu pengetahuan secara umum. Ia membuka banyak wawasan baru bagi telaah atas proses-proses yang sama sekali tidak terjangkau di masa lalu.

Pembagian Kerja

Salah satu ciri utama dari para ilmuwan besar jaman Pencerahan adalah bahwa mereka adalah manusia yang seutuhnya. Mereka memiliki perkembangan yang mencakup berbagai bidang, yang memungkinkan, misalnya, Leonardo da Vinci untuk menjadi insinyur besar, sekaligus ahli matematika dan mekanika, sekaligus juga seorang artis yang jenius. Hal yang sama juga berlaku untuk Dührer, Machiavelli, Luther, dan lain-lain, seperti yang ditulis oleh Engels:

"Para pahlawan dari masa itu masih belum diperbudak oleh pembagian kerja, yang efek pembatasnya, dengan kesepihakan yang dihasilkannya, seringkali kita amati pada para penerus mereka."^[iii]

Pembagian kerja, tentu saja, memainkan peranan yang perlu bagi perkembangan kekuatan produktif. Namun, di bawah kapitalisme, hal ini telah dijalankan pada tingkatan yang demikian ekstrim sehingga ia justru berubah menjadi kebalikannya.

Pembagian kerja yang ekstrim ini, di satu pihak, antara kerja mental dan kerja manual, berarti bahwa jutaan orang direduksi kepada hidup yang penuh kerja tanpa berpikir di lini-lini produksi, tanpa satu kemungkinanpun untuk menunjukkan kreativitas dan kecenderungan untuk mencari dan menemukan hal-hal baru yang laten dalam setiap manusia. Pada titik ekstrim yang satu lagi, kita mendapati perkembangan kesombongan intelektual dari kasta suci yang telah mengagulkan diri, menepuk dada dengan hak monopoli terhadap gelar "penjaga ilmu pengetahuan dan kebudayaan". Sampai pada tingkat di mana orang-orang ini terpisah jauh sekali dari kehidupan sehari-hari masyarakat, hal ini memiliki dampak yang negatif terhadap kesadaran mereka. Mereka berkembang dalam cara yang sepenuhnya sempit dan sepihak. Bukan hanya di sana ada satu jurang yang memisahkan para "artis" dari para ilmuwan, tapi kalangan ilmuwan itu sendiri semakin kenyang dengan semakin terpecah-pecahnya mereka di antara berbagai spesialisasi yang semakin lama semakin sempit. Sangatlah ironis bahwa, persis ketika "garis demarkasi" antara fisika, kimia dan biologi sedang mengalami keruntuhan, jurang yang memisahkan berbagai cabang dari, katakanlah, fisika, secara praktis justru hampir-hampir tidak dapat diseberangi lagi.

James Gleick menggambarkan situasinya sebagai berikut:

"Hanya sedikit orang awam yang menyadari betapa telah terkompartmentalisasi komunitas ilmiah, satu kapal induk yang tiap bagiannya disegel agar kebocoran tidak menjalar. Para ahli biologi memiliki

cukup bahan untuk dibaca tanpa perlu dibebani lagi dengan bahan-bahan dari matematika - demikian pula, para ahli biologi molekular memiliki cukup banyak untuk dibaca tanpa perlu ditambah lagi dengan bahan dari biologi populasi, para fisikawan memiliki banyak cara yang lebih baik untuk menghabiskan waktu daripada membalik-balik jurnal meteorologi."

Di tahun-tahun terakhir, kemajuan teori *chaos* adalah salah satu petunjuk bahwa sesuatu telah mulai berubah dalam masyarakat ilmiah. Semakin lama, para ilmuwan dari berbagai bidang merasa bahwa mereka telah masing-masing mencapai titik kebuntuannya. Sangat perlu untuk melepaskan diri dan mencari arah baru. Kelahiran matematika *chaos*, dengan demikian, adalah satu bukti atas apa yang pasti dikatakan Engels, tentang sifat dialektik dari alam, satu pengingat bahwa realitas terdiri dari sistem yang sepenuhnya dinamis, dan merupakan sistem yang menyeluruh, bukan sekedar model yang diabstraksi (seberapapun bergunanya abstraksi itu) dari realitas itu. Apa yang merupakan ciri utama dari teori *chaos*? Gleick menggambarkannya dengan cara ini:

"Bagi beberapa fisikawan, chaos adalah ilmu tentang proses bukan tentang keadaan, tentang menjadi bukan mengada.

"Mereka merasa bahwa mereka kini sedang membalik kecenderungan dalam ilmu pengetahuan yang selama ini berjalan menuju reduksionisme, analisis tentang sistem melalui bagian-bagian penyusunnya: quark, kromosom, atau neutron. Mereka percaya bahwa kini mereka tengah mencari yang keseluruhan."

Metode materialisme dialektik adalah persis untuk melihat pada "proses bukannya keadaan, menjadi bukannya mengada."

"Semakin hari, dalam dasawarsa yang lalu, ia telah mulai merasa bahwa pendekatan reduksionis lama semakin mendekati titik kebuntuannya, dan bahwa bahkan beberapa ilmuwan fisika yang paling keras kepala sekalipun kini semakin muak dengan abstraksi matematika yang mengabaikan kompleksitas riil dari dunia ini. Mereka kelihatannya secara setengah sadar meraba-raba untuk mencari pendekatan baru - dan dengan proses, pikirnya, mereka sedang melintasi batas-batas tradisional dengan cara yang tidak pernah lagi mereka lakukan selama bertahun-tahun ini. Mungkin berabad-abad ini."^[iv]

Karena *chaos* adalah satu ilmu tentang sistem dinamis yang menyeluruh, bukannya bagian-bagian yang terpisah-pisah, ia merupakan, pada dasarnya, satu pembenaran yang belum diakui terhadap pandangan dialektik. Sampai saat ini, penyelidikan ilmiah telah menjadi terlalu terisolasi ke dalam bagian-bagian penyusunnya. Dalam pengejaran terhadap "bagian" para ilmuwan spesialis menjadi terlalu terspesialisasi sehingga tidak jarang mereka kehilangan pegangan terhadap "keseluruhan". Eksperimen dan rasionalisasi teoritik pun menjadi semakin terpisah dari realitas. Lebih dari seabad lalu, Engels telah

mengkritisi sempitnya metode yang disebutnya sebagai metode metafisik, yang terdiri dari penyelidikan terhadap segala hal dengan cara yang terpisah-pisah, yang telah kehilangan visi terhadap keseluruhannya. Titik berangkat dari para pendukung teori *chaos* adalah satu reaksi terhadap metode ini, yang mereka sebut "reduksionisme". Engels menjelaskan bahwa "reduksi" atas telaah tentang alam menjadi disiplin yang berbeda-beda sampai tahap tertentu adalah perlu dan niscaya.

"Ketika kita merenungi alam atau sejarah umat manusia atau aktivitas intelektual kita sendiri, pertama-tama kita melihat satu gambar yang terdiri dari jaring-jaring hubungan yang tiada ujung-pangkalnya, di mana tidak sesuatupun yang tinggal tetap, di mana dan sebagaimana adanya, tapi segala sesuatu bergerak, berubah, lahir dan mati ...

"Tapi pandangan ini, justru karena ia menyatakan ciri umum dari gambaran gejala-gejala secara keseluruhan, tidaklah cukup untuk menjelaskan rincian yang menyusun gambar itu. Untuk memahami rincian-rincian ini, kita harus melepaskan mereka dari hubungan alamiah atau historis mereka dan memeriksa tiap bagian itu satu persatu menurut sifat, sebab atau akibat khusus yang mereka alami, dsb."

Tapi Engels memperingatkan, bila kita terlalu jauh berjalan ke dalam "reduksionisme" kita akan memasuki pandangan yang tidak dialektik, kita akan terseret ke arah ide-ide metafisik.

"Telaah tentang alam ke dalam bagian-bagiannya, pembagian berbagai proses dan objek alami ke dalam berbagai kelas, telaah atas anatomi internal dari berbagai benda organik dalam berbagai bentuknya - ini adalah kondisi mendasar bagi langkah-langkah raksasa dalam pengetahuan kita terhadap alam, langkah-langkah yang telah dibuat selama empat ratus tahun terakhir. Tapi hal ini telah memberi kita kebiasaan untuk mengamati proses dan objek alami secara terpisah-pisah, tercerai dari konteks umumnya; mengamati mereka bukan dalam pergerakannya, tapi dalam keadaan diamnya; bukan sebagai unsur yang pada hakikatnya berubah nilainya, tapi sebagai yang konstan; bukan dalam kehidupannya, tapi dalam kematiannya."^[v]

Kini bandingkanlah kutipan di atas dengan satu yang diambil dari buku Gleick:

"Para ilmuwan memecah-mecah segala sesuatu dan melihat mereka satu persatu. Jika mereka ingin memeriksa interaksi dari partikel-partikel subatomik, mereka menyatukan dua atau tiga di antaranya. Sudah cukup banyak terjadi komplikasi di sini. Kekuatan kemiripan-diri, walau demikian, baru mulai ditunjukkan pada tingkatan kompleksitas yang jauh lebih tinggi. Ini adalah persoalan melihat yang keseluruhan."^[vi]

Jika kita mengganti kata "reduksionisme" dengan kata "cara berpikir metafisik", kita akan melihat bahwa ide sentralnya identik. Kini lihat apa kesimpulan yang ditarik Engels dari kritisismenya terhadap reduksionisme ("cara berpikir metafisik"):

"Tapi bagi dialektika, yang melihat segala sesuatu dan citra mereka, ide, pada hakikatnya dalam kesalingterhubungan mereka, dalam kesinambungan mereka, pergerakan mereka, kelahiran dan kematian mereka, proses-proses yang dikemukakan di atas hanyalah merupakan koraborasi atas metode perlakuannya sendiri. Alam adalah ujian bagi dialektika, dan harus dikatakan bahwa ilmu alam modernlah yang telah menyediakan material yang sangat kaya dan semakin hari semakin banyak untuk pengujian ini, dan dengan demikian telah menemukan bahwa dalam telaah terakhirnya, proses Alam adalah dialektik, dan bukan metafisik.

"Tapi para ilmuwan yang telah belajar untuk berpikir secara dialektik masih sedikit dan jarang terdapat, dari sanalah konflik antara penemuan yang dibuat dengan cara berpikir tradisional kuno menjadi penjelasan atas terjadinya kebingungan yang besar yang kini meraja dalam ilmu alam teoritik dan mendamparkan baik para guru dan murid, ataupun penulis dan pembaca ke dalam keputusan." [\[vii\]](#)

Lebih dari seratus tahun lalu, si tua Engels telah dengan akurat menggambarkan keadaan ilmu pengetahuan saat ini. Ini diakui oleh Ilya Prigogine (pemenang Hadiah Nobel untuk kimia di tahun 1977) dan Isabelle Stengers dalam buku mereka *Order Out of Chaos, Man's New Dialogue with Nature*, di mana mereka menulis kutipan berikut:

"Sampai tahap tertentu, ada analogi antara konflik ini (antara fisika Newtonian dengan ide-ide ilmiah baru) dan konflik yang telah melahirkan materialisme dialektik.... Ide tentang sejarah alam sebagai bagian integral dari materialisme telah dinyatakan oleh Marx dan, dalam rincian yang lebih dalam, oleh Engels. Perkembangan mutakhir dalam fisika, penemuan akan peran konstruktif yang dimainkan oleh ireversibilitas, telah memunculkan dalam ilmu alam satu pertanyaan yang telah lama dikemukakan oleh para materialis. Bagi mereka, pemahaman akan alam berarti pemahaman bahwa ia mampu menghasilkan manusia dan masyarakatnya.

"Lebih jauh lagi, pada waktu Engels menulis bukunya *Dialectics of Nature*, ilmu-ilmu fisik kelihatannya telah menolak cara pandang yang mekanistik dan bergerak mendekat pada ide tentang sebuah perkembangan historis dari alam. Engels menyebutkan tiga penemuan mendasar: energi dan hukum yang mengatur perubahan kualitatifnya, sel sebagai penyusun dasar kehidupan, dan penemuan Darwin atas evolusi spesies. Diterangi oleh ketiga penemuan penting ini, Engels sampai pada kesimpulan bahwa cara pandang mekanistik telah mati." [\[viii\]](#)

Sekalipun terdapat perkembangan yang menakjubkan dari ilmu dan teknologi, ada satu depresi yang berkepanjangan. Para ilmuwan, yang semakin hari semakin bertambah jumlahnya, telah mulai memberontak terhadap ortodoksi yang kini berkuasa dan mencari solusi-solusi baru terhadap masalah-masalah yang mereka hadapi. Cepat atau lambat, ini pasti akan menghasilkan satu revolusi baru dalam ilmu pengetahuan, mirip dengan apa yang disebabkan oleh Einstein dan Planck hampir seabad lalu. Penting untuk dicatat bahwa Einstein sendiri sama sekali tidak termasuk dalam jajaran kelembagaan ilmiah apapun.

"Arus besar dari sebagian besar abad ke-20," komentar Gleick, "adalah fisika partikel, menjelajahi batu penyusun materi pada tingkat energi yang semakin lama semakin tinggi, skala yang semakin kecil, waktu yang semakin pendek. Dari fisika partikel telah muncul teori tentang kekuatan mendasar dari alam dan tentang asal-usul alam semesta. Namun, beberapa fisikawan muda telah semakin tidak puas dengan arah dari ilmu yang paling prestise ini. Kemajuan telah mulai terasa lambat, penamaan dari partikel-partikel rasanya tak lagi berguna, seluruh tubuh teori kini telah jenuh. Dengan datangnya teori chaos, para ilmuwan yang lebih muda percaya bahwa mereka tengah menyaksikan permulaan dari sebuah perubahan arah bagi fisika secara keseluruhan. Bidang ini telah didominasi cukup lama, mereka rasa, oleh abstraksi yang gilang-gemilang dari partikel-partikel berenergi tinggi dan mekanika kuantum."

Chaos dan Dialektika

Masih terlalu dini untuk membentuk satu pandangan yang pasti tentang teorichaos. Namun, yang jelas adalah bahwa para ilmuwan ini tengah meraba ke arah pandangan dialektik atas alam. Contohnya, hukum dialektik tentang peralihan kuantitas menuju kualitas (dan sebaliknya) memainkan peran yang utama dalam teori *chaos*:

"Ia (Von Neumann) mengakui bahwa satu sistem yang kompleks dan dinamik dapat memiliki titik-titik instabilitas - titik-titik kritis di mana dorongan yang kecil saja dapat memiliki konsekuensi yang besar, seperti halnya sebuah bola yang disetimbangkan di puncak sebuah bukit."

Dan lagi:

"Dalam ilmu pengetahuan, seperti juga dalam kehidupan, diketahui benar bahwa serangkaian peristiwa dapat memiliki satu titik krisis yang dapat memperbesar efek dari perubahan yang kecil. Tapi chaos berarti bahwa titik-titik semacam itu berada di mana-mana. Mereka merasuk."[\[ix\]](#)

Kutipan di atas dan masih banyak lagi lainnya mengungkapkan kemiripan yang sangat mengejutkan antara berbagai aspek teori *chaos* dengan dialektika. Namun, yang paling menakjubkan adalah bahwa kebanyakan dari para pelopor "*chaos*" kelihatannya tidak memiliki pengetahuan sedikitpun bukan hanya mengenai tulisan-tulisan Marx dan Engels, melainkan juga Hegel! Dengan makna tertentu, hal ini memberikan membenaran yang paling tegas mengenai ketepatan materialisme dialektik. Tapi, dengan makna lain, akan membuat kita frustrasi saja jika berpikir bahwa ketiadaan satu kerangka kerja dan metode berpikir filsafat yang mencukupi ternyata telah menghambat ilmu pengetahuan sedemikian lama, dan dengan sia-sia pula.

Selama 300 tahun fisika didasarkan pada sistem yang linear. Nama linear datang dari fakta bahwa jika Anda memplotkan satu persamaan pada grafik, ia akan muncul sebagai sebuah garis lurus. Sungguh, banyak dari apa yang ada di alam

kelihatannya bekerja melalui sistem yang linear. Inilah mengapa mekanika klasik sanggup menjelaskannya dengan cukup baik. Namun, banyak juga yang tidak bekerja secara linear, dan tidak dapat dipahami melalui sistem yang linear. Otak jelas tidak berfungsi dalam cara yang linear, demikian juga ekonomi, dengan siklus *booming* dan depresinya yang *chaos*. Satu persamaan yang tidak linear tidak dinyatakan dalam satu garis lurus, tapi memperhitungkan pula sifat alamiah dari realitas yang tidak teratur, kontradiktif dan seringkali penuh kekacauan.

"Semua ini membuat saya sangat tidak senang terhadap para kosmologis yang memberitahu kita bahwa mereka telah mendapatkan asal-usul Jagad Raya dengan rapi, kecuali untuk beberapa milidetik pasca Big Bang. Dan juga terhadap para politisi yang meyakinkan kita bahwa bukan hanya satu dosis solid suntikan monetarisme akan berakibat baik bagi kita, tapi bahwa mereka demikian yakin bahwa beberapa juta pengangguran yang terjadi akibat dosis solid itu hanyalah sedakan kecil saja. Ahli ekologi matematik Robert May menyuarakan sentimen yang mirip dengan ini di tahun 1976. 'Bukan hanya dalam riset, tapi dalam dunia politik dan ekonomi sehari-hari, kita akan menjadi jauh lebih baik jika lebih banyak orang yang menyadari bahwa sistem yang sederhana tidak harus memiliki ciri-ciri dinamik yang juga sederhana.'" [\[x\]](#)

Masalah dalam ilmu pengetahuan modern dapat diatasi dengan lebih mudah dengan menganut satu metode dialektik yang sadar (bukannya yang tanpa sadar, kadang-kadang dan empirik). Jelas bahwa implikasi filsafati umum dari teori *chaos* sedang diperdebatkan oleh para ilmuwan. Gleick mengutip Ford, "seseorang yang menunjuk dirinya sendiri sebagai pendakwah teori *chaos*", yang mengatakan bahwa *chaos* berarti, "sistem-sistem yang dibebaskan untuk secara acak menjelajahi setiap kemungkinan dinamikanya sendiri...." Yang lain merujuk pada sistem yang kelihatannya acak. Mungkin definisi yang terbaik datang dari Jensen, seorang fisikawan teoritik di Yale, yang mendefinisikan "*chaos*" sebagai "perilaku yang tidak teratur dan tak teramalkan dari sistem dinamik yang deterministik dan non-linear."

Bukannya mengangkat keacakan sebagai satu prinsip alam, seperti yang kelihatannya dilakukan Ford, ilmu baru ini melakukan hal yang sebaliknya: ia menunjukkan tanpa dapat dibantah lagi bahwa proses-proses yang dianggap acak (dan tetap dapat dianggap demikian, untuk keperluan sehari-hari) tetap saja didorong oleh determinisme yang mendasarinya - bukan determinisme mekanis kasar dari abad ke-18 melainkan *determinisme dialektik*.

Beberapa dari klaim yang kini tengah dibuat bagi ilmu baru ini sangatlah dahsyat, dan dengan penghalusan dan perkembangan teknik dan metode baru, mungkin akan terbukti benar. Beberapa dari para pendukungnya melangkah

jauh dengan mengatakan bahwa abad ke-20 akan dikenang melalui tiga hal: relativitas, mekanika kuantum dan teori *chaos*. Albert Einstein, sekalipun merupakan salah satu pendiri teori kuantum, tidak pernah berdamai dengan ide tentang jagad yang non-deterministik. Dalam sebuah surat pada fisikawan Niels Bohr, ia berkeras bahwa "Tuhan tidak bermain dadu". Teori *chaos* bukan hanya telah membuktikan bahwa Einstein benar pada soal ini. Tapi teori ini, bahkan pada saat kanak-kanaknya sekalipun, telah merupakan pembenaran yang gemilang atas cara pandang mendasar yang dikemukakan oleh Marx dan Engels lebih dari seabad lalu.

Sangatlah mengejutkan bahwa sedemikian banyak penganjur teori *chaos*, yang berupaya mendobrak metodologi pembodohan yang "linear" dan menciptakan satu matematika baru yang "non-linear", yang jauh lebih sesuai dengan realitas alam yang turbulen dan terus berubah, nampaknya sama sekali tidak menyadari adanya satu-satunya revolusi sejati dalam logika selama dua milenia terakhir - logika dialektik yang materialis, yang dikembangkan oleh Marx dan Engels. Betapa banyak kesalahan, jalan buntu dan krisis dalam ilmu pengetahuan yang sebenarnya dapat dihindari jika para ilmuwan memperlengkapi diri dengan satu metode berpikir yang benar-benar mencerminkan realitas alam yang dinamik, bukannya yang berkonflik dengan realitas itu pada tiap kelokannya!

[i] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 24-5.

[ii] Gleick, op. cit., p. 115.

[iii] Engels, op. cit., p. 16.

[iv] Gleick, op. cit., pp. 31, 5, 11 dan 61-2.

[v] Engels, op. cit., pp. 24-5.

[vi] Gleick, op. cit., p. 115.

[vii] Engels op. cit., p. 29.

[viii] I. Prigogine dan I. Stengers, *Order Out of Chaos, Man's New Dialogue with Nature*, pp. 252-3.

[ix] Gleick, op. cit., pp. 6, 18-9 dan 23.

[x] Stewart, op. cit., p. 21.

Bab 18. Teori Pengetahuan

"Sangat jamak bagi nasib kebenaran baru bahwa ia mulai sebagai sebuah hujatan dan berakhir sebagai sebuah tahyul." (T. H. Huxley)

Asumsi dasar yang melatarbelakangi semua ilmu pengetahuan dan pemikiran rasional secara umum adalah bahwa dunia fisik ada, dan bahwa dimungkinkan bagi kita untuk memahami hukum-hukum yang mengatur realitas objektif. Sebagian besar ilmuwan menerima bahwa jagad diatur oleh hukum-hukum alam, satu fakta yang diungkapkan oleh Phillip Anderson:

"Sungguh, sulit untuk membayangkan bagaimana ilmu pengetahuan bisa ada jika mereka tidak menerima hal itu. Kepercayaan pada hukum alam adalah kepercayaan pada jagad ini pada akhirnya akan dapat dipahami - bahwa kekuatan yang menentukan takdir dari sebuah galaksi akan juga menentukan jatuhnya sebutir apel di bumi sini; bahwa atom yang memantulkan cahaya yang menerobos sebutir intan dapat juga membentuk bahan penyusun sel hidup; bahwa elektron, neutron dan proton yang muncul dari big bang kini dapat melahirkan otak manusia, pemikiran, dan jiwa. Kepercayaan pada hukum alam adalah kepercayaan pada kesatuan jagad ini di tingkat terdalam yang paling dimungkinkan."^[1]

Hal yang sama berlaku pula pada umat manusia secara umum. Tiap penemuan baru dari ilmu pengetahuan dan berbagai bidang teknik telah memperluas dan memperdalam pemahaman kita, tapi justru dengan demikian, juga menyajikan tantangan-tantangan baru. Tiap pertanyaan yang terjawab segera akan melahirkan dua pertanyaan baru. Seperti seorang pengembara yang, dengan kegairahan yang meluap, berjalan menuju cakrawala, hanya untuk menemukan bahwa cakrawala itu akan terus menjauh, memanggilnya dari kejauhan itu, demikian pula proses penemuan berjalan tanpa dapat melihat garis akhirnya. Para ilmuwan menyelam semakin dalam pada misteri dunia sub-atomik, dalam pencarian atas "partikel terakhir". Tapi tiap kali mereka mencapai cakrawala dengan teriakan kemenangan, cakrawala itu dengan keras kepala mundur kembali ke kejauhan.

Merupakan ilusi dari tiap epos bahwa ia adalah puncak tertinggi dari segala pencapaian dan kebijaksanaan manusia. Orang-orang Yunani kuno mengira bahwa mereka telah memahami segala hukum jagad berdasarkan geometri Euclides. Laplace mengira demikian pula dalam hubungannya dengan mekanika Newton. Di tahun 1880, kepala kantor hak paten Prusia menyatakan bahwa segala sesuatu yang dapat ditemukan telah diciptakan orang! Kini, para ilmuwan cenderung lebih memutar dalam pernyataan mereka. Sekalipun demikian

asumsi-asumsi dibuat diam-diam bahwa, misalnya, teori relativitas umum Einstein adalah mutlak benar, dan prinsip ketidakpastian memiliki penerapan universal.

Sejarah ilmu pengetahuan menunjukkan bagaimana ekonomisnya pemikiran manusia. Hanya sedikit saja yang terbangun dalam proses pembelajaran kolektif. Bahkan kesalahan sekalipun, ketika ditelaah secara jujur, dapat memainkan satu peran yang positif. Hanya ketika pemikiran dibekukan ke dalam dogma-dogma resmi, yang menganggap ide-ide baru sebagai hujatan yang harus dilarang dan dijatuhi sanksi, baru ketika itulah perkembangan pemikiran dilumpuhkan, bahkan dilemparkan ke belakang. Sejarah yang mengecewakan dari Abad Pertengahan yang Gelap merupakan bukti yang cukup tentang hal ini. Pencarian batu kebijaksanaan (*"The philosopher's stone"*) didasarkan pada hipotesis yang keliru, namun para ahli alkimia tetap membuat penemuan-penemuan yang penting, dan meletakkan pondasi bagi perkembangan ilmu kimia modern. Teori ledakan besar, dengan pencariannya atas "awal waktu" yang hanya bayang-bayang itu, hampir-hampir tidak memiliki keabsahan ilmiah yang lebih tinggi daripada alkimia, namun, sekalipun demikian, tidak ada keraguan bahwa kemajuan-kemajuan besar telah, dan sedang, dikerjakan.

Seperti yang dilihat dengan tepat oleh Eric J. Lerner:

"Data yang baik, yang didapat dan ditelaah secara kompeten, selalu memiliki nilai ilmiah sekalipun teori yang mengilhaminya keliru. Teoritis lain akan menemukan kegunaan untuk data itu, kegunaan yang sama sekali tidak terpikirkan ketika mereka pertama kali dikumpulkan. Bahkan dalam karya yang teoritik, upaya-upaya tulus untuk membandingkan satu teori dengan pengamatan hampir selalu terbukti berguna, tidak tergantung dari ketepatan teorinya: seorang teoritis pasti akan galau jika idenya keliru, tapi pencoretan terhadap satu kemungkinan yang keliru tidak dapat disebut membuang waktu."^[ii]

Perkembangan ilmu pengetahuan melangkah maju melalui serangkaian pendekatan yang berlangsung bersinambungan. Tiap generasi sampai pada serangkaian generalisasi yang mendasar tentang bekerjanya alam, yang berguna untuk menjelaskan gejala-gejala teramat tertentu. Selalu hal ini dianggap sebagai kebenaran mutlak, sah selamanya dalam "semua dunia yang mungkin ada"^[i]. Walau demikian, setelah penelitian yang lebih dekat, mereka terbukti bukan mutlak, melainkan relatif. Pengecualian-pengecualian ditemukan, yang bertentangan dengan aturan-aturan yang baku, dan, pada gilirannya, menuntut satu penjelasan, dan demikian seterusnya sampai tak berhingga.

"Penemuan pertama adalah kesadaran bahwa tiap perubahan skala membawa gejala yang baru dan jenis perilaku yang baru pula. Bagi fisikawan

partikel modern, proses ini tidak pernah berhenti. Tiap akselerator partikel yang baru, dengan peningkatan energi dan kecepatan, telah memperluas bidang pandang ilmu pengetahuan pada partikel-partikel yang semakin kecil dan skala waktu yang semakin singkat, dan tiap perluasan kelihatannya selalu membawa informasi-informasi baru."^[iii]

Apakah kita dengan demikian harus berputus asa bahwa kita tidak akan pernah mencapai kebenaran mutlak? Penyajian pertanyaan dengan cara ini menunjukkan ketidakpahaman akan hakikat kebenaran dan pengetahuan manusia. Maka Kant berpikir bahwa pikiran manusia hanya dapat memahami apa yang tampak. Di balik apa yang tampak itu, hadirilah *Thing-In-Itself*, hakikat segala sesuatu, yang tidak akan pernah dapat kita pahami. Terhadap hal ini, Hegel menjawab bahwa pengetahuan terhadap ciri-ciri sebuah hal adalah pengetahuan terhadap hal itu sendiri. Tidak ada tembok yang mutlak antara penampakan dan hakikat. Kita mulai dengan realitas yang menampakan diri mereka pada kita melalui indera kita, tapi kita tidak berhenti di sini. Menggunakan nalar kita, kita menyelam semakin dalam ke dasar misteri materi, berpindah dari penampakan pada hakikat; dari yang khusus ke yang universal; yang sekunder menuju yang mendasar; dari fakta menuju hukum.

Dengan menggunakan terminologi yang digunakan Hegel untuk menjawab Kant, seluruh sejarah ilmu pengetahuan dan pemikiran manusia secara umum adalah sebuah proses perubahan, dari *Thing-In-Itself* menjadi *Thing-for-Us*, dari hakikat benda-benda menuju apa yang berguna bagi kita. Dengan kata lain, apa "yang tidak dapat dipahami" pada satu tahap perkembangan ilmu pengetahuan akhirnya akan dapat dijelajahi dan dijelaskan. Tiap rintangan yang ditempatkan di jalur pemikiran akan diruntuhkan. Tapi, dengan memecahkan satu masalah, kita segera akan berhadapan dengan masalah-masalah baru yang harus pula dipecahkan, tantangan-tantangan baru yang harus diatasi. Dan proses ini tidak akan pernah berakhir, karena ciri-ciri dari jagad material sungguh adalah tak berhingga.

David Bohm menulis,

"Dengan mengikuti analogi ini lebih jauh, kita dapat mengatakan bahwa dengan memandang totalitas dari hukum alam kita tidak pernah memiliki cukup pandangan dan bidang irisan untuk dapat memberi kita pemahaman utuh atas totalitas ini. Tapi sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan, dan pengembangan ilmu-ilmu baru, kita mendapatkan semakin banyak pandangan dari berbagai sisi, pandangan yang lebih menyeluruh, pandangan yang lebih rinci, dsb. Tiap teori atau penjelasan tertentu atas satu himpunan gejala yang tertentu pula hanya akan memiliki wilayah kesahihan yang terbatas dan hanya cukup untuk konteks tertentu dan di bawah kondisi yang terbatas. Hal ini berarti bahwa tiap teori yang diekstrapolasi pada konteks yang acak dan pada kondisi yang acak akan (seperti pandangan parsial kita atas objek) membawa kita pada peramalan-peramalan yang penuh

kesalahan. Penemuan kesalahan semacam itu adalah salah satu dari cara yang terpenting untuk membuat kemajuan dalam ilmu pengetahuan.

"Sebuah teori baru, apa yang akhirnya akan dilahirkan dari penemuan kesalahan semacam itu, tidaklah merusak kesahihan teori yang lama. Melainkan, dengan memungkinkan satu perlakuan atas wilayah yang lebih luas daripada apa yang dapat ditangani oleh teori lama itu dan, dengan melakukan itu, ia membantu mendefinisikan satu kondisi di mana teori yang lama itu dapat mempertahankan kesahihannya (misalnya, seperti teori relativitas mengoreksi hukum Newton tentang gerak, dan dengan demikian membantu menetapkan batas-batas kondisi di mana hukum Newton berlaku yaitu di mana kecepatan relatif rendah dibandingkan dengan kecepatan cahaya). Maka, kita tidak berharap bahwa tiap hubungan kausal akan merupakan kebenaran mutlak; karena dengan melakukan ini, mereka akan diharuskan untuk dapat diterapkan tanpa pendekatan lagi dan tanpa pembatasan apapun. Melainkan, dengan demikian, kita melihat bahwa cara kemajuan ilmu pengetahuan adalah, dan selalu, melalui serangkaian pemahaman atas hukum alam yang semakin mendasar, luas dan akurat, setiap pemahaman memberi sumbangan pada penetapan kondisi-kondisi kesahihan dari pemahaman yang lebih dahulu (sebagaimana pandangan yang lebih luas dan rinci atas objek kita membantu memberi batasan atas pandangan atau himpunan pandangan tertentu)."^[iv]

Dalam bukunya *The Structure of Scientific Revolution*, Profesor Thomas Kuhn menggambarkan sejarah ilmu pengetahuan sebagai revolusi teoritik berkala, memutus masa-masa panjang yang hanya diisi oleh perubahan kualitatif, yang diabdikan untuk mengisi rincian-rinciannya. Dalam masa-masa "normal" semacam itu, ilmu pengetahuan bekerja di dalam satu himpunan teori tertentu yang disebutnya *paradigma*, yang merupakan asumsi yang tidak dipertanyakan lagi tentang bagaimana adanya dunia ini. Pada awalnya, paradigma yang ada merangsang perkembangan ilmu pengetahuan, memberikan kerangka kerja yang koheren untuk penyelidikan. Tanpa kerangka kerja yang disepakati bersama-sama, para ilmuwan akan selamanya berdebat tentang hal-hal yang mendasar. Ilmu pengetahuan, tidak lebih dari masyarakat, tidak dapat hidup dalam masa-masa gejala revolusioner yang permanen. Justru untuk alasan ini, revolusi adalah hal yang jarang terjadi, baik dalam masyarakat maupun dalam ilmu pengetahuan.

Selama beberapa waktu, ilmu pengetahuan dapat melangkah maju di atas jalur yang telah dikenal ini, sambil menumpuk hasil. Tapi, sementara itu, apa yang semula merupakan hipotesis baru yang berani akhirnya diubah menjadi ortodoksi yang kaku. Jika sebuah percobaan menghasilkan sesuatu yang bertentangan dengan teori yang ada, para ilmuwan mungkin menyembunyikannya, karena hasil-hasil itu dianggap subversif terhadap tatanan yang ada. Hanya ketika anomali itu bertumpuk sampai titik di mana mereka tidak lagi dapat diabaikan, ketika itulah landasan baru disiapkan untuk

munculnya satu revolusi ilmiah, yang menggulingkan teori yang dominan dan membuka satu masa perkembangan ilmu pengetahuan "normal" yang baru, pada tingkat yang lebih tinggi.

Walaupun tentu sangat terlalu disederhanakan, gambaran tentang perkembangan ilmu pengetahuan ini, sebagai sebuah generalisasi yang luas, dapat dianggap benar. Dalam bukunya *Ludwig Feuerbach*, Engels menerangkan sifat dialektik dari perkembangan pikiran manusia, seperti yang ditunjukkan baik dalam sejarah ilmu pengetahuan maupun filsafat:

"Kebenaran, yang merupakan tugas filsafat untuk mengenalinya, di tangan Hegel tidak lagi menjadi satu kumpulan pernyataan dogmatik yang sempurna, yang, setelah ditemukan, tinggal dihafalkan saja. Kebenaran kini terletak dalam proses pengenalan kebenaran itu sendiri, dalam perkembangan panjang sejarah ilmu pengetahuan, yang bergerak dari tingkat pengetahuan rendah ke tinggi tanpa pernah mencapai, melalui penemuan dari apa yang disebut kebenaran mutlak, satu titik di mana ia tidak lagi dapat maju lebih jauh, di mana kita tidak lagi memiliki sesuatupun untuk dikerjakan selain berpangku tangan dan menatap dengan kagum pada kebenaran mutlak yang telah dimilikinya."

Lagi:

"Baginya, [filsafat dialektik] tidak sesuatupun yang final, mutlak, suci. Ia mengungkap sifat sementara dari segala sesuatu dan di dalam segala sesuatu; tidak ada yang dapat menahannya kecuali proses tanpa henti dari lahir dan mati, peningkatan bersinambung dari rendah ke tinggi. Dan filsafat dialektik itu sendiri bukanlah apa-apa selain satu cerminan dari proses ini, yang terjadi di dalam otak yang berpikir. Ia juga, tentu saja, memiliki sisi konservatif: ia mengakui bahwa berbagai tahap tertentu dari ilmu pengetahuan dan masyarakat dibenarkan bagi masa dan keadaan yang melingkupi mereka; tapi hanya sebegitu saja. Konservatisme dari cara pandang ini adalah relatif; sifat revolusionernya adalah mutlak - satu-satunya kemutlakan yang diakui oleh filsafat dialektik."[\[v\]](#)

Apa itu Metode Ilmiah?

Dalam abad ketiga sebelum masehi, orang terpelajar Yunani, Eratosthenes, melihat bahwa sebuah tongkat yang ditegakkan di tempat yang disebut Syrene, tidak memiliki bayang-bayang tepat pada siang hari. Dari pengamatan atas gejala fisik riil ini, ia menyimpulkan bahwa bumi bulat. Ia kemudian mengirim seorang budak dari Alexandria ke Syrena untuk mengukur jarak antar kedua kota. Lalu, dengan menggunakan geometri yang sederhana, ia menghitung keliling bumi. Inilah bekerjanya secara nyata satu metode ilmiah. Ini adalah satu campuran antara pengamatan, hipotesis dan argumen matematik. Eratosthenes mulai dengan pengamatan (baik dilakukan sendiri maupun oleh orang lain). Lalu,

berdasarkan ini, ia menarik satu kesimpulan umum, hipotesis bahwa bumi ini permukaannya melengkung. Ia kemudian menggunakan matematika untuk memberi bentuk utuh dari teorinya.

Pencapaian brilian dari ilmu pengetahuan Alexandria telah ditutup oleh bangkitnya Kristianitas pada Jaman Kegelapan. Selama berabad-abad, perkembangan ilmu pengetahuan dilumpuhkan oleh kediktatoran spiritual dari Gereja. Hanya dengan membebaskan dirinya dari pengaruh agama, ilmu pengetahuan mampu berkembang. Namun, melalui puntiran sejarah yang aneh, pada akhir abad ke-20 berbagai upaya yang bertenaga telah dibuat untuk menarik mundur ilmu pengetahuan. Segala macam kuasi-religius dan ide-ide mistis bertebaran di udara. Gejala aneh ini berkaitan dengan dua hal. Pertama, pembagian kerja telah dilakukan pada tingkat yang demikian ekstrim sehingga ia mulai melahirkan berbagai bahaya. Spesialisasi yang sempit, reduksionisme dan perceraian yang hampir sempurna antara sisi teori dengan eksperimen pada fisika telah membawa akibat-akibat yang paling negatif.

Kedua, tidak ada satu filsafat yang cukup kuat untuk membantu menunjukkan jalan yang tepat bagi ilmu pengetahuan. Filsafat ilmu pengetahuan sudah berantakan. Ini tidak mengherankan karena apa yang kini disebut "filsafat ilmu" - atau mungkin lebih tepat disebut sekte filsafat positivisme logis yang menganugerahi dirinya sendiri dengan gelar itu - justru adalah yang paling tidak sanggup membantu ilmu pengetahuan untuk keluar dari kesulitan-kesulitan ini. Sebaliknya, ia justru telah membuat segalanya menjadi lebih buruk. Dalam dasawarsa belakangan ini, kita telah melihat satu kecenderungan yang semakin besar dalam fisika teoritik untuk mendekati gejala-gejala dunia alami dari sudut pandang matematik yang keterlaluan abstraknya. Jelas halnya demikian dalam kasus upaya ngawur untuk merekonstruksi apa yang disebut awal jagad raya. Seperti yang ditunjukkan Anderson dalam sebuah artikel yang ditulis di tahun 1972:

"Kemampuan untuk mereduksi segala sesuatu menjadi hukum-hukum dasar yang sederhana tidaklah mengakibatkan kemampuan untuk berangkat dari hukum-hukum itu untuk merekonstruksi jagad raya. Nyatanya, semakin banyak yang dikatakan para fisikawan partikel elementer pada kita tentang sifat-sifat hukum dasar, semakin tidak relevan hukum-hukum itu terhadap masalah-masalah yang sangat nyata yang dihadapi bidang-bidang ilmu lainnya, apalagi terhadap masyarakat."[\[vi\]](#)

Dalam beberapa dasawarsa terakhir telah tertanam dalam-dalam sebuah prasangka bahwa ilmu "murni", khususnya fisika teoritik adalah hasil dari

pemikiran abstrak dan deduksi matematik semata. Seperti yang dijelaskan Eric Lerner, Einstein turut pula bertanggung jawab untuk kecenderungan ini. Tidak seperti teori-teori sebelumnya, seperti hukum elektromagnetik Maxwell, atau hukum gravitasi Newton, yang memiliki dasar yang kokoh dalam percobaan-percobaan, dan segera dibenarkan oleh ribuan pengamatan terpisah, teori Einstein mulanya hanya dibenarkan berdasarkan dua hal saja - pembelokan cahaya oleh medan gravitasi matahari dan penyimpangan kecil dari orbit Merkurius. Fakta bahwa teori relativitas kemudian dibuktikan tepat telah mendorong orang lain, yang mungkin tidak setingkat dengan kejeniusan Einstein, untuk menganggap bahwa inilah cara untuk melangkah maju. Mengapa perlu repot-repot dengan percobaan yang makan waktu? Sungguh, mengapa perlu bergantung pada bukti fisik yang dapat diraba, kalau kita dapat langsung menuju kebenaran melalui metode deduksi murni?

Kita harus mengingatkan diri sendiri bahwa terobosan besar dalam ilmu pengetahuan datang di masa Pencerahan, ketika ia memisahkan diri dari ide-ide mistik-religius, dan mulai mendasarkan dirinya pada pengamatan dan percobaan, berangkat dari dunia material yang nyata, dan selalu kembali ke sana. Di abad ke-20, telah terjadi satu kemunduran menuju idealisme, baik Platonisme ataupun yang lebih buruk lagi, pada idealisme subjektif dari Berkeley dan Hume. Walaupun kejeniusannya tak dapat dipertanyakan lagi, Einstein masih tidak sanggup melepaskan diri dari kecenderungan ini, sekalipun ia seringkali terkejut oleh konsekuensi yang mengalir daripadanya. Kita masih harus berterimakasih padanya, misalnya, bahwa ia melancarkan penjagaan garis belakang yang keras kepala melawan interpretasi idealis subjektif Heisenberg terhadap mekanika kuantum.

Seperti banyak ilmuwan lain, Einstein tidak merasa nyaman dengan filsafat, dan dengan jujur mengakui bahwa ilmuwan-ilmuwan besar cenderung bukanlah filsuf ilmu yang baik. Walau demikian, ia sendiri membuat sejumlah pernyataan yang bersifat filsafati atau semi-filsafati, yang, karena prestise raksasa yang dimilikinya, pastilah dianggap serius oleh banyak ilmuwan - dengan beberapa hasil yang patut disayangkan. Di tahun 1934, misalnya, ia menulis:

"Teori relativitas adalah satu contoh yang baik atas ciri dasar perkembangan modern ilmu teoritik. Hipotesis yang dipakainya untuk berangkat semakin hari semakin abstrak dan tercerai dari pengalaman. Seorang ilmuwan teoritik semakin hari semakin diharuskan untuk menuntun dirinya dengan pertimbangan-pertimbangan yang murni matematik dan formal dalam pencariannya atas sebuah teori, karena pengalaman fisik dari pelaku

percobaan tidaklah dapat mengangkatnya ke dalam wilayah abstraksi yang tertinggi. Metode induktif yang dominan pada masa muda ilmu pengetahuan kini menyerahkan kedudukannya pada deduksi tentatif."[\[vii\]](#)

Pada kenyataannya, tidaklah benar bahwa Einstein sampai pada teorinya melalui proses argumen dan deduksi murni. Seperti yang dinyatakannya sendiri dalam bukunya *Essays in Science*, teori relativitas khususnya diturunkan dari karya Maxwell tentang listrik dan magnet, yang, pada gilirannya, didasarkan pada karya Faraday, yang memiliki landasan eksperimen yang kokoh. Baru setelah 1915, ketika ia berpaling pada kosmologi, Einstein berpaling pada metode deduksi abstrak untuk mendapatkan hasil-hasilnya. Di sini ia berpisah dari metode yang dominan, yakni dengan mengambil satu asumsi sebagai hipotesis dasarnya, asumsi yang bertentangan dengan pengamatan: paham bahwa jagad secara umum adalah homogen (terdistribusi merata dalam ruang).

Berangkat dari proposisi ini, Einstein menggunakan teori relativitas umumnya untuk membuktikan bahwa ruang adalah berhingga. Menurut pandangan ini, semakin besar massa dari sebuah kerapatan tertentu, semakin ia "memuntir ruang". Massa yang cukup besar akan membawa pada satu situasi di mana ruang terpuntir ke dalam dirinya sendiri sepenuhnya, menghasilkan sebuah "jagad yang tertutup". Ini merupakan, pada hakikatnya, satu kemunduran pada cara pandang abad pertengahan akan sebuah jagad yang berhingga, yang sebelumnya ditolak dengan alasan tidak ilmiah. Namun, di tahun 1915 sekalipun, telah terdapat cukup bukti bahwa jagad tidaklah homogen. Teori bertabrakan dengan fakta yang ditetapkan melalui pengamatan. Bukan satu kebetulan bahwa pencarian Einstein terhadap teori gabungan atas gravitasi dan elektromagnetik, yang dilakukannya selama tigapuluh tahun terakhir hidupnya, menemui kegagalan, seperti yang diakuinya sendiri.

Batasan bagi Empirisisme

Filsafat sejati berakhir dengan Hegel. Sejak itu kita hanya melihat satu kecenderungan untuk mengulang ide-ide lama, kadangkala mengisi rincian di sana-sini, tapi tidak ada lagi terobosan besar, tidak ada ide-ide gemilang baru. Ini sama sekali tidak mengejutkan. Perkembangan ilmu pengetahuan yang tak tertandingi selama seratus tahun terakhir telah membuat filsafat, dalam makna kunonya, menjadi pengulangan yang sia-sia. Hampir tidak ada gunanya berspekulasi tentang ciri jagad raya ketika kita berada pada posisi mampu mengungkapkan rahasianya dengan bantuan teleskop yang semakin hari semakin kuat, pesawat penjelajah antariksa, komputer dan akselerator partikel. Sebagaimana perdebatan tentang sifat tata-surya dihentikan oleh teleskop Galileo, demikian pula kemajuan teknik akan menjawab pertanyaan tentang

sejarah jagad raya, sambil menyajikan pertanyaan baru untuk dipecahkan oleh generasi mendatang.

Engels menulis,

"Segera setelah tiap ilmu yang terpisah dituntut untuk memperjelas posisinya dalam totalitas yang besar ini, dan akan pengetahuan kita atas segala hal, satu ilmu khusus yang berurusan dengan totalitas ini adalah pengulangan yang sia-sia. Apa yang tersisa dari keadaan independen dari filsafat terdahulu adalah ilmu berpikir dan hukum-hukumnya - logika formal dan dialektika. Yang lainnya melebur ke dalam ilmu positif tentang alam dan sejarah." [\[viii\]](#)

Namun filsafat tetap memiliki peran yang harus dimainkan, dalam dua wilayah yang tersisa baginya - logika formal dan dialektika. Ilmu pengetahuan, seperti yang telah kita lihat, bukanlah sekedar berurusan dengan pengumpulan fakta. Ia tetap menuntut campur-tangan aktif dari pemikiran, hanya pemikiranlah yang dapat menemukan makna yang terkandung di dalam fakta-fakta itu, keteraturannya. Masih tetap perlu untuk membuat hipotesis, yang dapat menuntun penyelidikan kita pada jalur-jalur yang paling membuahkan hasil, untuk memahami kesalingterhubungan riil antara apa yang nampaknya merupakan gejala-gejala yang saling tak berhubungan, untuk melahirkan keteraturan dari kekacauan. Hal ini membutuhkan pelatihan dan satu pengetahuan yang menyeluruh baik atas sejarah ilmu maupun filsafat. Seperti yang dikemukakan filsuf Amerika, George Santayana, "Orang yang tidak belajar dari sejarah ditakdirkan untuk mengulanginya." Salah satu dari konsekuensi yang paling berbahaya dari pengaruh positivisme logis pada ilmu pengetahuan abad ke-20 adalah bahwa semua aliran besar di masa lampau telah diperlakukan sebagai bangkai anjing. Kini kita lihat ke mana sikap seperti ini membawa kita. Mereka yang dengan sombong meremehkan "metafisika" telah dihukum karena kesombongan mereka. Belum pernah terjadi dalam sejarah ilmu pengetahuan, satu ketika di mana metafisika demikian berjaya seperti sekarang.

Aliran pemikiran yang murni empirik niscaya akan jatuh ke sini, seperti yang telah ditunjukkan oleh Engels jauh-jauh hari:

"Empirisme semata, yang paling-paling hanya mengijinkan dirinya berpikir dalam bentuk perhitungan matematik, berkhayal bahwa dirinya bekerja hanya dengan fakta-fakta yang tak terbantahkan. Nyatanya, ia bekerja terutama dengan paham-paham tradisional, dengan hasil-hasil pemikiran yang kebanyakan telah usang, demikianlah halnya dengan kelistrikan positif dan negatif, akan pemisahan kekuatan listrik, teori kontak. Paham-paham ini menyajikannya sebagai landasan dari sejumlah tak terhingga perhitungan

matematik di mana, karena keketatan rumus matematikanya, sifat hipotetis dari premis-premisnya terlupakan begitu saja. Jenis empirisme seperti ini bersikap lugu terhadap hasil-hasil pemikiran para pendahulunya sebagaimana ia bersikap skeptis terhadap hasil-hasil pemikiran sejamannya. Baginya, bahkan fakta-fakta yang ditetapkan melalui pengamatan secara bertahap menjadi tidak terpisahkan dari interpretasi tradisionalnya.... Mereka harus bersandar pada segala macam manuver dan kebijaksanaan usang, pada pulasan atas segala kontradiksi yang tak terpecahkan, dan akhirnya mendaratkan diri mereka ke dalam serangkaian kontradiksi yang membelenggu mereka tanpa dapat dilepas lagi." [ix]

Mustahil bagi para ilmuwan untuk terus memisahkan diri dari masyarakat, berdasarkan anggapan bahwa mereka murni tidak berpihak. Tidak ada seorangpun dari kita yang hidup di ruang hampa. Seperti yang dikatakan ahli genetika Amerika Theodosius Dobzhansky:

"Para ilmuwan sering memiliki kepercayaan naif bahwa jika saja mereka dapat menemukan cukup banyak fakta mengenai satu masalah, maka fakta-fakta itu akan dengan satu atau lain cara mengatur diri mereka sendiri dalam sebuah penyelesaian yang tepat dan tak terbantahkan. Hubungan antara penemuan ilmiah dan kepercayaan populer, bagaimanapun, bukanlah sebuah jalan satu arah. Kaum Marxis lebih sering benar ketika mereka menyatakan bahwa masalah-masalah yang dipilih para ilmuwan untuk dipecahkan, cara mereka mengupayakan pemecahannya, dan bahkan pemecahan yang cenderung mereka terima, dikondisikan oleh lingkungan intelektual, sosial dan ekonomi di mana mereka hidup dan bekerja." [x]

Kadang kala orang mengatakan bahwa Marx dan Engels menganggap dialektika sebagai sesuatu yang Mutlak - otoritas tertinggi dalam pengetahuan manusia. Paham seperti ini jelas berkontradiksi dengan dirinya sendiri. Dialektika Marxian berbeda dari Hegelian dalam dua cara yang mendasar. Pertama, ia adalah satu filsafat yang materialis, dan dengan demikian menurunkan kategori-kategorinya dari dunia realitas fisik. Alam ini tidak berhingga, tidak tertutup. Seperti itu pula kebenaran itu, tidak berhingga dan tidak dapat disimpulkan dalam sebuah sistem tunggal yang telah mencakup segalanya. Negasi dari negasi, seperti Engels sendiri jelaskan, adalah sejenis perkembangan yang spiral - satu sistem yang ujungnya terbuka, bukan dalam lingkaran yang tertutup. Itulah perbedaan mendasar kedua dengan filsafat Hegelian, yang akhirnya menentang dirinya sendiri karena ia mencoba menyatakan dialektika sebagai sebuah sistem yang tertutup dan mutlak.

Marx dan Engels menciptakan garis besar dari metode dialektik yang baru, yang kegunaannya telah ditunjukkan dengan gemilang dalam ketiga jilid *Capital*. Tapi, kemajuan yang luar biasa ilmu pengetahuan di abad ke-20 telah menyediakan cukup banyak material untuk mengisi, mengembangkan dan memperluas

cakupan dari dialektika. Perkembangan lebih jauh atas evolusi teori *chaos and complexity* akan menyediakan basis bagi perkembangan itu, yang akan merupakan keuntungan luar biasa baik bagi ilmu-ilmu alam maupun sosial. Dengan demikian kita tidaklah dapat mengatakan bahwa materialisme dialektik tidak akan pernah disalip oleh cara berpikir yang lebih baru dan memuaskan. Tapi kita pasti akan dapat mengatakan bahwa sampai saat ini, ia adalah metode telah ilmiah yang paling maju, menyeluruh dan lentur. Mari kita undang Engels bicara mewakili dirinya sendiri tentang hal ini:

"Lebih jauh, jika filsafat macam itu tidak diperlukan lagi, maka tidak ada sistem, bahkan sistem filsafat alami, yang tetap akan dibutuhkan. Pengakuan atas fakta bahwa segala proses alam adalah saling terhubung secara sistematis mendorong ilmu pengetahuan untuk membuktikan kesalingterhubungan sistematis ini di segala bidang, baik secara umum maupun rinci. Tapi satu penjelasan ilmiah yang cukup dan luas atas kesalingterhubungan ini, pembentukan citra mental yang akurat atas sistem dunia di mana kita hidup, tetaplah mustahil bagi kita, sebagaimana yang telah terjadi dan akan terjadi. Jika pada epos perkembangan umat manusia yang manapun satu sistem yang final dan definitif atas kesalingterhubungan di dunia - fisik dan juga mental dan historis - telah terbangun, artinya dunia pengetahuan manusia telah mencapai batasnya, dan bahwa perkembangan historis lebih jauh telah dihentikan pada saat masyarakat telah dibawa ke dalam kesesuaian dengan sistem - satu hal yang absurd, murni absurd.

"Umat manusia, dengan demikian, menemukan bahwa dirinya berhadapan dengan satu kontradiksi: di satu pihak, ia harus mendapatkan pengetahuan yang luas tentang sistem dunia dalam segala kesalingterhubungannya, dan di lain pihak, tugas ini tidak akan pernah diselesaikan dengan sempurna karena sifat dari manusia maupun sistem dunia itu sendiri. Namun kontradiksi ini bukan hanya terletak pada sifat dari kedua faktornya - dunia dan manusia - ia juga merupakan tuas utama bagi kemajuan intelektual, dan ia akan terus-menerus menemukan solusinya, hari demi hari, dalam perkembangan umat manusia yang progresif dan tanpa henti, sebagaimana yang dicontohkan oleh problem matematik yang menemukan jawabannya dalam satu deret tak berhingga atau pembagian yang berlangsung tanpa henti. Sebenarnya, tiap citra mental akan sistem dunia adalah terbatas, dan akan tetap demikian, secara objektif oleh situasi historis dan secara subjektif oleh keadaan mental dan fisik dari mereka yang menyitrakannya ke dalam tulisan."[\[xi\]](#)

Prasangka Terhadap Dialektika

Ilmu pengetahuan modern menyediakan setumpuk material yang sepenuhnya bersesuaian dengan pernyataan Engels bahwa "pada analisa terakhir, alam bekerja secara dialektik." Penemuan ilmu pengetahuan selama seratus tahun setelah wafatnya Engels sepenuhnya membenarkan pandangan ini.

"Ketika kita merenungkan Alam, atau sejarah umat manusia, atau aktivitas intelektual kita sendiri," tulis Engels, "gambaran pertama yang tersaji bagi kita adalah satu jaring-jaring hubungan dan interaksi yang tak berujung, di mana tidak satupun tinggal sebagaimana adanya, di tempatnya atau seperti

semula, tapi segala sesuatu bergerak, berubah, menjadi ada dan hilang dari keberadaan. Pandangan atas dunia yang primitif, naif, namun secara intrinsik tepat ini adalah apa yang menjadi filsafat Yunani kuno, dan yang pertama dijelaskan oleh Heraclitus: segalanya adalah dirinya sendiri dan sekaligus bukan dirinya sendiri, karena segalanya berada dalam sebuah fluks, terus-menerus berubah, terus-menerus lahir dan mati." [xii]

Mari kita bandingkan ini dengan kutipan lain dari Hoffmann:

"Di dalam dunia kuantum, partikel-partikel tanpa henti muncul dan menghilang. Apa yang kita anggap sebagai ruang kosong ternyata merupakan ketiadaan yang mendidih dan berfluktuasi, dengan foton-foton yang muncul seperti dari ketiadaan dan lenyap hampir segera setelah mereka dilahirkan, dengan elektron-elektron yang membuih untuk waktu singkat dari samudra yang mengerikan untuk menghasilkan pasangan elektro-proton yang umurnya hanya seketika dan beberapa macam partikel lain yang menambah kebingungan kita saja." [xiii]

Kebangkitan teori *chaos* menunjukkan satu reaksi yang telah lama diharapkan terhadap dominasi reduksionisme di masa lalu. Namun hanya sedikit perhatian yang telah diberikan pada karya rintisan Hegel, Marx dan Engels. Fakta yang mengejutkan ini sebagian besar dapat dijelaskan oleh prasangka yang luas terhadap dialektika, sebagian sebagai reaksi terhadap cara mistik yang telah ditempuh untuk menyajikan dialektika oleh aliran idealis setelah wafatnya Hegel, tapi terutama karena hubungannya dengan Marxisme. Dialektika Hegel telah digambarkan sebagai "aljabar revolusi". Jika hukum kuantitas dan kualitas diterima sebagai sah bagi kimia dan fisika, langkah berikutnya haruslah menerapkan hal itu pada masyarakat yang ada, dengan akibat-akibat yang akan sangat disayangkan oleh para pembela *status quo*.

Tulisan-tulisan ilmiah dari Marx dan Engels tidak dapat dipisahkan dari teori revolusioner mereka tentang sejarah secara umum (materialisme historis), dan telaah mereka tentang kontradiksi di dalam kapitalisme. Semua ini nampaknya tidak terlalu populer dengan mereka yang kini memegang monopoli kekuasaan politik dan ekonomi, dan yang mengendalikan, bukan hanya perusahaan-perusahaan koran dan televisi, tapi yang juga menggenggam di tangan mereka sebuah dompet yang menentukan nasib universitas-universitas, proyek riset dan karir akademik. Tidakkah mengejutkan bahwa materialisme dialektik adalah sebuah topik yang ditabukan, yang secara sistematis dilewati diam-diam, kecuali ketika ia dikutuk sebagai sejenis abrakadabra yang tidak memiliki nilai ilmiah sama sekali, oleh orang-orang yang jelas sama sekali tidak pernah membaca sebarispun tulisan Marx dan Engels? Benar, sejumlah kecil orang-orang yang gagah berani telah angkat bertanya tentang sumbangan Marxisme pada filsafat ilmu, tapi bahkan ketika itu terjadi, pertanyaan itu akan diibandingkan dan diping-pong dengan segala jenis kualifikasi, yang bertujuan untuk membuktikan

bahwa dialektika mungkin sah dalam satu bidang ilmu tertentu tapi tidak dapat diterima sebagai sebuah proposisi umum.

Di masa kini, ide tentang perubahan, tentang evolusi, telah merasuk dalam-dalam ke dalam kesadaran rakyat. Tapi evolusi biasanya dipahami sebagai sebuah perubahan yang perlahan, bertahap dan tidak terputus. Seperti yang dikemukakan Trotsky, "Logika Hegel adalah logika evolusi. Hanya saja kita tidak boleh lupa bahwa konsep 'evolusi' itu sendiri telah dikorupsi sepenuhnya dan dikebiri oleh para profesor di universitas dan para penulis liberal sehingga kini dimaknai 'kemajuan' yang damai."

Dalam bidang politik, prasangka umum ini menemukan wujudnya dalam teori gradualisme reformis, di mana hari ini lebih baik dari kemarin dan esok akan lebih baik dari hari ini. Sedihnya, sejarah manusia secara umum, dan sejarah abad ke-20 khususnya, menyediakan secuil saja kenyamanan bagi para pendukung pandangan tentang proses sosial yang penuh kedamaian ini. Sejarah mengenal masa-masa panjang perubahan yang bertahap tapi ini sama sekali bukan berarti sebuah proses yang mulus dan sinambung. Ia selalu disela oleh segala jenis ledakan dan bencana: perang, krisis ekonomi, revolusi dan kontra-revolusi. Penyangkalan terhadap hal ini adalah penyangkalan terhadap apa yang diketahui semua orang sebagai sebuah kebenaran. Jadi bagaimana kita harus memandang gejala ini? Sebagai kegilaan yang mendadak dan tidak dapat dijelaskan? Atau, sebaliknya, apakah mereka harus dilihat sebagai satu bagian integral dari proses perkembangan sosial - bukan kebetulan melainkan hasil yang harus terjadi sebagai akibat dari ketegangan dan stress yang menumpuk secara bertahap dan tak terlihat di dalam masyarakat dan yang, cepat atau lambat, akan menemukan jalan ke permukaan, seperti tekanan yang terkumpul di dalam kerak bumi menerobos keluar sebagai gempa-bumi!

Upaya apapun untuk menyingkirkan kontradiksi dari alam, untuk menghaluskan sudut-sudutnya yang kasar, untuk memaksakan aturan-aturan rapi dari logika formal padanya, seperti para tukang kebun di Versailles yang memaksakan aturan-aturan geometri klasik pada tanaman-tanamannya, niscaya akan gagal. Upaya semacam itu boleh memberikan rasa nyaman pada urat syaraf, tapi niscaya terbukti sepenuhnya mandul ketika digunakan untuk sampai pada pemahaman atas dunia nyata. Dan apa yang benar untuk alam yang hidup maupun yang tak hidup, pastilah benar juga untuk sejarah masyarakat manusia itu sendiri, sekalipun terdapat upaya-upaya keras kepala untuk membuktikan

sebaliknya. Sejarah masyarakat telah menunjukkan kecenderungan-kecenderungan yang mengulang dirinya sendiri - kontradiksi internal yang mendorong perkembangan; kebangkitan dan keruntuhan dari berbagai sistem sosial ekonomi; masa-masa panjang perubahan "evolusioner" yang bertahap, yang idsele oleh gejala yang mendadak, perang, dan revolusi, yang berdiri di persimpangan jalan dari tiap perkembangan historis yang besar. Apakah gejala-gejala yang demikian menyolok itu dapat diabaikan begitu saja sebagai kecelakaan, penyimpangan yang sementara dan patut disayangkan dari apa yang disebut "norma" evolusioner? Ataukah ia merupakan bukti yang tak terbantahkan dari kebodohan dan kebiadaban yang inheren dalam diri manusia?

Jika demikian halnya, maka segala upaya untuk sampai pada pemahaman rasional atas perkembangan manusia haruslah ditinggalkan. Kita terpaksa membuntut pendapat Edward Gibbon, penulis *The Decline and Fall of the Roman Empire* yang menggambarkan sejarah sebagai "sedikit lebih dari sekedar catatan akan kejahatan, kebodohan, dan bencana yang menimpa umat manusia." Tapi, seperti yang kami percayai dengan teguh, sejarah manusia maju menurut hukum-hukum dialektika yang sama dengan yang kita amati di seluruh alam (dan mengapa pula umat manusia dapat mengklaim memiliki "hak istimewa" sehingga seluruhnya dapat melepaskan diri dari hukum-hukum objektif tentang perkembangan?) maka pola dari sejarah manusia akan mulai memiliki makna. Sejarah dapat diterangkan. Bahkan ia dapat - dalam batasan tertentu - diramalkan, sekalipun peramalan atas gejala yang kompleks tidaklah akan selurus peramalan yang hanya melibatkan proses-proses yang linear. Hal ini berlaku pada peramalan akan terjadinya gempa bumi atau perubahan cuaca, sebagaimana pula dalam pergerakan masyarakat. Tidak ada yang dapat mengatakan dengan penuh keyakinan kapan kota Los Angeles akan diguncang gempa bumi, tapi kita dapat meramalkan dengan keyakinan mutlak bahwa gempa bumi itu akan terjadi.

Sekalipun dilakukan upaya yang paling keras untuk menyangkal kesahihan dialektika, ia selalu memberi balasan pada penyangkalnya yang paling keras sekalipun. Komunitas geologi yang paling konservatif telah dipaksa untuk menerima adanya pergeseran benua, kelahiran dan kematian benua-benua, yang semula mereka tertawakan habis-habisan. Para ahli biologi telah dipaksa untuk menerima bahwa ide lama tentang evolusi sebagai proses adaptasi yang bertahap dan tanpa terputus adalah pandangan yang sepihak dan keliru; bahwa evolusi terjadi melalui lompatan kualitatif yang penuh gejala, di mana kematian (kepunahan) menjadi prakondisi bagi kelahiran (spesies baru).

Pada tiap kelokan, kekayaan material yang disediakan oleh ilmu alam telah memaksa para ilmuwan untuk menerima kesimpulan-kesimpulan yang dialektik. Namun, mereka segera sadar, dan itu membuat mereka tidak nyaman, akan implikasi-implikasi "subversif" dari ide-ide mereka. Pada titik inilah mereka terburu-buru melontarkan segala macam penyangkalan malu-malu dan segala bentuk manuver untuk menutupi jejak mereka. Cara yang biasa ditempuh adalah dengan menyatakan bahwa mereka tidak mengenal bentuk filsafat apapun. Seperti karya Oscar Wilde, "cinta yang tak punya nyali untuk menyebut namanya sendiri," para penulis ini yang sangat fasih menerangkan segala sesuatu yang ada di bumi ini, tiba-tiba teragap-agap ketika diminta mengucapkan kata *materialisme dialektik*. Paling-paling, mereka ngotot, bahwa materialisme dialektik memang sah untuk bidang spesialisasi mereka sendiri tapi tidak memiliki penerapan apapun untuk bidang ilmiah lain yang lebih luas atau (bungkam pikiran ini!) pada masyarakat secara umum.

Sangat mengejutkan bahwa bahkan mereka yang mendukung teori *chaos* yang telah sangat dekat dengan posisi dialektik menunjukkan pula ketidaktahuan sepenuhnya tentang Marxisme. Maka, Ian Stewart dan Tim Poston dapat menulis dalam *Analog* (November 1981) baris-baris berikut ini:

"Maka 'hukum besi fisika' di mana - misalnya - Marx mencoba membangun hukum-hukum sejarahnya, sama sekali tidak ada. Jika Newton tidak dapat meramalkan perilaku dari tiga buah bola, dapatkah Marx meramalkan perilaku tiga orang manusia? Tiap keteraturan dalam perilaku kumpulan besar partikel atau orang haruslah bersifat statistik, dan itu memiliki rasa filsafat yang sama sekali berbeda." [xiv]

Jauh sekali dari sasaran. Marx tidaklah mendasarkan model sejarahnya pada hukum-hukum fisika sama sekali. Hukum-hukum perkembangan sosial haruslah diturunkan dari sebuah studi yang teramat teliti tentang masyarakat itu sendiri. Marx dan Engels mengabdikan seluruh hidup mereka untuk mempelajari, berdasarkan segunung data empirik yang dikumpulkan secara hati-hati, bahkan jika kita membaca ketiga jilid *Capital* secara sepintas kilaspun, hal ini akan nampak mencolok mata. Kebetulan, baik Marx maupun Engels sangatlah kritis terhadap determinisme mekanik secara umum dan Newton secara khusus. Upaya untuk menetapkan satu kesejajaran antara model Marx dengan model Newton dan Laplace adalah sama dengan upaya mendirikan menara di atas rawa yang tidak memiliki bagian padat sedikitpun.

Semakin dekat teori *chaos* bergerak pada pemeriksaan terhadap masyarakat yang kini ada, semakin besar potensial untuk sampai pada pemahaman tentang kontradiksi dari kapitalisme:

"Tapi di Amerika Serikat, yang menjadi ideal adalah kebebasan individu sebesar-besarnya - atau, seperti dikatakan (Brian) Arthur, 'membiarkan setiap orang menjadi John Wayne dan berlarian ke sana ke mari menenteng senjata.' Seberapapun ide ini telah dibuktikan keliru dalam praktek, ia akan terus memancarkan kekuatan mistis.

"Tapi increasing return telah menusuk ke jantung mitos itu. Jika kejadian kecil yang kebetulan dapat mengunci Anda ke dalam beberapa hasil yang mungkin, maka hasil yang benar-benar terpilih mungkin bukan yang terbaik. Dan itu berarti bahwa kebebasan individu sebesar-besarnya - dan pasar bebas - mungkin tidak menghasilkan kemungkinan dunia yang paling baik. Jadi, dengan menganjurkan increasing return, Arthur secara lugu telah melangkah ke dalam ladang ranjau." (Brian Arthur adalah seorang ekonom dan ahli teori chaos.)^[xv]

Stephen Jay Gould, yang telah memberi sumbangan penting pada teori evolusi yang kini diterima khalayak, adalah salah satu dari sedikit ilmuwan Barat yang telah dengan terbuka mengakui kesejajaran antara teorinya tentang "kesetimbangan yang terputus" dengan materialisme dialektik. Dalam bukunya *The Panda's Thumb*, ia menulis yang berikut ini:

"Jika gradualisme adalah lebih merupakan hasil dari pemikiran Barat ketimbang satu fakta yang ada di alam, maka kita harus mempertimbangkan filsafat perubahan alternatif untuk memperbesar dunia kita dan menyingkirkan prasangka-prasangka. Di Uni Sovyet, misalnya, para ilmuwan dilatih dengan filsafat perubahan yang sangat berbeda - apa yang disebut dengan hukum-hukum dialektika, yang dirumuskan ulang oleh Engels dari filsafat Hegel. Hukum-hukum dialektik jelas-jelas mengakui keterputusan. Mereka bicara, misalnya, tentang 'perubahan kuantitas ke kualitas'. Ini mungkin kedengaran seperti abrakadabra, tapi ia menyatakan bahwa perubahan terjadi dengan lompatan-lompatan besar yang menyusul satu akumulasi perlahan dari ketegangan-ketegangan yang ditahan oleh sistem sampai sistem itu mencapai titik patahnya. Panaskan air dan akhirnya ia akan mendidih. Tindas kaum pekerja semakin kejam dan Anda akan mendapatkan sebuah revolusi. Eldrege dan saya sangat terkejut ketika mengetahui bahwa banyak paleontologis Rusia mendukung sebuah model yang mirip dengan model kesetimbangan terputus kami."

Paleontologi dan antropologi, pada akhirnya, hanya dipisahkan oleh dinding yang amat tipis dari ilmu-ilmu sejarah dan sosial, yang memiliki implikasi politik yang berbahaya bagi para pendukung *status quo*. Seperti yang dinyatakan Engels, semakin dekat kita pada ilmu sosial, semakin kurang objektif dan semakin reaksioner mereka jadinya. Merupakan satu hal yang sangat melegakan bahwa Stephen Gould telah sampai sangat dekat pada sudut pandang dialektik, sekalipun ia menunjukkan kehati-hatian yang nampak jelas:

"Sekalipun demikian, saya akan mengakui satu kepercayaan pribadi bahwa pandangan tentang keterputusan mungkin akan terbukti sanggup memetakan tempo dari perubahan geologis dan biologis dengan lebih akurat dan lebih sering daripada semua teori pesaingnya - walaupun hanya karena

sistem kompleks dalam kesetimbangan adalah jamak dan sekaligus sangat tahan terhadap perubahan."^[xvi]

Di abad yang lalu, Marx dengan ironis menunjukkan bahwa sebagian besar ilmuwan alam adalah "materialis malu-malu". Pada paruh terakhir abad ke-20, kita melihat paradoks yang justru semakin besar. Para ilmuwan yang tidak pernah membaca sepatahpun kata dari Marx atau Hegel telah secara terpisah sampai pada banyak ide dari materialisme dialektik. Kami sangat yakin bahwa perkembangan selanjutnya dari ilmu pengetahuan akan membenarkan pentingnya metode dialektik, dan bahwa mereka yang merintisnya pada akhirnya akan mendapatkan pengakuan yang selama ini telah disembunyikan dari mereka.

Karikatur Stalinis

Satu halangan serius di jalur yang ditempuh banyak orang yang mencoba mendekati ide-ide Marxisme di masa lalu adalah satu karikatur yang disajikan oleh Stalin. Hal ini memainkan satu peran yang kontradiktif. Di satu pihak, sukses yang luar biasa besar yang dicapai oleh ekonomi nasional terencana di Uni Sovyet dengan kuat menarik banyak intelektual di Barat. Para ilmuwan terkemuka seperti J. B. S. Haldane di Inggris tertarik pada Marxisme, dan mulai menerapkannya pada bidang-bidang mereka dengan hasil-hasil yang sangat menjanjikan. Muncullah sejumlah karya yang berusaha menjelaskan penemuan ilmu pengetahuan paling mutakhir dengan bahasa yang mudah dipahami. Hasilnya sangat tidak merata, tapi literatur ini jelas lebih dapat dicerna dari segala mistis yang ditulis bagi konsumsi publik jaman sekarang.

Tidak ada keraguan bahwa terjadi kemajuan kebudayaan, pendidikan dan ilmu pengetahuan yang tak tertandingi di Rusia, yang menjadi rujukan bukan hanya bagi gerakan buruh internasional melainkan bagi para intelektual dan ilmuwan terbaik di Barat. Pencapaian-pencapaian ini menunjukkan potensi dari perekonomian nasional yang terencana, sekalipun terdapat satu cacat birokratik yang mengerikan, yang pada akhirnya mengerogoti keberhasilan-keberhasilan itu. Keberhasilan itu sangatlah kontras dengan situasi saat ini. Kejatuhan Uni Sovyet, dan upaya untuk bergerak ke arah "ekonomi pasar" telah menghasilkan kejatuhan yang mengerikan dalam tingkat kekuatan produktif dan budaya. Dalam semalam, satu serangan balik ideologis yang kolosal telah dilancarkan dalam skala dunia melawan ide perekonomian terencana, Marxisme dan sosialisme secara umum. Para musuh sosialisme telah mengambil keuntungan dari kejahatan-kejahatan Stalinisme untuk mengupayakan penghitaman terhadap nama Marxisme. Mereka bertujuan untuk meyakinkan rakyat bahwa

revolusi tidaklah akan memberi hasil dan bahwa, sebagai akibatnya, lebih baik bagi rakyat untuk tunduk pada aturan dari bank-bank dan monopoli-monopoli besar, menerima pengangguran massal dan kejatuhan standard hidup, karena, mereka bilang "tidak ada pilihan lain."

Kenyataannya, apa yang gagal di Rusia bukanlah sosialisme tapi satu karikatur birokratik atas sosialisme. Satu sistem yang totaliter dan birokratik tidaklah dapat hidup berdampingan dengan satu rejim ekonomi nasional terencana yang, seperti telah dijelaskan oleh Leon Trotsky di tahun 1936, membutuhkan demokrasi seperti tubuh manusia memerlukan oksigen. Tanpa peran serta yang aktif dan sadar dari rakyat dalam tiap tingkatannya, tanpa kebebasan penuh untuk melancarkan kritisisme, diskusi dan perdebatan, niscaya ia akan jatuh pada mimpi buruk birokratisme, korupsi, pita merah, amatirisme dan mismanajemen, yang akan menggerogoti basis dari ekonomi terencana itu pada akhirnya. Persis inilah yang terjadi di Uni Sovyet tempo dulu, seperti yang diramalkan oleh kaum Marxis sendiri jauh-jauh hari.

Rejim totaliter Stalinisme, dengan kawannya yang niscaya ada: korupsi, pemaksaan ketundukan, dan penjilatan, memiliki dampak yang paling negatif di bidang ilmu pengetahuan dan seni. Sekalipun terjadi impuls yang diberikan pada pendidikan dan kebudayaan oleh Revolusi Oktober dan perekonomian nasional terencana yang dimungkinkan olehnya, perkembangan bebas ilmu pengetahuan dihalangi oleh rejim birokratis yang mencekik itu. Lebih dari seksi-seksi lain dalam masyarakat Rusia, ilmu dan seni haruslah mengembangkan satu suasana kebebasan intelektual, kebebasan berpikir, berbicara dan membuat kesalahan. Ketiadaan kondisi semacam ini menyebabkan pemikiran kreatif akan menjadi layu dan mati. Maka Uni Sovyet, yang memiliki lebih banyak ilmuwan ketimbang Amerika Serikat dan Jepang digabungkan (dan mereka adalah ilmuwan yang trampil), tidak sanggup untuk mencapai hasil-hasil yang sama baiknya dengan apa yang dicapai di Barat, dan secara bertahap tertinggal di berbagai bidang.

Salah satu hal yang menciptakan segala macam kesalahpahaman tentang Marxisme adalah cara ia disajikan oleh para Stalinis. Elit penguasa di Rusia tidak dapat mentoleransi kebebasan berpikir dan kritisisme dalam segala bidang. Di tangan birokrasi, filsafat Marxisme diubah menjadi dogma yang mandul, atau satu varian dari sophisme yang digunakan untuk membenarkan segala manuver dari para pemimpinnya. Menurut Lefebvre, pada satu titik segala hal menjadi demikian buruk sehingga pimpinan tertinggi angkatan bersenjata Sovyet

mendesak agar pelajaran-pelajaran tentang logika formal dimasukkan kembali ke dalam kurikulum akademi militer karena kebingungan yang memalukan akibat pelajaran-pelajaran dari apa yang mereka sebut "diamat". Setidaknya, satu pelajaran tentang logika akan mengajari para kader sejenis ABC untuk menyusun argumen. Insiden kecil ini cukup untuk menelanjangi sifat karikatural dari "Marxisme" di tangan kaum Stalinis.

Di bawah Stalinisme, para ilmuwan dipaksa untuk menerima tanpa pertanyaan karikatur yang kaku dan tak bernyawa itu, sebagaimana pula sejumlah teori palsu yang sama sekali tidak memiliki basis ilmiah namun yang kebetulan sesuai dengan kepentingan birokrasi, seperti "teori" Lysenko tentang genetika. Kejadian-kejadian ini memburukkan nama materialisme dialektik di tengah komunitas ilmiah, sampai tahap tertentu, dan mencegah satu penerapan yang berhasil dan kreatif atas metode dialektik pada berbagai bidang ilmu pengetahuan yang seharusnya dapat memungkinkan kemajuan-kemajuan dalam ilmu pengetahuan itu sendiri dan pengembangan lebih lanjut atas ide-ide filsafat yang telah dijelaskan Marx dan Engels secara garis besar, tapi ditinggalkan untuk diisi oleh generasi selanjutnya.

Merupakan satu kutukan bagi rejim Sovet bahwa, selama lebih dari enam dasawarsa, dengan seluruh sumberdaya di seluruh negeri Sovyet di tangannya, birokrasi tidak sanggup menelurkan satupun ide yang orisinal ke dalam gudang ide Marxisme. Sekalipun terdapat keuntungan-keuntungan besar yang diraih dari perekonomian nasional terencana, yang menciptakan satu industri dan teknologi yang luar biasa dahsyat, mereka terbukti gagal menambahkan sesuatu yang baru pada penemuan-penemuan Karl Marx, yang bekerja sendirian dalam keadaan miskin di dalam ruang perpustakaan British Museum.

Walau demikian, keuntungan dari perekonomian terencana memungkinkan kemajuan-kemajuan yang mengagumkan di banyak bidang, satu fakta yang sangat ingin disembunyikan oleh hujan propaganda yang sekarang ini sedang mengucur deras. Lebih jauh lagi, di mana para ilmuwan benar-benar menerapkan metode dialektik pada berbagai bidang, hasil-hasil yang menarik pasti didapatkan. Hal ini ditunjukkan persis oleh teori *chaos*, satu area di mana para ilmuwan Sovyet, yang dipengaruhi oleh materialisme dialektik, berada di depan rekan-rekannya di Barat sejauh setidaknya dua dasawarsa. Pada umumnya tidak disadari bahwa riset-riset awal terhadap teori *chaos* dilakukan di Uni Sovyet, dan hal ini memberi satu impuls pada para ilmuwan di Barat yang

secara terpisah sampai pada kesimpulan yang sama, dan yang kemudian menyediakan ide-ide untuk pengembangan lebih lanjut dari riset-riset di Sovyet terhadap *chaos*, seperti yang diakui oleh Gleick:

"Berkembangnya teori chaos di Amerika Serikat dan Eropa telah mengilhami sejumlah besar karya paralel di Uni Sovyet; di satu pihak ia juga menyebabkan kebingungan yang cukup besar, karena banyak bagian dari ilmu baru itu tidaklah dianggap baru di Moskow. Para ahli matematika dan fisikawan Soviet memiliki tradisi kuat dalam riset tentang chaos, sejak karya A. N. Kolmogorov di tahun limapuluhan. Lebih jauh lagi, mereka memiliki tradisi bekerja bersama yang telah selamat dari kecenderungan berpisahannya matematika dan fisika di belahan dunia lain."^[xvii]

[1] "In all possible worlds" - sebuah spekulasi yang muncul dari penerapan secara membabi-butakan atas prinsip ketidakpastian Heisenberg, di mana dunia yang kita huni sekarang ini dianggap hanya merupakan salah satu dari jagad-jagad paralel yang tercipta ketika "Ledakan Besar". Teori tentang "jagad paralel" ini telah dijadikan bahan untuk berbagai film fiksi ilmiah, seperti "The Shifter". [Penerjemah.]

[i] Dikutip dalam M. Waldrop, *Complexity*, p. 81.

[ii] E. Lerner, *The Big Bang Never Happened*, p. 115.

[iii] Gleick, op. cit., p. 32.

[iv] D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, p. 32.

[v] MESW, Vol. 3, pp. 339-40.

[vi] Dikutip dalam Waldrop, op. cit., p. 81.

[vii] Dikutip dalam Lerner, op. cit., p. 128.

[viii] Engels, op. cit., p. 31.

[ix] Engels, *The Dialectics of Nature*, pp. 185-6.

[x] T. Dobzhansky, *Mankind Evolving*, p. 138.

[xi] Engels, *Anti-Dühring*, pp. 45-6.

[xii] *Ibid.*, p. 24.

[xiii] Hoffmann, op. cit., p. 210.

[xiv] Dikutip dalam Stewart, op. cit., p. 40.

[xv] Waldrop, op. cit., p. 48.

[xvi] S. J. Gould, *The Panda's Thumb*, pp. 153 dan 154.

[xvii] Gleick, op. cit., p. 76.

Bab 19. Keterasingan dan Masa Depan Umat Manusia **Kapitalisme Telah Sampai Pada Jalan Buntu**

Pada masa-masa dari 1948 sampai 1973-4, kita menyaksikan satu pertunjukan inovasi teknologi dan industri yang belum pernah kita saksikan sebelumnya. Namun, kesuksesan sistem kapitalis itu sekarang sedang berbalik. Pada saat penulisan buku ini, terdapat jumlah resmi sekitar 22 juta pengangguran di negara-negara kapitalis maju di zona OECD sendiri, bahkan tanpa memandang ratusa juta pengangguran dan setengah-pengangguran di Afrika, Asia dan Amerika Latin. Lebih jauh lagi, ini bukanlah siklus pengangguran yang sementara seperti di masa lalu. Ia adalah kanker yang menggerogoti perut masyarakat. Seperti wabah penyakit yang membawa maut, ia memukul bahkan seksi masyarakat yang sebelumnya percaya bahwa mereka akan selalu aman dari keadaan ini, seperti ketika krisis serupa terjadi di masa lalu.

Sekalipun terjadi kemajuan yang besar dalam ilmu dan teknologi, masyarakat menemukan dirinya berada di bawah kekuatan yang tidak dapat dikendalikannya. Menjelang fajar abad ke-21, orang melihat ke masa depan dengan penuh kekuatiran. Di tempat di mana kepastian pernah meraja, kini ketidakpastian telah mengambil tempatnya. Kegundahan umum ini pertama dan terutama menghantam kelas penguasa dan para ahli strateginya, yang semakin hari semakin sadar bahwa sistem mereka berada dalam kesulitan-kesulitan yang parah. Krisis dalam sistem menemukan cerminannya dalam sebuah krisis ideologis, yang muncul dalam partai-partai politik, gereja-gereja resmi, moralitas, ilmu pengetahuan, dan bahkan apa yang di masa kini disebut filsafat.

Kepemilikan pribadi dan negara-bangsa adalah dua belenggu yang mengganduli perkembangan masyarakat. Dari satu titik pandang yang objektif, kondisi untuk sebuah sosialisme dunia telah hadir selama beberapa dasawarsa. Namun, faktor menentukan yang memungkinkan kapitalisme untuk mengatasi separuh dari kontadiksi-kontradiksi internalnya adalah perkembangan dari pasar dunia. Setelah 1945, dominasi atas dunia oleh Amerika Serikat, didikte oleh kebutuhan untuk mengusir revolusi di Eropa dan Jepang dan untuk memagari Blok Sovyet, memberi mereka kesempatan, melalui perjanjian Bretton-Woods dan GATT, untuk memaksa kekuatan kapitalis lain untuk menurunkan tarif dan menyingkirkan lain-lain halangan bagi aliran pasar bebas.

Ini adalah kebalikan yang paling kontras dari kekacauan perekonomian pada masa-masa di antara dua Perang Dunia ketika intensifikasi dari persaingan nasional memunculkan dirinya melalui perlombaan devaluasi dan perang dagang yang membawa kita pada pengecilan kekuatan produktif di antara dua kekuatan, kepemilikan pribadi dan negara-bangsa. Sebagai akibatnya, masa-masa antar perang adalah masa-masa krisis, revolusi dan kontra-revolusi, yang berpuncak pada pembantaian imperialistik baru di tahun 1939-45.

Di masa-masa pasca perang, kapitalisme berhasil untuk mengatasi sebagian krisis fundamental sistem mereka melalui integrasi pasar dunia, menghasilkan satu pasar dunia yang satu dan berukuran raksasa. Ini menyediakan premis dasar bagi pasang-naik perekonomian yang dahsyat di tahun-tahun 1948-73, yang, pada gilirannya, membawa peningkatan standard hidup, setidaknya untuk seksi-seksi yang cukup besar ukurannya dalam masyarakat kapitalis di negeri-negeri kapitalis maju. Demikianlah, orang yang sekarat, seringkali mengalami ledakan energi yang besar, yang nampaknya merupakan awal pemulihan seutuhnya, tapi pada kenyataannya hanyalah satu prelude untuk kejatuhan baru yang lebih fatal.

Masa-masa seperti ini bukan hanya dimungkinkan, tapi niscaya, bahkan dalam epos kemunduran kapitalis, jika tatanan sosial yang ada tidak digulingkan. Namun demikian, pertunjukan pertumbuhan ekonomi yang meriah bak pesta kembang api itu, yang mencurahkan bertrilyun dolar selama beberapa dasawarsa, tidaklah dapat mengubah sifat dasar kapitalisme atau menghilangkan kontradiksi di dalamnya. Masa-masa panjang pasang-naik ekonomi dari 1948 sampai 1973 kini usai sudah. Tingkat pengangguran rendah, meningkatnya standard hidup dan negara-kesejahteraan adalah bagian dari masa lalu. Sebagai ganti pertumbuhan kita kini menghadapi satu kemandegan ekonomi, resesi dan krisis kekuatan produktif.

Para pemilik modal kini tidak lagi tertarik untuk menanam modalnya dalam aktivitas produksi. Almarhum Akio Morita, kepala Sony Corporation, berulang kali mengingatkan di tahun 1980-an bahwa sistem kapitalis telah terjerumus ke dalam bahaya dengan kecenderungan untuk bergerak dari industri produktif ke jasa. Sejak 1950-an, Amerika Serikat telah kehilangan lebih dari separuh lapangan kerja di bidang industri manufaktur, sementara tiga perempat dari seluruh lapangan kerja berorientasi ke sektor jasa. Kecenderungan yang sama hadir pula di Inggris, yang kini mengalami degradasi ke divisi tiga dalam

liga kompetisi kekuatan kapitalis dunia. Dalam sebuah artikel dalam *Director* (Februari 1988), Morita menyatakan:

"Apa yang ingin saya nyatakan adalah bahwa kecenderungan ini, bukannya merupakan kemajuan yang dewasa dari sebuah perekonomian yang dewasa dan merupakan sesuatu yang harus digairahkan, melainkan sesuatu yang destruktif. Karena dalam jangka panjang sebuah perekonomian yang telah kehilangan basis manufakturnya berarti telah kehilangan pusat vitalnya. Satu perekonomian yang berbasis jasa tidak memiliki mesin untuk menggerakkannya. Maka, tepukan dada tentang pergerakan dari manufaktur ke stasiun jasa berteknologi tinggi, di mana para pekerja duduk di depan komputer dan saling bertukar informasi sepanjang hari, merupakan satu hal yang sama sekali tidak pada tempatnya.

"Ini karena hanyalah manufaktur yang menghasilkan sesuatu yang baru, yang mengambil bahan mentah dan mengubahnya menjadi produk yang memiliki nilai yang lebih tinggi dari bahan mentah dari mana produk itu berasal. Agaknya sangat jelas bahwa unsur jasa dari sebuah ekonomi merupakan turunan dan bergantung pada sektor manufaktur."

Bukannya menciptakan pekerjaan dan meningkatkan kekayaan masyarakat, para monopolis besar kini mengabdikan segunung sumberdaya dalam spekulasi di pasar uang, mengorganisir pencaplokan perusahaan-perusahaan, dan segala macam aktivitas parasitis lainnya. Morita menunjukkan bahwa "Para pebisnis telah menjadi sangat takjub dengan permainan pasar valuta. Mereka telah menemukan bahwa mereka dapat menciptakan keuntungan cepat tanpa perlu menanamkan uang itu dalam bisnis yang produktif. Bahkan beberapa industri telah berpaling kepada kerajaan bursa efek. Orang-orang yang menghabiskan hidup mereka membungkuk di depan monitor yang menunjukkan transaksi saham paling mutakhir hidup sendirian saja di dunia. Mereka tidak punya kesetiaan. Mereka tidak membuat produk apapun. Mereka tidak menciptakan ide-ide baru. Mereka mendagangkan \$200 milyar setiap hari di London, New York dan Tokyo. Ini pertaruhan yang sangat besar, bahkan jauh lebih besar dari nilai barang aktual yang dijualbelikan dalam sehari. "Banyak sekali tersedia air untuk bermain ciprat-cipratan di ruang mesin," tulis Morita.

Morita membandingkan situasi kapitalisme dunia dengan permainan poker di atas sebuah kapal yang sedang tenggelam, dan menyimpulkan:

"Ini permainan yang memabukkan, penuh dengan kegairahan, tapi kemenangan dan kekalahan di meja poker tidak menutup fakta yang mengerikan bahwa kapal itu sedang tenggelam dan tidak ada seorangpun yang menyadarinya."

Sejak Morita menulis baris-baris ini, situasinya telah bertambah buruk. Pasar dunia yang berukuran raksasa itu, di bidang "derivatif", pasar saham, kini telah mencapai total nilai \$25 trilyun sehari dan sama sekali di luar kendali. Ini sama saja dengan berjudi pada skala kolosal. Ini membuat rumah judi South Sea Bubble menjadi remeh-temeh saja. Hal ini menunjukkan kerapuhan fundamental dari kapitalisme dunia, yang sangat mungkin akan berakhir pada sebuah *crash* keuangan baru, jauh lebih buruk dari yang terjadi di tahun 1929.

Kontradiksi itu Tetap Ada

Di tahun 1848, Marx dan Engels telah meramalkan bahwa kapitalisme akan tumbuh menjadi sebuah sistem dunia. Ini telah dibuktikan dengan cara yang hampir-hampir laboratoris di abad ke-20. Dominasi gila-gilaan dari pasar dunia adalah fakta terpenting dari epos ini. Kita mendapati sebuah perekonomian dunia, perpolitikan dunia, diplomasi dunia, kebudayaan dunia, perang dunia - ada dua perang dunia dalam seratus tahun terakhir, dan yang kedua hampir saja memadamkan cahaya peradaban manusia. Namun, globalisasi ekonomi tidaklah berarti pengurangan masalah, tapi, sebaliknya, justru merupakan intensifikasi yang dahsyat atas kontradiksi-kontradiksi yang ada.

Pada dasawarsa terakhir di abad ke-20, sekalipun terdapat berbagai keajaiban ilmu pengetahuan modern, dua pertiga umat manusia hidup dalam ambang batas barbarisme. Wabah seperti diare dan cacar membunuh tujuh juta anak dalam setahun. Hal yang seharusnya dapat dicegah melalui vaksinasi yang sederhana dan murah. Lebih dari 500.000 perempuan meninggal tiap tahun karena komplikasi saat melahirkan, dan mungkin sekitar 200.000 lainnya meninggal ketika aborsi. Negeri-negeri mantan jajahan menghabiskan hanya 4% dari PDB mereka untuk bidang kesehatan - rata-rata \$41 per kepala, bandingkan dengan jumlah \$1900 per kepala di negeri-negeri kapitalis maju.

Menurut laporan Perserikatan Bangsa-Bangsa, lebih dari enam milyar orang akan menghuni bumi pada akhir tahun 2000. Sekitar separuh dari mereka akan berusia kurang dari 20. Kebanyakan dari mereka akan menderita karena ketiadaan lapangan pekerjaan, kekurangan pendidikan dasar dan perawatan kesehatan, hidup di lingkungan yang terlampau padat dan berkondisi hidup sangat buruk. Diperkirakan 100 juta anak, dari 6 sampai 11 tahun tidak akan bersekolah. Dua pertiganya adalah perempuan. Kebetulan, bahkan di Amerika Serikat, UNICEF telah memperkirakan bahwa 20% anak hidup di bawah garis kemiskinan nasional. Bagaimanapun, situasi di negeri-negeri Dunia Ketiga telah

mencapai satu tingkat yang mengerikan. Sebanyak 100 juta anak hidup di jalanan. Di Brasil, masalah ini kini sedang diupayakan pemecahannya dengan melalui satu kampanye polisi dan pasukan pembunuh, untuk membunuh anak-anak karena mereka miskin, dan miskin merupakan kejahatan. Kekejaman serupa telah dijalankan juga terhadap para gelandangan di Kolombia. Tidak berapa lama lalu telah ditemukan bahwa sejumlah besar laki-laki, perempuan, dan anak-anak yang menggelandang telah dibunuh dan jenazah mereka dijual ke Universitas Bogota untuk dijadikan bahan percobaan bagi mahasiswa kedokteran. Kisah-kisah semacam ini mendirikan bulu kuduk mereka yang beradab. Tapi semua itu hanyalah perwujudan paling ekstrim dari moralitas sebuah masyarakat yang memperlakukan manusia sebagai komoditas belaka.

Satu juta telah tewas, empat juta terluka berat, dan lima juta telah menjadi pengungsi atau yatim-piatu sebagai hasil dari perang-perang di dasawarsa lalu. Pada banyak negeri mantan jajahan, kita melihat gejala perburuhan anak, yang hampir-hampir menyerupai perbudakan. Protes-protes munafik dari media Barat tidaklah mencegah hasil-hasil dari perburuhan anak ini untuk mencapai pasar Barat dan meningkatkan isi pundi-pundi dari perusahaan-perusahaan "terhormat" di Barat. Satu contoh yang khas adalah apa yang dipublikasikan baru-baru ini tentang sebuah pabrik korek api di mana anak-anak, kebanyakan perempuan, bekerja enam hari, 60 jam kerja seminggu, dengan bahan kimia beracun, dengan upah tiga dolar seminggu. Sebuah surat pada *The Economist* tertanggal 15 September 1993 menunjukkan bahwa: "Orang-orang tua memang menyadari nilai pendidikan bagi masa depan anak-anak mereka tapi seringkali kemiskinan mereka telah mencapai tingkat sedemikian rupa sehingga mereka tidak akan dapat bertahan tanpa upah dari anak-anak mereka yang bekerja."

Alasan utama untuk kemiskinan yang menistakan ini di Dunia Ketiga adalah penghisapan berganda yang dilakukan melalui perjanjian perdagangan, dan hutang jutaan dolar yang dimiliki negeri-negeri dunia ketiga terhadap bank-bank besar Barat. Bahkan untuk membayar bunga saja, negeri-negeri ini harus mengekspor makanan yang seharusnya mereka gunakan untuk memberi makan rakyatnya sendiri, dan mengorbankan kesehatan dan pendidikan bagi rakyatnya. Menurut UNICEF, pembayaran hutang telah menghasilkan penghasilan di dunia ketiga jatuh seperempatnya, pengeluaran untuk tunjangan kesehatan jatuh 50% dan pengeluaran untuk pendidikan jatuh 25%. Sekalipun ada teriakan-teriakan protes munafik atas dibabatnya hutan hujan Amazon, para ekonom Brasil telah menunjukkan bahwa motivasi utama untuk pembabatan ini adalah kebutuhan

untuk meningkatkan ekspor produk pertanian, seperti daging, yang diusahakan di atas tanah yang telah dibuka. Pembiayaan untuk pembabatan hutan ini datang dari Bank Dunia dan lain-lain organisasi keuangan dunia.

Dalam makna kata yang paling eksplisit, umat manusia saat ini berdiri di atas persimpangan. Di satu pihak, semua potensi untuk membangun surga di dunia telah kita miliki. Di pihak lain, unsur-unsur barbarisme mengancam untuk menelan seluruh planet ini. Sebagai tambahan beban, kita tengah diancam juga oleh kerusakan lingkungan. Dalam pengejaran keuntungan yang tergesa-gesa, perusahaan-perusahaan multinasional tengah menghancurkan planet ini. Hutan hujan tropis kini tengah dibabat dengan kecepatan 29.000 mil persegi per tahun [\pm 74.250 km persegi]. Ini adalah seluas Skotlandia. Orang boleh berspekulasi tentang apa yang menyebabkan kepunahan dinosaurus 65 juta tahun yang lalu. Tapi tidak akan ada keraguan tentang apa yang akan menyebabkan bencana yang sekarang ada di depan mata kita - pengejaran keuntungan yang tak terkendali dan anarki dalam produksi kapitalis.

Bahkan para ilmuwan yang tidak menganut sosialisme telah terdorong menuju kesimpulan (sepenuhnya logis, jika seseorang mau berhenti sejenak untuk berpikir) bahwa satu-satunya jalan keluar adalah sejenis perekonomian dunia yang terencana. Namun, ini tidaklah dimungkinkan bila terus berdasarkan kapitalisme. Empat puluh satu negara secara resmi mendukung "Strategi Pelestarian Dunia". Tapi, dengan tiadanya sebuah Federasi Sosialis Dunia, ini hanya di atas kertas saja. Kepentingan dari monopolis-monopolis besar adalah yang menentukan.

Namun, tidak ada sesuatupun yang niscaya tentang hal ini. Semua ramalan buruk tentang perjalanan umat manusia yang penuh keputusan, yang dimulai oleh Malthus, telah terbukti palsu. Potensi untuk perkembangan umat manusia tidaklah terbatas. Bahkan kini kita telah memiliki kemampuan untuk melenyapkan kelaparan dari muka bumi. Di Eropa Barat dan Eropa, produktivitas pertanian telah mencapai tingkat yang demikian tinggi sehingga para petani dibayar untuk tidak menghasilkan produk pertanian. Tanah yang subur diambil dari pengolahnya. Gandum dibuang ke laut atau dicampuri zat pewarna untuk membuatnya tidak dapat dimakan. Ada segunung daging, mentega dan susu bubuk. Tanaman olive di Spanyol dengan sengaja dicabut akarnya. Dan ada 450 juta orang di seluruh dunia yang kekurangan gizi, atau kelaparan.

Pada awal abad mendatang, negeri-negeri Lingkar Pasifik akan menghasilkan separuh dari produksi dunia. Perekonomian dunia akan tumbuh dewasa dan mandiri. Selama berabad-abad, orang-orang Eropa telah menganggap dirinya sebagai poros dari bola dunia. Secara objektif, ini sama tidak berdasarannya dengan ide Ptolomeus bahwa bumi adalah pusat jagad raya. Bahkan sejak tahun 1920-an Trotsky telah meramalkan bahwa pusat gravitasi sejarah dunia akan bergeser dari Atlantik ke Pasifik. Tahapan berikutnya dari sejarah manusia akan mencatat bahwa massa ratusan juta orang di Asia menyadari kekuatan mereka yang sesungguhnya, sebagai bagian dari sebuah Federasi Sosialis Dunia.

Azab Pengangguran

Kerja adalah aktivitas hidup kita yang utama. Sejak usia masih sangat muda, kita telah bersiap-siap untuk itu. Seluruh kegiatan bersekolah kita dirancang untuk itu. Kita menghabiskan seluruh kehidupan aktif kita di dalamnya. Kerja adalah basis yang melandasi seluruh masyarakat. Tanpanya, tidak akan ada makanan, pakaian, rumah, sekolah, kebudayaan, seni maupun ilmu pengetahuan. Dalam makna yang paling nyata, kerja adalah hidup itu sendiri. Penyangkalan atas hak bekerja seseorang berarti penyangkalan atas haknya mendapat standard hidup minimum. Sama saja dengan melucutinya dari harga dirinya, memutusnya dari lingkungan masyarakat beradab, membuat hidupnya sia-sia dan tak bermakna. Ketiadaan lapangan kerja adalah kejahatan terhadap kemanusiaan. Penciptaan satu kelas-bawah di kota-kota Amerika Serikat dan lain-lain negeri adalah satu kutukan yang dilontarkan atas masyarakat modern. Kutipan berikut mengungkapkan ketakutan dari seorang ahli strategi kapitalis terbesar tentang kecenderungan Barat menuju disinetegrasi sosial:

"Konsentrasi pertumbuhan populasi yang dikecewakan dan termiskinkan di kota-kota, yang bergantung dari infrastruktur yang rapuh merupakan satu hal yang matang bengkak penuh bahaya. Bukan hanya di sini ada satu kemungkinan besar bahwa solidaritas sosial yang mendasari negara-kesejahteraan akan dipatahkan dalam tahun-tahun mendatang. Semakin tingginya biaya untuk menyokong populasi yang bergantung ini akan merupakan cobaan atas kesabaran dari mereka yang lebih berhasil dalam pergulatan ekonomi.... Tapi itu masalah yang akan kita hadapi di abad mendatang.

"Negara-kesejahteraan telah membuat kesalahan yang akan dibayar dalam termin evolusioner. Perempuan kelas-kelas bawah melahirkan 60% lebih banyak anak daripada perempuan kelas menengah - kulit hitam atau putih. Tapi bahkan statistik ini masih kurang memperhitungkan dampaknya atas populasi. Perempuan kelas bawah bukan hanya memiliki lebih banyak anak, mereka juga mulai melahirkan pada usia yang lebih muda, yang membawa kita pada peningkatan deret ukur dari populasi kelas bawah sepanjang waktu."

Rees-Mogg, yang menghibur dirinya dengan khayalan bahwa "Marxisme sudah mati", mendukung politik reaksioner terbuka, yang dengan jelas mengingatkan kita pada ungkapan-ungkapan Kaum Malthusian di jaman Victoria ratusan tahun lalu:

"Mereka (orang-orang miskin) mendapat bantuan untuk menya-nyaiakan hidup mereka melalui satu insentif negatif atas program hak tunjangan yang secara efektif membebani mereka yang meninggalkan program kesejahteraan itu untuk bekerja dengan pajak 100% atau lebih. Dalam banyak kasus, nilai total dari bantuan makanan, subsidi sewa rumah, tunjangan pengangguran, suplemen pendapatan, penyediaan sarana kesehatan gratis dan lain-lain pelayanan melebihi pendapatan setelah pajak yang dapat diraih oleh seorang pekerja tidak terampil. Dan tunjangan kesejahteraan, karena definisinya, dapat diperoleh dengan sedikit atau tanpa usaha sama sekali. Anda tidak perlu bangun pagi-pagi sekali dan berdesak-desakan di angkutan kota untuk menjamin hidup Anda.... Penegakan hukum yang longgar juga membuat kemalasan, ketidakmampuan membaca dan kriminalitas menjadi semakin menarik. Anak-anak yang dapat membuat seratus dolar per jam sebagai pencuri atau pengedar narkoba kecil kemungkinannya untuk terkesan dengan kesulitan untuk belajar membaca atau mencari kerja dengan upah minimum yang mungkin akan dapat menjamin hidupnya kelak."^[i]

Di sisi lain Atlantik, perasaan gelap yang sama juga telah menyebar di kalangan ahli strategi kapitalis. Penulis dan ekonom terkenal Amerika, John Kenneth Galbraith, liberal dalam politiknya, tapi tetap saja sampai pada kesimpulan yang mirip. Dalam buku terakhirnya, *The Culture of Contentment*, ia mengeluarkan satu peringatan keras atas kemungkinan terjadinya satu konflik sosial yang muncul dari pembagian kelas dalam masyarakat Amerika:

"Namun kemungkinan akan terjadinya pemberontakan kelas bawah, yang sangat mengganggu kenyamanannya, ada dan semakin hari semakin besar. Telah terjadi beberapa ledakan di masa lalu, khususnya kerusuhan-kerusuhan di kota-kota besar di akhir 1960-an, dan ada beberapa faktor yang mungkin akan membawa pengulangan terhadapnya.

"Secara khusus, telah dijelaskan, kedamaian sangat tergantung pada perbandingan dengan ketidaknyamanan yang sebelumnya. Dengan berjalannya waktu, perbandingan itu memudar, dan juga dengan berlalunya waktu janji-janji masa lalu akan satu pelepasan dari kemiskinan relatif - atau pergerakan sosial ke atas - pudar pula. Hal ini khususnya dapat menjadi akibat dari resesi atau depresi yang berkepanjangan. Gelombang pekerja yang membanjiri pabrik-pabrik mobil dan bengkel-bengkel di Detroit- para pengungsi dari tanah-tanah pertanian Michigan dan Ontario dan kemudian juga orang-orang kulit putih miskin dari Appalachia - semakin hari semakin banyak jumlahnya. Banyak dari mereka yang datang dari Selatan untuk menggantikan mereka kini terdampar dalam pengangguran endemik. Tidak ada yang boleh terkejut jika hal ini akan, satu hari, melahirkan satu reaksi yang penuh kekerasan. Telah selalu menjadi salah satu tenet mendasar dari mereka yang mendapatkan kenyamanan bahwa mereka yang tidak mendapatkan kenyamanan itu menerima nasibnya dengan pasrah.

Kepercayaan semacam itu boleh jadi satu hari akan dibuktikan sebaliknya dengan mendadak dan penuh kejutan."^[ii]

Keterasingan

"Dunia ini bukanlah sekumpulan individu yang terisolasi; semuanya terhubung satu sama lain dengan satu atau lain cara." (Aristoteles)

"*No man is an Island*, tiada orang yang sepenuhnya sendirian; tiap orang adalah sekeping tanah dari sebuah Benua, sebagian dari yang keseluruhan. Jika sepotong Semenanjung ditenggelamkan oleh air, Eropa akan menjadi lebih kecil, demikian pula halnya dengan Puncak Gunung, atau Rumah karib Anda atau Anda sendiri; kematian tiap orang mengurangi arti saya sendiri, karena saya terlibat dalam keseluruhan Umat Manusia; dan karenanya tidak akan pernah tahu kapan lonceng maut memanggil; ia berdentang memanggil Anda." (John Donne, *Devotion upon Emergent Occasion*, no. xvii.)

Manusia menjadi manusia dengan memisahkan diri dari sifat murni kehevanan, yaitu, ketidaksadaran, naluri alamiah semata. Bahkan hewan yang paling kompleks sekalipun tidak dapat menandingi pencapaian umat manusia, yang memungkinkannya bertahan dan menjadi makmur dalam berbagai kondisi dan iklim, di laut, di udara, dan bahkan di antariksa. Umat manusia telah mengangkat dirinya demikian jauh dari keadaan "alami"-nya, keadaan kehevanannya, mereka telah menguasai lingkungan mereka sampai tingkatan yang tak tertandingi. Namun, paradoksnya, manusia masih terus dikendalikan oleh kekuatan-kekuatan yang membabi-buta di luar kendali mereka. Apa yang disebut "ekonomi pasar" didasarkan pada premis bahwa manusia tidaklah mengendalikan kehidupan dan nasibnya sendiri, tapi merupakan boneka belaka di tangan kekuatan-kekuatan tak kasat mata, yang, seperti seperti dewa-dewa yang rakus dan tak dapat diterka dari jaman dulu, mengatur segala sesuatu tanpa rima atau keteraturan sama sekali. Dewa-dewa ini memiliki pendeta-pendetanya sendiri, yang menghabiskan hidup mereka mengabdikan kepadanya. Para pendeta ini mendiami bank-bank dan bursa saham, dengan upacara-upacara mereka yang rumit, dan membuat keuntungan yang menebalkan pundi mereka melalui upacara itu. Tapi, ketika dewa-dewa marah, para pendeta itu panik, seperti sekawanan hewan yang berlarian ketakutan, dan dengan insting yang sama.

Orang-orang Romawi kuno menggambarkan budak sebagai "alat yang dapat berbicara" (*instrumentum vocale*). Kini, banyak buruh akan merasa bahwa penggambaran ini dapat juga diterapkan pada mereka. Kita seharusnya hidup dalam satu dunia post-modern, post-industrial, post-Fordist. Tapi, sejauh menyangkut kondisi kehidupan rakyat pekerja, apa yang telah berubah? Di

mana-mana, keuntungan yang telah didapat di masa lalu sedang mengalami serangan balik. Di Barat, standard hidup, bagi sebagian terbesar rakyat, kini sedang ditekan habis. Negara-kesejahteraan sedang digerogeti, dan ketersediaan lapangan pekerjaan tinggal masa lalu.

Di semua negeri, masyarakat sedang dijangkiti oleh satu perasaan gelap yang berkepanjangan. Perasaan ini dimulai dari atas dan menetes ke bawah sampai tingkatan terendah. Perasaan tidak aman yang dilahirkan oleh pengangguran massal permanen telah menyebar ke seksi-seksi angkatan kerja yang di masa lalu beranggapan bahwa diri mereka kebal terhadapnya - para guru, dokter, perawat, pegawai negeri, manajer pabrik - tidak ada lagi yang aman. Tabungan dari kelas menengah, nilai rumah mereka, juga terancam oleh pergerakan pasar uang dan bursa saham yang tak terkendali. Kehidupan milyaran umat manusia berada dalam genggaman kekuatan membabi-butakan yang bekerja dengan satu kengawuran yang akan membuat dewa-dewa masa lalu menjadi sangat rasional bila dibandingkan dengannya.

Beberapa dasawarsa lalu, dengan yakin diramalkan bahwa derap maju ilmu pengetahuan dan teknologi akan menyelesaikan semua masalah yang dihadapi umat manusia. Di masa depan manusia tidak akan lagi risau dengan perjuangan kelas, tapi dengan masalah mengisi waktu luang. Ramalan ini sama sekali bukannya tanpa dasar. Dari sudut pandang yang murni ilmiah, tidak ada alasan mengapa kita tidak seharusnya dimungkinkan mengurangi hari dan jam kerja, sekaligus meningkatkan hasil produksi dan standard hidup, berdasarkan produktivitas tinggi yang didapatkan dari penerapan teknologi baru. Tapi situasi sesungguhnya sangatlah berbeda.

Marx telah menjelaskan jauh-jauh hari bahwa, di bawah kapitalisme, diperkenalkannya mesin, bukannya mengurangi hari kerja, malah cenderung memperpanjangnya. Di semua negeri kapitalis utama, kita melihat satu tekanan tanpa ampun atas kaum pekerja untuk bekerja semakin lama, untuk mendapatkan upah yang semakin rendah. Dalam edisi 24 Oktober 1994, *Time* melaporkan satu peningkatan tajam dari perekonomian Amerika, dengan tingkat keuntungan yang membumbung tinggi:

"Tapi kaum buruh mengeluh bahwa bagi mereka pengembangan usaha berarti kelelahan. Di seluruh industri Amerika, perusahaan-perusahaan menggunakan lembur untuk memeras tetes keringat terakhir dari angkatan kerja Amerika Serikat; minggu kerja pabrik kini mencapai satu rekor 42 jam, termasuk 4,6 jam lembur. 'Orang-orang Amerika,' Audrey Freedman, seorang ekonom buruh dan anggota redaksi *Time*, mengamati, 'adalah pekerja paling keras di dunia.' Tiga besar produsen mobil telah mendorong

kecenderungan ini ke tingkat ekstrim. Para buruh mereka ditempatkan pada 10 jam lembur seminggu dan bekerja delapan jam pada hari Sabtu rata-rata enam hari dalam setahun."

Artikel itu juga mengutip sejumlah besar contoh baik dari kalangan pekerja kerah biru maupun kerah putih dari berbagai industri, yang mengeluh tentang beban kerja yang kronis:

"Saya mengerjakan kerja dari tiga orang," ujar Joseph Kelterborn, 44, yang bekerja untuk perusahaan telepon Nynex di New York City. Departemennya, yang memasang dan memelihara jaringan kabel-optik, telah direduksi dari 27 orang menjadi 20 pada tahun-tahun terakhir, sebagian dengan menggabungkan apa yang tadinya merupakan tiga posisi yang berbeda - operator saklar, operator daya dan operator pengujian - menjadi apa yang kini disebut carrier switchman. Sebagai hasilnya, kata Kelterborn, ia sering bekerja sampai empat jam ekstra seharinya dan satu hari ekstra tiap tiga minggu. 'Pada saat saya sampai di rumah,' keluhnya, 'saya hanya memiliki waktu untuk mandi, makan malam dan tidur sebentar; lalu tiba waktunya untuk kembali dan melakukan semuanya lagi.'"

Seperti yang telah ditunjukkan oleh Marx, peningkatan penggunaan mesin berarti semakin panjang hari kerja bagi mereka yang masih memiliki pekerjaan. Sejak dimulainya pemulihan atas resesi di bulan Maret 1991, perekonomian Amerika Serikat telah menciptakan hampir enam juta lapangan kerja baru, tapi masih juga kurang dua juta dari tingkat ketersediaan lapangan kerja sebelum resesi. Jika perusahaan-perusahaan Amerika Serikat menyewa tenaga kerja dengan tingkat yang sama dengan apa yang terjadi sebelumnya, peningkatan itu seharusnya berjumlah delapan juta atau lebih.

Artikel dalam *Time* itu menambahkan:

"Terdapat banyak bukti, nyatanya, bahwa Amerika Serikat sedang mengembangkan sejenis masyarakat dua tingkat. Sementara keuntungan perusahaan dan gaji para eksekutif meningkat dengan cepat, upah riil (yakni, setelah memperhitungkan inflasi) sama sekali tidak bergerak. Sungguh, pemerintah telah melaporkan bahwa median penghasilan rumah tangga riil di Amerika Serikat jatuh \$312, sementara sekitar sejuta orang jatuh ke bawah garis kemiskinan, mereka yang didefinisikan secara resmi sebagai miskin adalah 15,1% dari populasi Amerika Serikat, dibandingkan dengan 14,8% di tahun 1992. Semua itu adalah perkembangan yang mengejutkan di tengah empat tahun pemulihan bisnis yang kini dengan teguh tengah bertambah kuat."

Dalam *Communist Manifesto*, Marx dan Engels menunjukkan bahwa

"karena penggunaan mesin yang luas dan pembagian kerja, kerja proletariat telah kehilangan seluruh ciri individualitasnya, dan, sebagai akibatnya, semua minat kerja bagi individu. Ia menjadi alat pembantu mesin, dan hanya paling sederhana, paling monoton, dan ketrampilan yang paling

mudah dipelajari, yang dibutuhkan darinya. Maka itu, biaya untuk menghasilkan seorang pekerja dibatasi, hampir seluruhnya, sampai di tingkat yang hanya cukup untuk membuatnya bertahan hidup, dan untuk ia berkembang biak. Tapi harga komoditi, dan demikian pula halnya dengan tenaga kerja, adalah sama dengan biaya produksinya. Maka, sebanding dengan semakin menjijikkannya pekerjaan itu, semakin turun pula tingkat upah. Lebih lagi, sebanding dengan meningkatnya penggunaan mesin dan pembagian kerja, meningkat pula beban kerja, baik melalui perpanjangan jam kerja, melalui peningkatan ragam pekerjaan yang dituntut dikerjakan dalam rentang waktu tertentu atau oleh peningkatan kecepatan kerja mesin, dan lain-lain."^[iii]

Dalam salah satu film Charlie Chaplin yang paling terkenal *Modern Times*, kita mendapati satu gambaran kehidupan di jalur produksi sebuah pabrik besar di tahun 1930-an. Pekerjaan monoton yang dilakukan tanpa berpikir lagi, yang diulangi tanpa henti sungguh telah mengubah manusia menjadi alat pembantu mesin, "alat yang dapat berbicara". Sekalipun ada berbagai pembicaraan muluk mengenai "partisipasi", kondisi di kebanyakan pabrik tetap saja sama. Sungguh, tekanan atas buruh telah meningkat dengan pasti di tahun-tahun terakhir. Hal-hal kecil yang dapat membuat hidup ini lebih tertanggungkan telah dengan perlahan tapi pasti disingkirkan. Di Inggris, di mana kekuatan serikat-serikat buruh telah memenangkan berbagai hal di masa lalu, kini jam-makan telah pula disingkirkan. Kanselir Kohl memberi tahu kaum buruh Jerman bahwa mereka harus segera bekerja pada akhir minggu. Gambaran yang sama di mana-mana. Teknologi yang baru bukannya memperbaiki taraf kehidupan kaum buruh dalam industri, ia malah digunakan untuk memperburuk kondisi dari para buruh kerah putih. Di kebanyakan bank, rumah sakit dan kantor-kantor besar, posisi para pekerja kini semakin mirip dengan apa yang terjadi di pabrik-pabrik. Rasa tidak aman yang sama, tekanan yang tanpa henti atas sistem syaraf, stress yang sama, yang membawa masalah-masalah kesehatan, depresi dan perceraian.

Di tahun-tahun terakhir para ilmuwan telah kembali pada ide "manusia-mesin", dalam hubungannya dengan bidang robotik dan masalah kecerdasan-buatan (AI, *Artificial Intelligence*). Ide ini bahkan telah merasuki imajinasi populer, seperti yang ditunjukkan oleh kepopuleran film-film sejenis *Terminator*, di mana manusia dihadapkan melawan makhluk robot yang dirancang dengan demikian jeniusnya. Gejala yang terakhir disebut ini mengungkapkan cukup banyak tentang psikologi yang berkembang saat ini, yang dicirikan dengan dehumanisasi manusia, yang tercampur dengan satu perasaan bahwa umat manusia tidaklah memegang kendali atas nasibnya sendiri, dan ketakutan akan satu kekuatan tak terkendali yang mendominasi kehidupan manusia. Padahal, upaya untuk menciptakan kecerdasan-buatan merupakan satu kemajuan dalam ilmu robotik,

yang, dalam sebuah masyarakat rasional yang sejati, membuka satu kemungkinan yang gemilang bagi perkembangan umat manusia.

Penggantian kerja manusia oleh kemajuan permesinan adalah kunci bagi revolusi kebudayaan terbesar dalam sejarah, berdasarkan satu pengurangan umum atas jam kerja. Walau demikian, akan tetap merupakan satu kemustahilan untuk mereproduksi pikiran manusia ke dalam mesin, sekalipun pekerjaan-pekerjaan yang spesifik dapat dikerjakan lebih efisien oleh mereka. Ini bukan karena alasan yang mistik, atau karena sebuah "jiwa yang kekal", yang katanya membuat kita menjadi satu Ciptaan yang unik, tapi karena sifat dari pemikiran itu sendiri, yang tidak dapat dipisahkan dari semua aktivitas tubuh manusia, yang dimulai dengan kerja.

Marx dan Keterasingan

Bahkan bagi mereka yang cukup beruntung untuk memiliki pekerjaan, sembilan dari sepuluh kasus, kerja adalah satu rutinitas yang tak bermakna. Berjam-jam kerja tidaklah dilihat sebagai bagian dari kehidupan seseorang. Kerja tidak memiliki hubungan dengan hakikat kita sebagai manusia. Hasil dari kerja kita dimiliki orang lain, baginya Anda hanyalah sebuah "faktor produksi". Hidup dimulai saat Anda keluar dari tempat kerja, dan berhenti ketika Anda memasukinya. Gejala ini dijelaskan dengan baik oleh Marx dalam bukunya *Economic and Philosophic Manuscript of 1844*:

"Dengan demikian, terdiri dari apakah keterasingan kaum buruh?

"Pertama, fakta bahwa kerja itu adalah di luar diri pekerja itu, yaitu, tidak termasuk dalam sifat intrinsiknya; bahwa dalam pekerjaannya, ia tidaklah mengafirmasi dirinya sendiri melainkan menyangkalnya, tidak menjadi puas melainkan tidak bahagia, tidak mengembangkan dengan bebas energi mental dan fisiknya melainkan merusak tubuhnya dan mengganggu otaknya. Si pekerja itu, dengan demikian, hanya menjadi dirinya sendiri di luar pekerjaannya, dan di dalam pekerjaannya merasa bahwa ia bukan dirinya sendiri. Ia merasa nyaman ketika tidak bekerja, dan ketika ia bekerja ia tidak merasa nyaman. Kerjanya, dengan demikian, tidaklah dengan sukarela, tapi karena dipaksa; itulah kerja paksa. Ia hanyalah satu alat untuk memenuhi kepentingan yang diluar dirinya sendiri. Sifatnya yang asing itu muncul jelas dalam fakta bahwa segera setelah tidak ada lagi pemaksaan fisik atau lainnya, kerja disingkirkan seperti wabah.

"Kerja terasing, kerja di mana manusia mengasingkan dirinya sendiri, adalah kerja yang penuh pengorbanan diri, penuh mortifikasi. Yang terakhir, sifat pekerjaan yang terasing bagi pekerja muncul dalam fakta bahwa kerja itu bukanlah miliknya sendiri, tapi milik orang lain, bahwa kerja itu bukan merupakan bagian dari dirinya, atau ia menjadi bagian dari kerja itu, bukan baginya tapi bagi orang lain. Sebagaimana agama merupakan aktivitas spontan dari imajinasi manusia, dari otak dan hati manusia, bagaimana ia bekerja pada seorang individu namun tidak tergantung padanya - yaitu sebagai sesuatu yang berada di luar dirinya, baik ilahi maupun satanik -

demikian pula aktivitas seorang pekerja bukanlah aktivitas spontannya. Ia adalah milik orang lain; kerja bermana kehilangan jatidiri pekerja itu sendiri."^[iv]

Maka, bagi sebagian terbesar orang, hidup hanya dijalani sebagai sebuah aktivitas yang memiliki sedikit saja makna bagi individu; pada keadaan terbaik, hidup dapat ditoleransi; pada keadaan terburuk, hidup adalah siksaan. Bahkan mereka yang mengerjakan pekerjaan seperti mengajar anak-anak atau mengurus orang sakit, telah mulai merasa bahwa kepuasan mereka mulai dirampas, sejalan dengan semakin merasuknya hukum-hukum pasar ke dalam sekolah dan bangsal-bangsal rumah sakit.

Perasaan bahwa masyarakat telah mencapai titik impas tidaklah terbatas pada "kelas-kelas bawah". Di tengah kelas penguasa juga terdapat perasaan yang semakin menebal akan adanya wabah dan pesimisme tentang masa depan. Omong-kosong besar yang dikumandangkan terus-menerus tentang apa yang disebut keajaiban "perekonomian pasar bebas" semakin hari menjadi semakin kosong maknanya, sejalan dengan orang semakin menyadari situasi sebenarnya - jutaan pengangguran, serangan terhadap standard hidup, kekayaan luar biasa yang dibuat melalui spekulasi, kerakusan dan korupsi.

Sangatlah ironis bahwa para pembela tatanan yang ada saat ini menuduh Marxisme sebagai "materialistis", ketika kaum borjuis itu sendiri mempraktekkan jenis materialisme yang paling vulgar dan mengerikan, makna dalam kamusnya, bukan makna filsafatnya. Pengejaran kekayaan, diangkatnya kerakusan sebagai prinsip yang dominan, itulah pusat dari kebudayaan kita sekarang. Inilah agama mereka yang sebenarnya. Di masa lalu, mereka bersusah-payah untuk menutupi ini sejauh mungkin, bersembunyi di balik segala moral munafik tentang kewajiban, patriotisme, kerja yang jujur, dan segala kepalsuan yang lain. Kini mereka melakukannya secara terbuka. Di setiap negeri kita melihat wabah korupsi yang belum pernah terjadi sebelumnya, penggelapan, kebohongan, penipuan, pencurian - bukan pencurian oleh kriminal kelas teri, tapi penjarahan dalam skala masif, yang dikerjakan oleh para pebisnis, politisi, para kepala polisi dan militer dan para hakim. Dan mengapa tidak? Bukankah sudah kewajiban kita untuk menjadi kaya?

Buaian moneterisme mengangkat egotisme dan kerakusan menjadi sebuah prinsip. Ambil sebanyak yang Anda dapat, dengan cara apapun yang Anda sanggup, dan biarkan setan mengambil yang ketinggalan! Inilah hakikat inti dari kapitalisme. Itulah hukum rimba, yang diterjemahkan ke dalam bahasa mantra-

mantra ekonomi. Setidaknya, ia dianugerahi dengan kebersahajaan. Ia mengatakan terus-terang seperti apa sistem ekonomi kapitalis itu sebenarnya.

Tapi, betapa kosongnya filsafat ini! Betapa menyedihkannya pandangan tentang kehidupan manusia ini! Sekalipun mereka tidak mengetahuinya, para penguasa planet ini sebenarnya hanya budak juga, budak bisu-tuli dari kekuatan yang tidak dapat mereka kendalikan. Mereka tidak memiliki kendali sejati atas sistem ini, sebagaimana semut tidak dapat mengendalikan bukit rumah mereka. Pointnya adalah mereka cukup puas dengan keadaan ini, yang memberi mereka posisi, kekuasaan dan kekayaan. Dan mereka dengan garang melawan semua usaha untuk menjalankan perubahan yang radikal di masyarakat.

Jika ada sebuah benang merah dalam sejarah, benang merah itu adalah upaya manusia, laki-laki dan perempuan, untuk meraih kendali atas hidup mereka, untuk menjadi bebas, dalam makna yang paling sejati dari kata itu. Segala kemajuan ilmu dan teknologi, semua yang telah dipelajari umat manusia tentang alam dan dirinya sendiri, berarti bahwa kini ada potensi untuk mengambil kendali penuh atas kondisi yang kita alami. Namun, dalam dasawarsa terakhir dari abad ke-20, dunia ini kelihatannya malah berada dalam cengkeraman satu kegilaan yang aneh. Manusia semakin merasa kehilangan kendali atas takdirnya, kurang dari apa yang dirasanya di masa lalu. Perekonomian, lingkungan hidup, udara yang kita hirup, air yang kita minum, makanan yang kita makan - semua berada di bawah ancaman. Hilang sudah makna rasa aman. Hilang sudah sejarah yang merupakan satu derap maju tanpa henti menuju sesuatu yang lebih baik dari hari ini.

Di bawah keadaan ini, berbagai seksi dalam masyarakat mencari jalan keluar melalui obat-obatan dan alkohol. Ketika masyarakat ini tidak lagi rasional, manusia, laki-laki dan perempuan, lari kepada hal-hal yang tidak rasional untuk mendapatkan penghiburan. Agama, seperti yang dikatakan Marx, adalah candu, dan jika dituruti sampai titik ekstrimnya dampaknya tidaklah lebih berbahaya daripada lain-lain obat-obatan. Kita telah melihat bagaimana ide-ide religius dan mistik telah merasuk, bahkan ke dalam dunia ilmiah. Inilah satu cerminan dari watak jaman yang kini sedang kita lewati.

Moralitas

"Usahakanlah menguatkan komitmen moral dan kepercayaan agama Anda. Baca kembali *Sepuluh Perintah Allah* dan *Kitab-kitab Kebijakan*. Injil bukanlah guru sejarah yang buruk dan satu panduan untuk bertahan dalam keadaan yang berat." (Rees-Mogg)

"Siapa pun yang tidak peduli akan berpaling pada Musa, Kristus atau Muhamad. Siapa yang tidak puas dengan *mantra-mantra* eklektik akan mengakui bahwa moralitas hanyalah satu produk dari perkembangan masyarakat; bahwa tidak ada yang tidak dapat berubah padanya; bahwa ia merupakan pelayan dari kepentingan-kepentingan sosial; bahwa kepentingan-kepentingan ini saling berkontradiksi; bahwa moralitas, lebih dari segala bentuk ideologi lainnya, memiliki satu karakter kelas." (Trotsky)

"Marxisme menyangkal moralitas!" Betapa sering kita dengan pernyataan semacam ini, yang sebetulnya hanya menyatakan ketidaktahuan atas ABC-nya Marxisme. Benar, Marxisme menolak keberadaan dari moralitas yang supra-historis. Tapi tidaklah membutuhkan banyak keringat untuk menunjukkan bahwa aturan moral yang telah mengatur kelakuan manusia telah bergeser-geser dengan cukup tajam dari satu masa kesejarahan ke masa yang lain. Pada satu waktu, tidaklah dianggap tidak bermoral jika kita memakan para tawanan perang. Kemudian, kanibalisme dipandang dengan penuh kejjikan, tapi para tawanan perang boleh dijadikan budak. Bahkan Aristoteles yang agung itu siap membela perbudakan, berdasarkan bahwa budak tidaklah memiliki jiwa, dan daripada itu, bukanlah sepenuhnya manusia (argumen yang sama digunakan juga untuk perempuan). Kemudian, dianggap sesuatu yang tidak bermoral jika kita memiliki orang lain sebagai satu harta, tapi sangat dapat diterima jika para penguasa feodal memiliki para hamba yang terikat pada tanahnya dan sepenuhnya merupakan pelayan bagi tuannya, bahkan sampai memberikan para pengantin wanita untuk diperawani oleh sang tuan.[1]

Kini, semua hal ini dianggap sebagai barbar dan tidak bermoral, tapi lembaga kerja-upahan, di mana seorang manusia menjual dirinya sendiri secara ketengan pada seorang pengusaha, yang menggunakan kemampuannya bekerja sebagaimana yang diinginkan si pengusaha itu, tidak pernah dipertanyakan. Bagaimanapun, ini satu kerja bebas. Tidak seperti hamba atau budak, buruh dan pengusaha sampai pada satu persetujuan karena kehendak bebas mereka sendiri. Tidak ada yang mengharuskan seorang pekerja untuk bekerja pada satu majikan tertentu. Jika ia tidak menyukainya, ia boleh pergi dan mencari pekerjaan di tempat lain. Lebih jauh lagi, dalam sebuah perekonomian pasar bebas, hukum berlaku bagi semua orang. Penulis Perancis Anatole France menulis tentang "kesetaraan megah dalam hukum, yang melarang semua orang, tidak peduli kaya atau miskin, untuk tidur di bawah jembatan, untuk mengemis di jalanan, dan untuk mencuri roti."

Dalam masyarakat modern, sebagai ganti bentuk penghisapan terbuka, kita mendapati satu penghisapan yang tersembunyi, yang munafik, di mana hubungan riil antara laki-laki dan perempuan diterjemahkan ke dalam hubungan antar benda - potongan kertas kecil yang memberi pemegangnya kekuatan atas kehidupan dan kematian; yang dapat membuat apa yang buruk menjadi indah, yang lemah menjadi kuat, yang bodoh menjadi cerdas; yang tua menjadi muda.

Trotsky menulis bahwa hubungan uang telah tertanam dalam-dalam di kepala manusia sehingga kita mengatakan bahwa orang itu berharga sekian juta dolar. Uang adalah alat ukur bagi tingkat keterasingan yang hadir dalam masyarakat masa kini sehingga pernyataan seperti itu biasanya dianggap jamak. Maka juga tidak ada orang yang terkejut ketika, sepanjang satu krisis moneter, televisi bicara tentang mata uang layaknya seseorang yang sedang pulih dari sakit tertentu ("Poundsterling/dolar/Deutschmark menguat sedikit hari ini..."). Manusia dianggap sebagai benda, sementara benda, khususnya uang, dipandang dengan ketakjuban yang penuh tahyul, mengingatkan kita pada sikap religius orang-orang liar jaman dulu pada tiang pemujaan dan berhala-berhala mereka. Alasan untuk *pemberhalaan komoditi* ("*fetishism of commodities*") dijelaskan oleh Marx dalam jilid pertama *Capital*.

Pencarian atas moralitas mutlak terbukti sia-sia. Di sini lagi, hukum-hukum kekal logika tidak akan membantu kita sama sekali. Logika formal mendasarkan dirinya pada satu antitesis yang tetap antara kebenaran dan kekeliruan. Satu ide adalah benar atau keliru. Namun kebenaran, seperti yang diungkapkan penyair Jerman Lessing, bukanlah seperti mata uang yang diedarkan siap cetak dan dapat digunakan untuk setiap keadaan. Apa yang benar untuk satu waktu dan satu himpunan keadaan menjadi keliru di waktu dan keadaan lain. Hal yang sama berlaku juga bagi konsep "baik" dan "buruk". Apa yang dianggap "baik" dan terpuji dalam satu masyarakat dapat dianggap menjijikan di masyarakat lainnya. Lebih jauh lagi, dalam masyarakat tertentu, konsep tentang apa yang baik dan buruk seringkali berubah-ubah menurut keadaannya, dan menurut kepentingan dari satu kelas tertentu.

Jika kita mengecualikan *incest*, hubungan badan antara orang tua dan anak, yang kelihatannya ditabukan dalam hampir tiap masyarakat, hanya sedikit saja keharusan moral yang pada kenyataannya memiliki kemutlakan dan kekekalan. "Jangan mencuri" tidak memiliki banyak makna dalam masyarakat yang tidak berdasarkan kepemilikan pribadi. "Jangan berzinah" hanya memiliki makna dalam masyarakat di mana laki-laki mendominasi perempuan, di mana laki-laki

ingin menjamin bahwa kepemilikan pribadi akan diwariskan melalui anak-anak lelaki mereka. "Jangan membunuh" selalu dikelilingi oleh berbagai persyaratan, dan kemudian akan segera berubah menjadi sesuatu yang sangat berbeda, bahkan bertentangan; contohnya, "jangan membunuh" kecuali dalam pertahanan diri; atau "jangan membunuh" kecuali orang itu berasal dari suku/bangsa/agama yang lain.

Dalam tiap perang, para prajurit selalu diberkati terlebih dahulu oleh para pemuka agama sebelum mereka maju bertempur untuk membantai prajurit dari bangsa lain. Perintah moral yang *mutlak* "jangan membunuh" tiba-tiba berubah menjadi relatif jika dihubungkan dengan pertimbangan lain, yang pada pemeriksaan yang lebih teliti, ternyata berhubungan dengan kepentingan ekonomi, teritorial, politik atau strategis dari negara yang terlibat dalam pertikaian itu. Kemunafikan dari semua ini ternyata dengan baik sekali dalam bait singkat karya penyair agung Skotlandia Robert Burns, *On Thanksgiving For a National Victory*:

"Ye hypocrites! are these your pranks?
To murder men, and give God thanks?
Desist for shame! Proceed no further:
God won't accept your thanks for Murther."
["Hai kamu orang-orang munafik! apakah ini sebuah lawakan?
Kamu membunuh orang, dan berterimakasih pada Tuhan?
Hentikan demi rasa malu! Jangan lebih jauh berjalan:
Tuhan tidak akan menerima ucapan terimakasih untuk sebuah Pembunuhan."]

Perang adalah sebuah fakta kehidupan (dan juga kematian). Telah terdapat banyak sekali perang sepanjang sejarah manusia. Fakta ini boleh dipandang dengan jijik, tapi tidak dapat diabaikan. Lebih jauh lagi, seluruh isu yang terpenting di antara bangsa-bangsa selalu diselesaikan melalui perang. Pasifisme tidak pernah menjadi doktrin yang disukai oleh pemerintah-pemerintah, kecuali sebagai taktik diplomasi, yang tujuan satu-satunya adalah untuk menipu semua orang akan niat sejati dari pemerintah yang diwakili sang diplomat. Inilah mengapa kita membayar para diplomat itu. "Jangan bersaksi palsu" sama sekali tidak mereka pedulikan. Seorang komandan tentara yang tidak menggunakan segala yang ada dalam kemampuannya untuk menipu musuhnya akan apa yang sebenarnya diniatkannya akan dianggap seorang tolol, atau yang lebih buruk daripada tolol.[2] Namun demikian, di sini, kebohongan menjadi sesuatu yang terpuji - sebuah *kegemilangan militer*. Seorang jenderal yang membuka rahasia rencananya pada musuh akan ditembak selaku seorang pengkhianat. Seorang buruh yang mengungkapkan rencana pemogokan pada pengusaha akan dianggap pengkhianat pula oleh rekan-rekan kerjanya.

Dari beberapa contoh sederhana ini, jelaslah bahwa moralitas bukanlah sesuatu abstraksi yang supra-historis, melainkan sesuatu yang ber-evolusi secara historis, dan berubah setiap waktu. Di Abad Pertengahan yang Gelap, Gereja Katolik Roma mengutuk riba sebagai salah satu dosa maut.[3] Kini Vatikan memiliki bank sendiri, dan mendapatkan banyak uang melalui bunga pinjaman. Dengan kata lain, moralitas memiliki basis kelas. Ia mencerminkan nilai, kepentingan dan cara pandang dari kelas sosial yang dominan. Tentu saja ia tidak akan dapat berhasil memelihara satu tingkat kohesi sosial tertentu jika ia tidak diterima oleh sebagian terbesar penduduk. Maka, ia harus menampakkannya sebagai sesuatu yang mutlak, dan kebenaran yang tak terbantahkan, yang bila dilanggar akan membawa keruntuhan pada seluruh tatanan sosial.

Hanya sedikit saja pemandangan yang lebih menjijikkan dari pada melihat orang-orang kaya yang terhormat memberi kotbah tentang pentingnya moralitas, agama, keluarga berencana dan penghematan ekonomi. Orang-orang itu, yang kerakusannya terwujud tiap hari dalam peningkatan raksasa dalam upah bagi para direktur, mengkotbahkan kaum buruh tentang pentingnya semangat berkorban. Para spekulator itu, yang tidak pernah ragu untuk menjatuhkan nilai mata uang di negeri mereka sendiri ke dalam kekacauan supaya dapat menggembungkan lebih jauh pundi-pundi mereka yang telah bengkak itu, mengkotbahkan kita tentang pentingnya nilai-nilai patriotisme. Para bankir, orang-orang pemerintah, dan para pengusaha multinasional itu, yang tanpa belas-kasihan memeras kering rakyat di Afrika, Asia dan Amerika Latin, menyerukan kengerian mereka melihat kaum buruh dan tani mengangkat senjata untuk mempertahankan hak-hak mereka. Mereka berkotbah tentang pentingnya perdamaian di dunia. Tapi tumpukan senjata pembunuh di gudang mereka, yang mereka jual untuk mendapatkan keuntungan yang gemuk menunjukkan bahwa pasifisme mereka sangat relatif sifatnya. Kekerasan hanya dianggap kejahatan jika dilakukan oleh mereka yang miskin dan tertindas. Seluruh sejarah menunjukkan bahwa kelas penguasa selalu mempertahankan kekuasaan dan kedudukan istimewa mereka dengan jalan yang paling brutal, jika dianggap perlu.

Keluarga, Keteraturan, Kepemilikan Pribadi dan Agama selalu tertulis pada panji-panji kaum konservatif pembela *status quo*. Namun, dari seluruh institusi yang kelihatannya kokoh ini, hanya satu, kepemilikan pribadi, yang menjadi kepentingan sejati kelas penguasa. Agama adalah, seperti yang dikatakan Rees-Mogg dengan terus-terang, adalah senjata yang perlu untuk mengatur kaum miskin. Sebagian terbesar dari anggota kelas penguasa tidak percaya sepatuh

katapun tentang agama, atau lebih sering pergi ke Gereja daripada mereka pergi menonton opera, untuk memamerkan pakaian mereka yang terbaru. Pemahaman mereka tentang teologi sama kaburnya dengan apresiasi mereka terhadap komposisi karya Wagner, *Ring*.^[4] Dalam kehidupan pribadi mereka, kaum borjuasi hanya menunjukkan sedikit kepedulian akan "hukum-hukum kekal moralitas". Wabah skandal yang telah mengguncang lembaga-lembaga politik di Italia, Perancis, Spanyol, Inggris, Belgia, Jepang, dan Amerika Serikat adalah sekedar puncak gunung es, yang ketahuan saja. Namun mereka tetap berkeras berkotbah mengenai "kebenaran moral yang kekal" dan terkejut ketika mereka mendapati diri mereka ditertawakan orang.

Apakah ini berarti bahwa moralitas tidak ada? Atau bahwa kaum Marxis tidak memiliki moralitas? Salah besar. Moralitas ada dan memainkan satu peran yang perlu dalam masyarakat. Tiap masyarakat memiliki kode etiknya sendiri, yang berfungsi sebagai ikatan yang kuat, sampai tahap ia dikenali dan dihormati oleh sebagian terbesar anggota komunitas. Pada akhirnya moralitas yang ada dan kode hukum yang berusaha untuk memaksakannya dilakukan secara praktek mendapatkan dukungan penuh dari negara, mencerminkan kepentingan dari kelas atau kasta yang berkuasa, sekalipun hal itu dilakukan dengan cara yang terselubung. Sementara tatanan sosial-ekonomi membawa masyarakat melangkah, nilai, ide dan cara pandang dari lapisan berkuasa diterima tanpa pertanyaan oleh sebagian terbesar anggota masyarakat. Basis kelas dari moralitas dijelaskan oleh Trotsky:

"Kelas penguasa memaksakan tujuan-tujuan-nya kepada masyarakat dan membuat orang terbiasa dengan itu dengan menganggap segala hal yang melawan tujuan-tujuan itu sebagai tidak bermoral. Inilah fungsi utama dari moralitas resmi. Ia mengejar ide tentang 'kebahagiaan tertinggi yang dimungkinkan' bukan bagi mayoritas melainkan bagi minoritas yang kecil, dan semakin mengecil jumlahnya. Rejim semacam itu tidak akan bertahan sampai seminggu sekalipun jika hanya mengandalkan kekuatan kekerasan. Ia memerlukan semen moralitas."^[v]

Beberapa gelintir individu yang berani mempertanyakan moralitas selalu dicap sebagai penghujat dan dieksekusi. Mereka dianggap sebagai orang-orang yang "tidak bermoral" - bukan karena mereka tidak memiliki sudut moral tertentu, melainkan karena mereka tidak mau tunduk pada moralitas *yang ada*. Socrates dinyatakan menularkan pengaruh berbahaya pada kaum muda Athena, sebelum dipaksa meminum racun. Orang-orang Kristen pertama didakwa melakukan segala macam tindak tak bermoral oleh negara perbudakan yang mengeksekusi mereka tanpa ampun sebelum negara itu memutuskan lebih baik mengakui agama baru ini, supaya dapat membujuk para pemimpin Gereja ke dalam

korupsi. Luther dinyatakan sebagai titisan setan, ketika ia membuka serangan atas korupsi yang dilakukan oleh Gereja di abad pertengahan.

"Kejahatan" kaum Marxis terletak pada keberanian mereka menunjukkan bahwa masyarakat kapitalis telah memasuki pertentangan dengan kebutuhan-kebutuhan perkembangan sosial; bahwa ia kini adalah satu hambatan yang tak dapat ditoleransi lagi terhadap perkembangan umat manusia; bahwa ia matang biru dengan segala macam kontradiksi; bahwa ia telah bangkrut secara ekonomi, politik, budaya dan moral; dan bahwa semakin lama sistem ini bertahan semakin kita mempertaruhkan keselamatan dari seluruh planet ini. Dari sudut pandang mereka yang memiliki dan mengendalikan kekayaan masyarakat, ide-ide ini tentulah "buruk". Dari sudut pandang apa yang dibutuhkan untuk menemukan jalan keluar dari titik impas ini, ide-ide ini tepat, perlu dan baik.

Krisis kapitalisme yang berkepanjangan ini telah berakibat paling buruk pada moralitas dan kebudayaan. Di mana-mana, gejala disintegrasi sosial nampak mencolok mata. Keluarga borjuis berpecahan di mana-mana, tapi, karena tidak ada yang dapat menggantikannya, hal ini kemudian malah membawa satu mimpi buruk kemiskinan dan penghinaan bagi berjuta keluarga yang membutuhkan. Kota-kota Amerika Serikat dan Eropa yang sedang membusuk, dengan kantong-kantong pengangguran dan kehinaannya, adalah satu ladang pembibitan untuk penyalahgunaan obat, kejahatan dan segala macam mimpi buruk lainnya.

Dalam masyarakat kapitalis, orang dianggap sebagai komoditi yang dapat dibuang sesudah tidak dibutuhkan lagi. Barang yang tidak dapat dijual dibiarkan di gudang sampai membusuk. Mengapa manusia harus diperlakukan berbeda? Cuma, halnya tidak demikian sederhana dengan manusia. Mereka tidak dapat dibiarkan kelaparan dan meninggal dalam jumlah besar, karena penguasa takut akan konsekuensi sosialnya. Jadi, dalam kontradiksi puncak kapitalisme, kaum borjuis diharuskan untuk memberi makan para pengangguran, bukannya diberi makan oleh mereka. Satu keadaan yang benar-benar gila, di mana laki-laki dan perempuan ingin bekerja, untuk menambah kekayaan masyarakat, dan dihilangi untuk itu oleh "hukum-hukum pasar".

Ini adalah masyarakat yang sangat tidak berperikemanusiaan, di mana manusia dianggap lebih rendah daripada benda. Apakah mengherankan bahwa beberapa di antara orang-orang ini berlaku seperti bukan manusia? Tiap hari koran-koran tabloid dipenuhi dengan cerita-cerita horor tentang pelecehan yang mengerikan yang dilakukan terhadap mereka yang paling lemah, seksi masyarakat yang

paling tak berdaya - wanita, anak-anak, orang-orang tua. Inilah barometer paling akurat untuk mengukur keadaan moral masyarakat. Hukum kadangkala menghukum pelanggaran-pelanggaran ini, sekalipun secara umum kejahatan terhadap pemilikan (besar) diselidiki secara lebih bersemangat oleh polisi ketimbang kejahatan terhadap orang. Tapi, dalam semua kasus, akar sosial mendasar dari kejahatan selalu berada di luar jangkauan pengadilan dan kepolisian. Pengangguran merupakan induk dari segala jenis pengangguran. Tapi, masih ada faktor-faktor lain yang lebih halus dan tak kasat mata.

Budaya mengagalkan diri sendiri, keserakahan dan ketidakpedulian terhadap kesengsaraan sesama telah berkembang biak dengan pesat, khususnya dalam dua dasawarsa terakhir, ketika budaya ini diberi tanda tangan persetujuan oleh Reagan dan Thatcher, telah memainkan peran yang penting, sekalipun tidak mudah untuk mengkuantifikasinya. Inilah wajah sejati dari kapitalisme, lebih tepatnya, wajah sejati dari kapital monopoli dan kapital keuangan - tanpa belas-kasihan, kasar, rakus, dan kejam. Inilah kapitalisme di masa tuanya yang telah loyo, terus berusaha memulihkan kebugaran masa mudanya. Inilah kapitalisme parasit, dengan kecenderungan yang nyata untuk melakukan spekulasi keuangan dan moneter, bukannya memproduksi kekayaan yang sebenarnya. Ia lebih menyukai "jasa" daripada industri. Ia menutup pabrik-pabrik seperti kotak korek api, dengan keji menghancurkan seluruh komunitas dan industri, dan menganjurkan agar para penambang dan pekerja logam untuk mencari kerja di warung hamburger. "*Let them eat cake,*" abad ke-20 juga mengatakan ini pada mereka.

Agak terpisah dari konsekuensi sosial-ekonomi mengerikan dari doktrin ini, ia juga menyebarkan racun moral yang mematikan di seluruh bangunan masyarakat. Orang yang tidak memiliki kemungkinan untuk mendapatkan sebuah pekerjaanpun dipaksa berhadapan dengan sebuah pertunjukkan "masyarakat konsumerisme", di mana pencarian dan pembelanjaan uang disajikan sebagai satu-satunya aktivitas yang layak dikerjakan. Orang-orang yang dijadikan teladan dalam masyarakat ini adalah orang-orang yang gemar menyingkirkan sesamanya, orang-orang yang kaya dengan cepat, yang siap menghalalkan segala cara untuk "maju". Inilah wajah sejati dari "kebebasan berusaha", dari reaksi kaum monetaris - inilah wajah dari seorang petualang yang tak punya prinsip, seorang licik dan penipu, seorang yang picik dan dungu, seorang tukang pukul yang memakai jas mahal, personifikasi dari kerakusan dan pengagulan diri. Inilah orang-orang yang bertepuk tangan melihat penutupan sekolah dan rumah sakit, pemotongan dana pensiun dan lain-lain pengeluaran "yang tidak

mendatangkan keuntungan", sementara mereka menumpuk harga dengan mengangkat telepon, bahkan tanpa menghasilkan sesuatupun untuk kesejahteraan seluruh masyarakat.

Seringkali dinyatakan bahwa orang "secara alamiah" bertindak menurut kepentingannya sendiri. Lalu hal ini diartikan dengan cara yang sempit, egotisme individualistik. Pengertian semacam itu jelas sesuai dengan para pembela sistem sosial-ekonomi yang sekarang, di mana kerakusan dan pengejaran kepentingan-diri diagulkan sebagai prinsip moral yang mulia, sejajar dengan perwujudan "kebebasan pribadi". Jika demikian halnya, masyarakat manusia tidak akan pernah berkembang. Kata "kepentingan" [*interest*] itu sendiri datang dari kata Latin "*inter-esse*" yang berarti "mengambil tempat dalam (suatu hal)". Seluruh basis dari evolusi moral dan kecerdasan seorang anak adalah pergerakan menjauhi "egotisme" dan menuju rasa yang lebih peka atas kebutuhan dan keperluan orang lain. Masyarakat manusia didasarkan pada keperluan untuk produksi sosial, kerja sama dan komunikasi.

Ini semua adalah titik impas kapitalisme yang mengancam mendorong kebudayaan manusia kembali pada tingkat kekanak-kanakan, dalam maknanya yang terburuk - seperti seorang uzur kembali ke mentalitas anak kecil. Sebuah masyarakat yang terbelah dan mementingkan diri sendiri tanpa visi, tanpa moralitas, tanpa filsafat, tanpa jiwa, sebuah masyarakat "tanpa gigi, tanpa mata, tanpa perasaan, tanpa apapun."

Kemungkinan yang Tak Terbatas

Setiap sistem sosial berkhayal bahwa dirinyalah pamungkas dalam perkembangan sejarah. Segala sejarah yang sebelumnya dianggap hanya merupakan satu persiapan bagi cara produksi khusus mereka sendiri, dan semua bentuk kepemilikan yang legal, sistem moral, agama dan filsafat yang menyertainya. Namun tiap sistem masyarakat hanya ada sampai tingkat di mana ia menunjukkan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan populasi, dan memberikan harapan bagi masa depan. Saat ia gagal melakukan itu, ia memasuki satu proses yang tak dapat dibalik, proses kemunduran, bukan hanya secara ekonomi, tapi juga moral, kebudayaan dan dalam tiap aspeknya. Masyarakat seperti itu sudah mati, sekalipun para pembelanya menolak mengakui hal itu.

Sejalan dengan semakin mendekatnya akhir abad ke-20, terdapat satu perasaan keletihan dan kehabisan tenaga yang jelas dan merasuk ke mana-mana di dalam masyarakat kapitalis. Seakan cara hidup yang lama telah menjadi tua dan

membusuk. Ini bukanlah apa yang oleh para penulis dirujuk sebagai *mal du siecle*. Ia adalah satu kesadaran samar bahwa "ekonomi pasar" telah mencapai batasnya. Namun, sekalipun satu bentuk masyarakat tertentu telah hidup lebih lama dari seharusnya, ini tidak berarti bahwa perkembangan umat manusia sama terbatasnya. Sejarah bukan saja belum berakhir. Sejarah malah belum dimulai. Jika kita melihat sejarah sebagai sebuah kalender di mana 1 Januari merupakan awal terbentuknya bumi dan 31 Desember merupakan hari ini, dengan mengambil pembulatan usia bumi 5 milyar tahun, tiap detik akan merupakan 167 tahun, tiap menit 10.000 tahun. Jaman Kambrian Bawah akan dimulai tanggal 18 November. Manusia muncul sekitar pukul 11.50 malam pada tanggal 21 Desember. Seluruh sejarah manusia yang tercatat akan jatuh pada empatpuluh detik terakhir menjelang tengah malam.

Ilya Prigogine telah dengan bijak berkomentar bahwa "Pemahaman ilmiah tentang dunia di sekeliling kita baru saja dimulai." Peradaban manusia, yang bagi kita terlihat sangat tua, sesungguhnya masih sangat muda. Kenyataannya, peradaban yang sejati, dalam makna sebuah masyarakat di mana manusia dengan sadar mengendalikan hidupnya sendiri, dan sanggup hidup dalam satu keberadaan yang sepenuhnya manusiawi, bukannya satu perjuangan saling memangsa yang hewani, belum dimulai sama sekali. Apa yang benar adalah bahwa sebuah bentuk masyarakat tertentu telah menjadi tua dan lelah. Ia bertahan untuk tetap hidup, sekalipun ia tidak memiliki apapun lagi untuk ditawarkan. Pesimisme tentang masa depan, yang tercampur dengan tahyul dan harapan tak berdasar bagi sebuah Penyelamatan, merupakan satu ciri khusus bagi periode semacam itu.

Di tahun 1972, Club of Rome menerbitkan satu laporan yang gelap berjudul *The Limits of Growth* yang meramalkan bahwa pasokan bahan bakar fosil dunia akan habis dalam beberapa dasawarsa. Hal ini memprovokasi satu kepanikan, melambungnya harga minyak dunia, dan satu pencarian yang tergesa-gesa akan sebuah sumber energi alternatif. Lebih dari duapuluh tahun kemudian, tidak ada kelangkaan minyak atau gas, dan hanya sedikit saja orang yang sekarang mau repot-repot mencari satu alternatif. Pandangan rabun jauh macam ini adalah salah satu ciri kapitalisme, yang dimotivasi oleh pencarian keuntungan jangka pendek. Tiap orang tahu bahwa cepat atau lambat pasokan bahan bakar fosil akan habis. Satu rencana jangka panjang mutlak perlu untuk menemukan alternatif yang murah dan ramah lingkungan.

Alam menyediakan secara eksplisit sumber energi yang tak terbatas - matahari, angin, laut, dan di atas segalanya, materi itu sendiri, yang mengandung energi

raksasa yang belum dimanfaatkan. Fusi nuklir^[5] (bukan seperti fisi nuklir) menyediakan satu potensi untuk energi yang murah, ramah lingkungan dan tak terbatas. Tapi perkembangan dari bahan bakar alternatif bukanlah satu hal yang sesuai dengan kepentingan perusahaan monopoli minyak. Di sini lagi, kepemilikan pribadi atas alat produksi bertindak sebagai penghalang raksasa bagi perkembangan umat manusia. Masa depan planet ini hanya nomer sekian dibandingkan kepentingan segelintir orang untuk menjadi kaya.

Solusi bagi masalah-masalah mendesak yang dihadapi dunia ini hanya dapat digunakan dalam sebuah sistem ekonomi yang berada di bawah kendali rakyat. Masalahnya bukanlah bahwa terdapat satu batas inheren bagi perkembangan. Masalahnya terletak pada sistem produksi yang kuno dan usang, yang menyia-nyaiakan kehidupan dan sumberdaya, merusak lingkungan dan mencegah potensi ilmu pengetahuan dan teknologi untuk berkembang sepenuhnya. "Tidak ada satu hubungan antara ilmu pengetahuan dan kesempatan bisnis," seorang komentator menulis baru-baru ini, "teori relativitas umum masih harus diubah menjadi sumber penghasil uang." (*The Economist*, 25 Februari 1995.)

Namun, bahkan pada saat ini, kemungkinan yang terkandung dalam teknologi tetaplh menakjubkan. Inovasi teknologi telah membuka pintu pada satu revolusi kebudayaan yang sejati. Televisi interaktif kini telah merupakan satu proposal yang dapat dijalankan. Kemungkinan untuk berpartisipasi aktif dalam pengembangan program televisi memiliki potensi yang amat besar, jauh lebih besar dari sekedar menentukan program mana yang Anda ingin lihat. Ia membuka pintu untuk partisipasi demokratik dalam menjalankan masyarakat dan perekonomian dengan cara yang di masa lalu hanya ada dalam impian.

Kelahiran kapitalisme dicirikan oleh keruntuhan hubungan-hubungan parokial lama, dan kelahiran negara-bangsa. Kini pertumbuhan kekuatan produktif, ilmu dan teknologi telah membuat negara-bangsa itu sendiri menjadi suatu yang redundan, sia-sia. Seperti yang telah diramalkan Marx, negara-bangsa yang paling besar sekalipun diwajibkan untuk turut-serta dalam pasar dunia. Pandangan nasionalis sepihak ini telah menjadi sesuatu yang mustahil.

Back to the Future?

Manusia-manusia pertama terikat sangat erat dengan alam. Ikatan ini secara bertahap dipatahkan dengan perkembangan kehidupan perkotaan, dan pembagian antara kota dan desa, yang telah mencapai proporsi yang mengerikan di bawah kapitalisme. Perceraian antara manusia dan alam telah menciptakan dunia keterasingan yang tidak alamiah. Satu manifestasi lebih jauh dari sini

adalah perceraian sepenuhnya antara kerja mental dan fisik, pembelahan sosial yang tidak sehat yang memisahkan kasta-pendeta modern yang menguasai ilmu pengetahuan dari "mereka yang membelah kayu dan memanggul air." Itu bukan sekedar pengasingan manusia dari alam. Ini adalah pengasingan umat manusia dari dirinya sendiri. Keluar dari kondisi ketergantungan sepenuhnya atas alam, mengangkat diri keluar dari kubangan keberadaan hewani, menguasai kesadaran - inilah yang membuat kita menjadi manusia. Tapi kemenangan inipun telah hilang dari tangan kita, dan merupakan satu kehilangan yang semakin lama semakin dirasa sejalan dengan berlalunya waktu. Proses ini telah berjalan demikian jauh sehingga ia telah berubah menjadi kebalikannya. Sejalan dengan bertambah besarnya ukuran kota, semakin padat dan berpolusi, satu mimpi buruk sedang diciptakan. Dalam beberapa dasawarsa mendatang, Shanghai sendirian akan memiliki jumlah penduduk melebihi Inggris Raya, berdasarkan kecenderungan yang sekarang. Perumahan yang buruk, kejahatan, narkoba dan sebuah proses umum dehumanisasi dihadapi oleh jutaan orang menjelang abad ke-21.

Sifat "peradaban" yang sepihak dan artifisial ini menjadi semakin menekan, bahkan bagi mereka yang tidak menderita kondisi yang terburuk. Kerinduan akan bentuk-bentuk kehidupan yang lebih bersahaja, di mana manusia dapat hidup dengan lebih alami, bebas dari segala tekanan persaingan dan konflik mewujud dalam kecenderungan di kalangan muda untuk "drop out" dari masyarakat, dalam sebuah upaya untuk menemukan kembali surga yang hilang itu. Ada satu kesalahpahaman di sini. Pertama-tama, kehidupan orang-orang primitif tidaklah sesantai seperti yang dibayangkan. "Orang barbar yang mulia" selalu menjadi fiksi dari penulis-penulis Romantik, sama sekali tidak ada kemiripannya dengan kenyataan. Nenek-moyang kita sangat dekat dengan alam, hanya karena mereka adalah budak dari alam.

Namun demikian, ada sisi lain dari sini. Orang-orang "primitif" ini hidup cukup bahagia tanpa harus membayar sewa, bunga dan mencari keuntungan. Perempuan tidaklah dianggap sebagai milik pribadi tapi menempati kedudukan yang terhormat dalam masyarakat. Uang tidak dikenal. Demikian pula dengan negara, dengan birokrasinya yang mengerikan itu, dan badan khusus orang-orang bersenjata, polisi, sipir dan para hakim. Dalam komunisme kesukuan primitif, tidak ada negara dalam makna satu alat pemaksa, aparatus koersi, tapi para tetua dihormati semua orang, dan kata-kata mereka adalah hukum. Kemudian, para kepala suku berkuasa melalui penghormatan sukarela dari

seluruh komunitas. Koersi tidaklah diperlukan, karena semua orang memiliki kepentingan yang sama. Inilah basis bagi ikatan sosial untuk kerja sama dan persatuan. Tidak satupun penguasa modern yang akan pernah mencicipi penghormatan yang dinikmati para kepala suku kuno, yang dijamin oleh satu rasa identitas dan kewajiban bersama, yang "dikodifikasi" dalam tradisi oral sebagai legenda kesukuan, yang dikenal oleh semua orang dan diterima secara universal. Penghormatan ini pastilah hampir mirip dengan perasaan yang dimiliki seorang anak terhadap orang tuanya.

Dalam jaman yang katanya jaman pencerahan ini, banyak orang, termasuk mereka yang suka berpikir bahwa dirinya terpelajar, berpikir bahwa manusia tidak mungkin pernah bisa melangkah tanpa gejala-gejala yang perlu, semacam uang, polisi, penjara, tentara, perdagangan, pemungut pajak, hakim dan para uskup. Dan walaupun mereka benar melakukan itu, hal itu hanya dapat dijelaskan melalui fakta bahwa, karena mereka ini "primitif", mereka belum dapat menyadari manfaat yang diberikan oleh lembaga-lembaga ini bagi umat manusia.

Setiap orang yang pernah melihat film tentang suku-suku yang sampai sekarang masih hidup dalam peradaban jaman batu di Amazon mustahil tidak terkesan oleh kealamiah dan spontanitas mereka, mirip anak-anak, sebelum kedua hal itu diperas keluar dari mereka oleh kehidupan kapitalisme yang penuh persaingan dan perlombaan. Dalam Injil Mateus, Jesus mengatakan, "Sesungguhnya, jika kamu tidak bertobat dan menjadi seperti anak kecil ini, kamu tidak akan masuk ke dalam Kerajaan Sorga" (Pasal 18:3). Dalam proses pertumbuhan, sesuatu yang penting hilang, tidak akan pernah didapatkan lagi. Inilah runtuhnya keluguan, yang dalam kitab *Kejadian* digambarkan dengan kisah manusia memperoleh pengetahuan. Masyarakat modern tidak akan pernah dapat kembali pada komunisme kesukuan primitif, seperti seorang dewasa tidak akan menjadi kanak-kanak lagi.

Adalah satu hal yang dianggap tidak alami dan tidak sehat bagi seorang dewasa untuk berkeinginan kembali kepada masa kanak-kanaknya. Dalam kasus apapun, itu keinginan yang sia-sia, karena mustahil. Tapi seiring dengan keluguan, seorang anak memiliki kualitas yang berbeda - kegembiraan yang spontan dan kealamiah, yang merupakan satu hal yang asing bagi orang dewasa. Hal yang sama terjadi juga pada orang-orang "primitif", sebelum datangnya masyarakat berkelas, kesepihakan dan pembagian kerja yang membodohkan, yang memuntir dan membalik keberadaan manusia. Artis modern mana yang sanggup

menghasilkan lukisan yang memiliki keakraban dan keindahan alami demikian mengagumkan seperti yang dibuat oleh para pelukis gua di Lascaux dan Altamira?

Ini bukan satu masalah bagaimana mundur ke belakang, tapi bagaimana maju ke depan. Bukan satu upaya untuk kembali pada komunisme kesukuan yang primitif, tapi maju ke masa depan persemakmuran sosialis dunia. Negasi atas Negara membawa kita kembali ke titik awal perkembangan umat manusia, tapi hanya dalam penampakannya. Sosialisme di masa depan akan mendasarkan dirinya pada segala penemuan menakjubkan yang sudah dibuat di masa lalu dan kini, dan menempatkan mereka sebagai pembantu umat manusia. Dengan menggunakan istilah Hegel, inilah kasus dari "yang universal, namun dipenuhi dengan kakayaan yang khusus."

Tulis Marx,

"Seorang manusia tidak dapat menjadi kanak-kanak lagi, atau menjadi kekanak-kanakan. Tapi apakah ia tidak menemukan kegembiraan dalam kenafan seorang anak, dan apakah ia sendiri tidak harus berusaha menghasilkan kembali kegembiraan itu pada tingkat yang lebih tinggi? Apakah ciri sejati dari tiap epos tidak hidup dalam sifat kanak-kanak yang hidup di jamannya? Mengapa masa kanak-kanak dari sejarah manusia, masa perkembangannya yang paling indah itu, sebagai satu tahap yang tidak mungkin kembali, tidak boleh menimbulkan rasa kagum yang kekal? Ada kanak-kanak dan ada kanak-kanak yang telah berkembang sepenuhnya. Banyak orang yang sudah berusia lanjut termasuk kategori ini. Orang-orang Yunani adalah kanak-kanak normal. Pesona seni mereka bagi kita bukanlah satu kontradiksi terhadap tahap masyarakat mereka yang belum berkembang itu. Hasilnya, bukan, dan sebetulnya sangat terikat erat dengan, fakta tentang kondisi sosial yang belum matang yang menghasilkan karya-karya itu, dan satu-satunya kondisi yang dapat melahirkannya, kondisi yang tak akan pernah kembali."^[vi]

Sosialisme dan Estetika

Di masyarakat masa kini, arsitektur berada dalam hubungan yang buruk dengan seni. Orang terbiasa hidup dalam lingkungan yang buruk, perumahan yang buruk, dalam kota yang padat, dikepung oleh kebisingan dan polusi. Di akhir pekan, beberapa dari mereka pergi ke balai seni, di mana, untuk beberapa jam, mereka dapat mengagumi lukisan yang tergantung di dinding - pulau keindahan di tengah lautan kejelekan yang menyesakkan. Keindahan hidup sudah masuk kotak, satu mimpi yang tak mungkin terwujud, sebuah fiksi, sama jauhnya dari kenyataan dengan galaksi yang terjauh dari bumi. Demikian jauhnya ia telah terpisah dari kehidupan sehingga banyak orang mengagapnya sesuatu yang

tidak relevan dan tidak berguna. Rasa permusuhan terhadap seni, yang dilihat sebagai hak istimewa dari kelas menengah, adalah satu konsekuensi lebih jauh dari pembagian ekstrim antara kerja mental dan kerja fisik. Kondisi yang barbar melahirkan sikap yang barbar.

Keadaannya tidaklah selalu demikian. Dalam masyarakat manusia yang awal, musik, puisi yang epik dan perbincangan yang halus merupakan milik bersama dari semua laki-laki dan perempuan. Monopoli atas kebudayaan oleh minoritas kecil adalah produk dari masyarakat berkelas, yang melucuti mayoritas besar, bukan hanya dari kepemilikannya, tapi juga dari hak untuk mendapatkan perkembangan yang bebas atas pikiran dan kepribadiannya. Namun, jika kita berhenti dan berpikir tentang apa yang ada di balik permukaan ini, kita akan menemukan keinginan yang kuat untuk belajar, untuk mengalami ide-ide baru, untuk mencari cakrawala yang lebih luas. Kehausan massa akan budaya, yang tertindas jauh di bawah kondisi "normal", muncul ke permukaan dalam tiap revolusi.

Revolusi Rusia 1917, yang katanya merupakan tindakan yang barbar, pada kenyataannya merupakan satu titik awal bagi lompatan besar dalam kebudayaan, puisi, seni dan musik. Hal ini tidak dapat disangkal sekalipun kemudian dirusak kembangnya di bawah sepatu lars Stalinisme. Dalam revolusi Spanyol 1931-37, terdapat pencerahan seni yang serupa - puisi-puisi Lorca, Machado, Alberti dan di atas semuanya, Miguel Hernandez, diilhami oleh perjuangan itu, dan pada gilirannya didengarkan dengan perhatian yang kuat oleh jutaan orang yang sebelumnya tidak memiliki akses pada dunia seni dan budaya yang indah gilang-gemilang itu.

Dalam sebuah revolusi, orang-orang biasa, laki-laki dan perempuan mulai melihat diri mereka sendiri sebagai manusia, sanggup mengendalikan takdir mereka sendiri, bukan sekedar "alat yang dapat berbicara". Dengan kemanusiaan yang sejati muncullah harga diri; satu rasa penghormatan terhadap diri sendiri dan rekannya yang setia, penghormatan terhadap orang lain. Para pelayan menempelkan catatan di restoran-restoran Barcelona di tahun 1936, yang menyatakan: "Hanya karena seseorang harus bekerja di sini, itu tidak berarti Anda harus menghinanya dengan menawarkan tips." Inilah kelahiran kebudayaan - kebudayaan manusia yang sejati, yang merupakan bagian dari hidup itu sendiri. Gejala yang sama, dalam bentuk benih, dapat terlihat dalam berbagai pemogokan, di mana manusia, laki-laki dan perempuan,

mengungkapkan kualitas yang mereka tidak pernah mimpi untuk miliki. Tentu, jika pergerakan itu tidak membawa satu perubahan yang menyeluruh dalam masyarakat, beban berat dari kebiasaan dan rutinitas akan sekali lagi berdominasi. Kondisi material menentukan kesadaran. Namun, sebuah masyarakat sosialis yang berdasarkan teknologi dan budaya tinggi akan sepenuhnya mengubah cara pandang orang.

Seringkali dikatakan oleh para ahli logika dan matematika bahwa jenis simetri sempurna yang mereka kagumi mengandung satu nilai estetik yang intrinsik. Beberapa orang bahkan melangkah demikian jauh dengan mengklaim bahwa hal yang paling penting dari sebuah persamaan bukanlah apakah mereka menggambarkan realitas, tapi apakah mereka menyenangkan secara estetik. Walaupun tidak akan ada yang menyangkal bahwa simetri adalah indah, tapi terdapatlah simetri dan "simetri". Bangunan-bangunan serasi dari Athena klasik dianggap banyak orang sebagai titik tinggi dalam sejarah arsitektur. Tentu di sini terdapat satu simetri yang menyenangkan di sini, dan satu simetri yang mengingatkan kita pada hubungan linear geometri Euclides. Makna penting arsitektur di Athena pada jaman Pericles adalah satu ekspresi grafik dari cara pandang demokrasi Athena yang bersemangat publik (yang didasarkan, tentu saja, pada kerja kaum budak, yang sepenuhnya berada di luar demokrasi itu). Bangunan-bangunan besar di Acropolis dan Athena, tanpa kecuali, adalah *bangunan umum*, bukan kediaman pribadi. Di jaman kita sekarang, kemegahan semacam itu sangatlah jarang terdapat. Prioritas rendah yang diberikan pada arsitektur dibandingkan dengan seni lain bukanlah satu kebetulan.

Atas nama "nilai guna", yang merupakan sinonim sopan atas kata kebosanan, manusia dipaksa untuk hidup dalam kotak-kotak beton yang menjulang tinggi, yang tidak memiliki nilai artistik atau kehangatan manusiawi sama sekali. Kengerian semacam ini didesain oleh para arsitek, yang diilhami oleh prinsip-prinsip geometris yang ketat. Namun mereka sendiri lebih suka tinggal di vila mereka di luar kota, yang didesain a la abad ke-15, jauh dari mimpi buruk perkotaan yang mereka ciptakan sendiri. Manusia pada umumnya tidak suka hidup dalam kotak-kotak. Dan alam mengenal simetri yang sama sekali bukan berbentuk garis lurus atau lingkaran-lingkaran sempurna.

Semua itu hanyalah sisi lain dari koin keidiotan mekanik dari jalur produksi itu, di mana, mengutip Marx, manusia diperlakukan sebagai sekedar tambahan bagi mesin. Lalu mengapa orang-orang itu tidak kita giring saja untuk hidup bersama-

sama kita dalam bangunan beton kotak itu, yang dibangun dengan prinsip-prinsip "industrial" yang sama kokohnya? Reduksionisme yang sama keringnya, formalisme yang sama kosongnya, pendekatan yang sama linearnya telah menjadi watak arsitektur di abad ini. Di sini keterasingan dalam masyarakat kapitalis lanjut mewujudkan dirinya dalam perlakuan tanpa jiwa atas kebutuhan manusia yang paling dasar, untuk satu lingkungan hidup yang bersih, indah dan sepenuhnya manusiawi. Ketika hidup ini telah dilucuti dari seluruh kemanusiaannya, ketika ia dibuat tidak alamiah dengan seribu satu macam cara, bagaimana mungkin kita terkejut ketika beberapa di antara lingkungan itu menghasilkan produk yang berlaku dengan cara-cara yang tidak alamiah dan tidak manusiawi?

Di sini juga, kita menyaksikan satu pemberontakan terhadap ketundukan dan kekakuan yang tidak berjiwa. Blok-blok dan pencakar langit yang menjulang itu, yang dengan tepat digambarkan oleh seorang penulis Inggris sebagai "menara keidiotan yang telanjang", semakin hari semakin tak disukai. Dan tidak mengherankan. Itu semua adalah monumen atas keterasingan pada skala yang masif, satu kemerosotan progresif ke dalam kondisi hidup yang tidak manusiawi, yang melahirkan segala macam kengerian dari rahimnya.

Fisikawan Jerman Gert Ellenberger bertanya,

"Mengapa siluet dari sebuah pohon yang telah dirontokkan oleh badai, berlatarbelakangkan langit malam di musim dingin dianggap sebagai satu keindahan, tapi siluet dari sebuah bangunan serba-guna universitas tidak, bagaimanapun kerasnya para arsiteknya berusaha? Jawabannya kelihatannya bagi saya, bahkan jika kedengarannya agak spekulatif, dapat ditemukan pada pemahaman baru kita tentang sistem-sistem dinamis. Perasaan kita akan keindahan diilhami oleh pengaturan yang serasi atas keteraturan dan ketidakteraturan seperti yang terdapat dalam objek-objek alamiah - di awan, pepohonan, pegunungan atau kristal salju, dan kombinasi tertentu atas keteraturan dan ketidakteraturan yang khas bagi mereka."

Seperti yang diamati dengan tepat oleh James Gleick,

"Bentuk-bentuk yang sederhana tidaklah manusiawi. Mereka tidak akan beresonansi dengan cara alam mengorganisir diri sendiri, atau dengan cara manusia melihat dunia." [vii]

Jauh-jauh hari Karl Marx telah menunjuk pada konsekuensi berbahaya dari pemisahan kerja yang ekstrim antara kota dan desa. Ini bukan masalah "kembali ke alam", dalam makna yang dianjurkan oleh beberapa ahli ekologi, yang bermimpi melarikan diri dari kejelekan masa kini dengan mundur ke dalam apa

yang disebut pesona surga pedesaan dari sebuah masa lalu yang mistik. Tidak ada jalan untuk kembali. Ini bukan persoalan menyangkal teknologi, tapi perjuangan melawan penyalahgunaan teknologi demi keuntungan pribadi, yang menghancurkan lingkungan dan menciptakan neraka di dunia, di mana seharusnya sebuah surga ada di sana. Inilah tugas sentral yang dihadapi umat manusia dalam dasawarsa terakhir abad ke-20 ini.

"Pemikir" dan "Pekerja"

"Nec manus, nisi intellectus, sibi permissus, multum valent." (Baik tangan, maupun nalar, jika dipisahkan satu sama lain, tidak akan bernilai apa-apa.)
- Francis Bacon.

Perceraian total antara teori dan praktek di masyarakat masa kini telah menjadi sangat berbahaya. Watak yang semakin lama semakin fantastik dari "teori-teori" yang diedarkan oleh beberapa kosmolog dan fisikawan teoritik tertentu jelas merupakan sebuah konsekuensi dari fakta ini. Setelah dibebaskan dari keharusan untuk memperlengkapi teori mereka dengan bukti kongkrit, dan semakin bersandar pada persamaan yang rumit dan interpretasi yang ajaib dari teori relativitas, hasil dari pemikiran yang sepenuhnya spekulatif ini semakin hari semakin mengejutkan.

Telah tiba waktunya untuk memeriksa kembali seluruh sistem pendidikan, dan sistem masyarakat berkelas yang menjadi sandarannya. Tiba waktunya untuk menimbang kembali kesahihan dari pembagian umat manusia menjadi "pemikir" dan "pekerja", bukan dari sudut pandang keadilan moral, melainkan sekedar karena ia kini telah menjadi satu penghalang bagi perkembangan kebudayaan dan masyarakat. Perkembangan umat manusia di masa datang tidak dapat didasarkan pada pembagian kaku macam ini. Teknologi baru yang kompleks menuntut satu angkatan kerja yang terdidik, yang mampu melakukan pendekatan yang kreatif terhadap pekerjaannya. Hal ini tidak akan pernah tercapai dalam masyarakat yang terpecah di tengah oleh pembedaan kelas. Dalam sebuah kutipan yang sangat perseptif, Margaret Donaldson menunjukkan situasi yang tidak memuaskan yang ada di universitas-universitas kita saat ini:

"Lihatlah fakultas teknik di universitas kita. Mereka mengajarkan matematika dan fisika, dan mereka memang harus mengajarkan itu. Tapi mereka tidak mengajarkan orang untuk membuat sesuatu. Anda dapat lulus dari teknik mesin tanpa pernah menggunakan mesin giling. Hal-hal ini hanya dianggap cocok untuk para teknisi. Dan bagi kebanyakan dari mereka, di pihak lain, matematika dan fisika yang lebih tinggi dari level dasar biasanya jauh dari jangkauan."

Filsuf dan ahli pendidikan Inggris Alfred North Whitehead sangat kuatir dengan situasi macam ini, dan, dalam artikelnya *Technical Education and its Relation to Science and Literature*, menulis bahwa "dalam mengajar, Anda akan segera sampai pada kegalauan segera setelah Anda melupakan bahwa murid-murid Anda memiliki tubuh," dan menambahkan: "Adalah satu point yang dapat diperdebatkan apakah tangan manusia telah menciptakan otak yang kini dimilikinya, atau otak itu yang menciptakan tangan. Yang jelas hubungannya sangat erat dan dua-arah."

Donaldson dengan tepat menunjukkan bahwa, walaupun pemikiran abstrak (ia menyebutnya "pemikiran tanpa tubuh") menuntut kemampuan untuk keluar dari kehidupan, ia akan membuahkan hasil terbaik jika terkait dengan pekerjaan. Seluruh sejarah Pencerahan adalah bukti dari pernyataan ini. Benar, bidang-bidang ilmu pengetahuan modern telah berkembang jauh lebih luas daripada apa yang ada masa itu, tapi apakah itu berarti bahwa *mustahil* bagi para ilmuwan untuk belajar dari disiplin yang lain? Ketimbang merupakan satu hasil dari semakin rumitnya subjek penelitian, bukankah keadaan perbedaan intelektual yang terjadi sekarang merupakan hasil dari cara masyarakat masa kini disusun, dan sikap, prasangka, dan kepentingan material yang mengalir dari susunan itu, dan berusaha dengan segala cara untuk memerrptahkannya?

Kaum reaksioner berusaha membenarkan keadaan yang sekarang terjadi ini dengan apa yang kini menjadi rujukan wajib, determinisme genetik: jika beberapa dari "kami" pintar, dan memiliki pekerjaan yang baik dan gaji yang tinggi, itu karena kami dilahirkan di bawah bintang keberuntungan (baca: "dengan gen yang tepat" - sama saja hasilnya). Fakta bahwa sebagian besar umat manusia tidaklah sedemikian beruntung pastilah karena ada sesuatu yang salah dengan gen mereka. Menjawab sampai ini, Donaldson menulis:

"Apakah hanya beberapa dari kita yang mampu bergerak keluar dari ikatan indera manusia dan bekerja dengan sukses dari sana? Saya meragukan hal itu. walaupun mungkin masuk nalar jika kita mempostulatkan bahwa kita masing-masing memiliki satu 'potensi intelektual' yang ditentukan secara genetik, di mana satu orang pasti akan berbeda dengan yang lain, tidak ada alasan untuk menganggap bahwa kebanyakan dari kita - atau siapapun dari kita - tidak akan dapat mewujudkan apa yang sebenarnya kita mampu lakukan. Dan bahkan tidaklah pasti bahwa akan masuk nalar jika kita berpikir mengenai sebuah limit atas apapun. Karena, seperti yang ditunjukkan Jerome Bruner, terdapatlah alat-alat bagi otak sebagaimana alat-alat bagi tangan - dan dalam tiap kasus perkembangan dari alat baru yang kuat akan membawa satu kemungkinan untuk menyingkirkan batas-batas itu. Dengan cara yang mirip, David Olson mengatakan: 'Kecerdasan bukanlah satu milik kita yang tidak dapat berubah; itu adalah sesuatu yang kita pelihara dengan bekerja melalui teknologi, atau sesuatu yang dapat kita ciptakan dengan menciptakan teknologi baru.'^[viii]

Ahli pendidikan besar Sovyet, Vygotsky, tidak percaya bahwa para guru harus menerapkan kontrol yang ketat tentang apa persisnya yang harus dipelajari anak. Seperti Piaget, ia menganggap *aktivitas* seorang anak sebagai titik pusat pendidikan. Bukannya merantai anak pada meja belajar, mereka secara mekanik dilewatkan pada gerak pembelajaran atas hal-hal yang tidak mereka pahami. Vygotsky menekankan kebutuhan untuk sebuah perkembangan intelektual yang sejati. Namun, hal ini tidak dapat dianggap terjadi dalam satu kehampaan sosial. Dalam sebuah masyarakat sosialis yang sejati, pendidikan akan dihubungkan dengan aktivitas praktis yang kreatif sejak awalnya, dengan demikian meruntuhkan tembok pembodohan yang memisahkan kerja mental dan manual. Dalam banyak cara, Vygotsky berada jauh di depan masanya. Metode pendidikannya menunjukkan imajinasi yang luar biasa, contohnya, dalam mengizinkan anak belajar dari satu sama lain:

"Vygotsky menganjurkan penggunaan seorang anak yang lebih maju untuk membantu anak yang kurang maju. Untuk waktu yang lama, metode ini digunakan sebagai basis pendidikan egalitarian Marxis di Uni Sovyet. Dasar pemikiran sosialisnya adalah bahwa semua anak bekerja bersama untuk kebaikan bersama, bukan seperti di bawah masyarakat kapitalis di mana tiap anak saling bersaing untuk mendapatkan sebanyak-banyaknya dari sekolah tanpa memberikan sesuatupun kepadanya. Anak yang lebih cerdas membantu masyarakat dengan membantu anak yang kurang cerdas, karena yang disebut belakangan ini akan (diharapkan demikian) lebih menjadi aset bagi masyarakat jika ia menjadi seorang dewasa yang berpendidikan ketimbang yang tidak berpendidikan. Vygotsky berpendapat bahwa tindakan ini tidak perlu merupakan tindakan pengorbanan diri dari anak yang lebih maju itu. Dengan menjelaskan dan membantu anak lain, ia mungkin mendapatkan pemahaman eksplisit yang lebih besar akan apa yang telah ia pelajari sendiri, sejalan dengan jalur metakognitifnya. Dan, dengan mengajarkan satu topik, ia mengkonsolidasikan hasil pembelajarannya sendiri."^[ix]

Satu masyarakat yang sosialis dan demokratik akan menghilangkan perbedaan antara kerja mental dan kerja manual melalui peningkatan umum atas tingkat kebudayaan masyarakat. Hal ini terkait erat dengan pengurangan hari dan jam kerja sebagai konsekuensi dari satu perencanaan produksi yang rasional. Pendidikan akan diubah dengan mengkombinasikan antara pembelajaran dengan aktivitas kreatif dan permainan. Perkembangan segala jenis teknologi baru akan digunakan sepenuhnya. *Virtual reality*, yang pada saat ini baru merupakan satu khayalan, memiliki potensi yang amat besar, bukan hanya untuk produksi dan desain, melainkan juga bagi pendidikan. Alat ini akan membuat pelajaran menjadi hidup, merangsang imajinasi dan kreativitas anak, bukan hanya dapat mengalami sendiri pelajaran dari sejarah, tapi juga untuk mempelajari teknik mesin, atau bagaimana melukis dan memainkan instrumen

musik. Kebebasan dari perjuangan yang memalukan untuk memenuhi kebutuhan hidup, akses terhadap kebudayaan dan waktu untuk mengembangkan diri menjadi manusia sepenuhnya, ini adalah dasar di mana umat manusia dan masyarakatnya, pada akhirnya, akan dapat mewujudkan potensinya yang sejati.

Umat Manusia dan Jagad Raya

"Ia mengatakan, 'Apa itu waktu? Biarkan Masa Kini dimakan anjing dan kera! Manusia memiliki Selama-lamanya.'" (Robert Browning, *A Grammarian's Funeral*.)

Pencapaian-pencapaian dari program antariksa Sovyet dan Amerika telah menunjukkan secuil saja dari apa yang mungkin kita lakukan kelak. Tapi program antariksa dari kedua adidaya ini sesungguhnya adalah hasil dari perlombaan senjata sepanjang Perang Dingin. Sejak keruntuhan Uni Sovyet, masalah perjalanan antariksa tidak lagi menempati pusat panggung, sekalipun tetap ada kemungkinan untuk membangun satu stasiun antariksa yang mengorbit bumi, yang akan membuat perjalanan ke bulan lebih mudah. Di masa datang, di tengah persemakmuran sosialis dunia, perjalanan antariksa akan melompat keluar dari buku-buku fiksi ilmiah ke dunia nyata, sama jamaknya dengan perjalanan udara saat ini. Penjelajahan tata-surya, dan kelak mungkin atas galaksi lain, akan merupakan sejenis tantangan dan rangsangan bagi umat manusia sejajar dengan yang pernah terjadi di Eropa sejak ditemukannya benua Amerika.

Kemungkinan perjalanan antariksa jarak jauh di luar batasan tata surya kita sendiri tidak akan selamanya terpenjara di buku-buku fiksi ilmiah. Janganlah kita lupakan bahwa hanya seratus tahun lalu ide tentang perjalanan yang lebih cepat daripada suara hanyalah sesuatu yang tidak dapat dipercaya, apalagi terbang ke bulan. Sejarah umat manusia secara umum, dan yang terjadi 40 tahun terakhir khususnya, menunjukkan bahwa tidak ada masalah yang terlalu besar sehingga tidak dapat diselesaikan manusia, cepat atau lambat.

Dalam waktu sekitar empat milyar tahun dari sekarang, matahari kita akan mulai membengkak, sejalan dengan menyusutnya inti helium di dalamnya. Planet-planet di dekatnya akan diterpa oleh panas yang luar biasa. Kehidupan di bumi akan mustahil, karena laut akan mendidih, dan atmosfer dihancurkan. Namun, akhir dari kehidupan di satu sudut jagad bukanlah berarti kata tamat telah ditorehkan. Bahkan ketika matahari kita mati, lain-lain bintang akan dilahirkan. Di antara milyaran galaksi di jagad teramat, terdapat sejumlah besar matahari

dan planet seperti tata surya kita yang memiliki kondisi yang tepat untuk berkembangnya kehidupan. Tidak diragukan lagi, banyak di antaranya yang dihuni oleh bentuk-bentuk kehidupan yang maju, termasuk makhluk yang dapat berpikir seperti kita. Hanya sedikit ilmuwan yang meragukan hal ini sekarang, dan lebih sedikit lagi setelah ditemukan bahwa molekul-molekul rumit yang dibutuhkan untuk menciptakan organisme hidup ternyata terdapat pula di antariksa itu sendiri.

Pada bagian akhir *Dialectics of Nature*, Engels menyatakan satu optimisme yang berkobar-kobar mengenai masa depan kehidupan:

"Kehidupan adalah satu siklus kekal di mana materi bergerak, satu siklus yang baru menyelesaikan orbitnya dalam rentang waktu di mana tahun kita bukan merupakan alat yang cukup untuk mengukurnya, satu siklus di mana waktu untuk perkembangan yang tertinggi, waktu untuk kehidupan organik dan terlebih lagi waktu untuk makhluk hidup yang dapat menyadari alam dan dirinya sendiri, menemukan perwujudannya; satu siklus di mana tiap cara mengada materi yang bersifat berhingga, apakah itu matahari atau gas nebular, seekor hewan atau satu genus hewan, senyawa kimia atau penguraiannya, sama-sama bersifat sementara, dan di mana tidak ada yang kekal kecuali materi itu sendiri, yang selamanya berubah, selamanya bergerak dan hukum-hukum yang mengatur pergerakan dan perubahan itu.

"Namun, berapa seringpun, dan berapa teguhpun, siklus ini dijalankan dalam ruang dan waktu; berapa milyarpun matahari-matahari dan bumi-bumi yang lahir dan mati, berapa lamapun mereka ada sebelum, dalam satu tata surya dan satu planet tertentu, muncul satu kondisi untuk berkembangnya satu kehidupan organik; betapa banyakpun makhluk organik yang bangkit dan punah sebelum hewan dengan otak yang sanggup berpikir muncul dari tengah mereka, dan untuk rentang waktu yang singkat menemukan kondisi yang cocok untuk hidupnya, sebelum dimusnahkan tanpa ampun pula di kemudian hari - kita memiliki kepastian bahwa materi akan tetap sama dalam tiap perubahan yang dialaminya, bahwa tidak satupun dari ciri-ciri yang dikandungnya akan hilang, dan dengan demikian, juga, dengan hukum besi yang sama, pasti akan menghasilkan lagi, di lain tempat dan di lain waktu, satu siklus yang sama." [x]

Namun, kini kita diwajibkan untuk melangkah lebih maju daripada ini. Kemajuan ilmu pengetahuan yang menakjubkan seratus tahun setelah wafatnya Engels berarti bahwa kematian matahari tidaklah harus berarti kematian umat manusia. Perkembangan pesawat antariksa yang kokoh, yang mampu melakukan perjalanan dengan kecepatan yang kini masih dianggap mustahil, dapat menyiapkan landasan bagi petualangan terakhir umat manusia, termasuk emigrasi ke bagian lain tata surya, dan akhirnya, lain galaksi. Bahkan dengan kecepatan satu persen kecepatan cahaya - satu hal yang sangat mungkin dicapai - akan dimungkinkan untuk mencapai planet yang dapat dihuni dalam rentang beberapa ratus tahun.

Jika ini dirasa sebagai waktu yang sangat lama, kita harus ingat bahwa manusia-manusia pertama membutuhkan jutaan tahun untuk mengkolonisasi seluruh dunia, berangkat dari Afrika. Lebih jauh lagi, perjalanan ini mungkin akan berlangsung dalam beberapa tahapan, membangun koloni-koloni dan pos perhentian di sepanjang jalan, seperti para pelayar Polinesia mengkolonisasi Pasifik, pulau demi pulau, selama beberapa abad. Masalah teknologinya akan sangat besar, tapi kita memiliki setidaknya tiga milyar tahun untuk memecahkan hal itu. Jika kita mengingat bahwa *Homo sapiens* baru ada sekitar 100.000 tahun, bahwa peradaban baru berumur 5.000 tahun, dan bahwa kecepatan perkembangan teknologi selalu cenderung meningkat semakin lama semakin cepat, tidak ada alasan apapun untuk menarik kesimpulan-kesimpulan pesimistik tentang masa depan umat manusia - dengan satu syarat: bahwa penguasaan kelas, sisa barbarisme yang menjijikkan itu, digantikan oleh sistem kerja sama dan perencanaan, yang akan menyatukan seluruh sumberdaya yang ada bumi bagi satu tujuan bersama.

Engels menggambarkan sosialisme sebagai lompatan umat manusia dari alam keharusan ke dalam alam kebebasan. Untuk pertama kalinya, akan dimungkinkan bagi mayoritas umat manusia untuk meloloskan diri dari perjuangan yang memalukan sekedar untuk bertahan hidup, dan mengangkat pandangan mereka ke tingkat yang lebih tinggi. Pelenyapan penyakit, kebutuhurfufan, dan kegelandangan, yang dengan sendirinya merupakan tujuan yang penting, hanyalah akan menjadi titik berangkat bagi umat manusia. Dengan menggabungkan seluruh sumberdaya di planet ini, yang kini tanpa tahu malu disia-siakan oleh kaum kapitalis, umat manusia akan secara eksplisit menggapai bintang-bintang.

Last, but not least, umat manusia akan pada akhirnya menjadi tuan atas dirinya sendiri, kehidupannya, nasibnya, bahkan susunan genetiknya. Hubungan antara laki-laki dan perempuan akan menjadi hubungan di antara manusia bebas, bukan budak. Aristoteles menunjukkan bahwa manusia akan mulai berfilsafat ketika kebutuhan hidupnya telah terpenuhi. Pemikir besar itu paham bahwa perkembangan kebudayaan sangat terkait erat dengan kondisi material kehidupan. Dalam sebuah kutipan yang benar-benar luar biasa, ia menunjukkan bagaimana laki-laki dan perempuan mulai berfilsafat, mengabdikan hidup mereka untuk mengejar pengetahuan demi manfaat mereka sendiri, hanya bila mereka dibebaskan dari kebutuhan untuk berjuang memenuhi kebutuhan dasar hidup mereka:

"Hal ini ditunjukkan oleh jalannya peristiwa yang benar terjadi: karena filsafat hanya muncul ketika keperluan dan kenyamanan mental dan fisik dari kehidupan telah terpenuhi. Jelas bahwa dengan demikian Kebijakan dicari bukan untuk keuntungan yang intrinsik terkandung di dalam dirinya sendiri, karena sebagaimana kita dapat menyebut seseorang sebagai orang yang bebas jika ia ada untuk dirinya sendiri dan bukan untuk kepentingan orang lain, demikian juga hanya filsafatlah ilmu yang bebas karena hanya ia yang dicari untuk kepentingannya sendiri."^[xi]

Selama seluruh sejarah peradaban sampai hari ini, kebudayaan telah menjadi monopoli dari minoritas kecil. Dalam sebuah masyarakat sosialis yang demokratis sepenuhnya, akan dimungkinkan untuk menjamin satu pengurangan umum hari dan jam kerja, dan peningkatan standard hidup bagi tiap orang berdasarkan peningkatan produksi secara besar-besaran. Setelah dibebaskan dari tekanan kebutuhan hidup, manusia, laki-laki dan perempuan akan dapat mengabdikan dirinya pada perkembangan sepenuhnya dan seluruhnya atas kepribadian mereka, intelektual maupun fisik. Seni, sastra, musik, ilmu pengetahuan dan filsafat akan menempati posisi yang sejajar dengan partai politik pada saat ini.

Berdasarkan perekonomian terencana yang dijalankan secara demokratis sepenuhnya, potensi raksas dari ilmu dan teknologi dapat ditempatkan sebagai alat bantu bagi manusia. Pada seratus tahun terakhir, perbaikan gizi dan pelayanan kesehatan telah menggandakan angka harapan hidup di banyak negeri industri maju. Perkembangan lebih lanjut atas gaya hidup dapat memperpanjang usia lebih jauh lagi. Mengalami kehidupan aktif lebih dari seratus tahun akan menjadi satu hal yang jamak. Penggunaan yang tepat atas rekayasa genetika mungkin malah akan dapat memungkinkan para ilmuwan untuk melawan proses penuaan itu sendiri dan memperpanjang hidup jauh di luar apa yang dianggap "rentang usia alami manusia". Kemungkinan yang terbuka bagi masa depan manusia tidaklah terbatas.

"Unsur membabi-butakan telah memancangkan dirinya paling kukuh dalam hubungan-hubungan ekonomi, tapi manusia juga sedang mengusir unsur itu keluar dari sana, melalui organisasi Sosialis yang mengatur kehidupan ekonomi. Hal ini memungkinkan untuk merekonstruksi secara mendasar kehidupan berkeluarga. Akhirnya, 'sifat dasar manusia' itu sendiri akan dibuang ke wilayah kesadaran yang paling dalam dan gelap, di paling dasar, di bawah tanah. Apakah bukan sesuatu yang self-evident bahwa upaya-upaya terbesar dalam pemikiran investigatif dan inisiatif kreatif akan menuju ke arah sana? Umat manusia tidak akan lagi diharuskan untuk merangkak di depan Tuhan, atau raja, atau kapital, untuk sekedar menyerah dengan pasrah di hadapan hukum-hukum gelap hereditas dan seleksi seksual yang membabi-butakan! Manusia yang terberdayakan akan butuh untuk mendapatkan satu kesetimbangan yang lebih tinggi dalam kerja-kerja organ

tubuhnya dan satu perkembangan dan keausan yang lebih seimbang atas urat tubuhnya, supaya dapat mereduksi ketakutan akan kematian menjadi sekedar reaksi alami dari satu organisme terhadap satu bahaya. Tidak ada keraguan bahwa ketidakharmonisan yang ekstrim dari fisiologi dan anatomi manusia, yaitu ketidakseimbangan yang ekstrim antara pertumbuhan dan keausan urat tubuh, memberi satu nasluri dalam bentuk ketakutan yang menekan, gelap dan histeris, yang memenjarakan nalar dan yang merupakan bahan bakar bagi khayalan-khayalan memalukan dan bodoh mengenai kehidupan setelah kematian.

"Manusia akan menetapkan penguasaan terhadap perasaannya sendiri sebagai tujuannya, untuk meningkatkan nalurinya ke ketinggian kesadaran, untuk membuat mereka menjadi tembus pandang, untuk memperluas jangkauan kemauannya sampai menerobos celah-celah yang tersembunyi, dan dengan demikian mengangkat dirinya ke ketinggian yang baru, untuk menciptakan jenis sosio-biologis yang baru, atau jika Anda suka, seorang superman.

"Sangat sulit untuk meramalkan jangkauan dari self-government yang kelak akan dicapai manusia atau ketinggian tingkat teknologinya. Bangunan sosial dan pendidikan fisik dan kejiwaannya akan menjadi dua aspek dari proses yang satu dan sama. Semua seni - sastra, drama, lukisan, musik dan arsitektur akan memberi bentuk yang indah bagi proses ini. Lebih tepatnya, kerangka yang akan membungkus bangunan sosial dan pendidikan masyarakat Sosialis, akan mengembangkan semua unsur vital dari seni kontemporer sampai tingkatannya yang tertinggi. Manusia akan menjadi lebih serasai, pergerakannya lebih berirama, suaranya lebih musikal. Bentuk-bentuk kehidupan akan menjadi dinamis secara dramatik. Jenis manusia rata-rata akan dapat mencapai tingkatan seorang Aristoteles, seorang Goethe, atau seorang Marx. Dan di atas batas baru ini, puncak-puncak yang baru juga akan bermunculan."^[xii]

[1] *Primae noctis* - secara harafiah berarti "malam pertama", adalah satu hak dari para penguasa feodal untuk menjadi orang pertama yang tidur dengan pengantin perempuan dari seorang hambanya yang baru menikah. Apakah pengantin perempuan itu berasal dari luar tanahnya atau bukan, itu bukan masalah, karena toh, setelah ia menikah perempuan itu akan menjadi milik suaminya. Dan suaminya adalah milik sang tuan. Jika ada perempuan hamba dari tanah itu yang menikah dengan hamba dari penguasa feodal lain, hak *primae noctis* jatuh pada penguasa lain itu. Pemahaman atas hak ini mulai tumbuh subur di Eropa setelah dinasti Karolingia, di awal Abad Pertengahan. Mengenai asal-usul hak ini, bacalah karya Engels, *The Origin of Family, Private Property and State*. [Penerjemah.]

[2] Belakangan ini banyak sekali buku yang beredar di pasaran, yang menyejajarkan bisnis dengan kemiliteran, seperti yang menerangkan bagaimana menerapkan taktik Sun-Tzu dalam bisnis. Nampak jelas bahwa kebohongan juga telah dianggap sebagai semacam seni di dunia bisnis. [Penerjemah.]

[3] Gereja Katolik Abad Pertengahan (bahkan sampai saat ini) mengenal tradisi "Tujuh Dosa Maut" - *the seven deadly sin*, yang katanya tidak akan terampuni sampai akhir jaman. Kalau seseorang melakukan salah satu dari dosa-dosa ini, Tuhan tidak akan mempedulikan semua kebaikan yang pernah dibuatnya, melainkan akan langsung memasukkannya ke dalam neraka. [Penerjemah.]

[4] *The Ring of Niebelungen* - salah satu komposisi opera ciptaan Wagner, yang dianggap sebagai salah satu karya musik terumit yang pernah diciptakan manusia. *Ring* mengambil suasana Nordik kuno sebagai latar belakang musik dan liriknya. Telah banyak orkestra yang mencoba membawakan komposisi ini, dan selalu ini mereka anggap sebagai salah satu puncak pembuktian kemampuan mereka sebagai musisi, tapi juga selalu para kritikus menemukan ketidakpuasan atas interpretasi yang telah dibuat atas karya ini. [Penerjemah.]

[5] Fusi nuklir adalah sebuah proses digabungkannya dua inti atom radioaktif. Dalam peleburan ini, massa dari atom hasil penggabungan selalu lebih kecil dari total massa kedua atom yang digabungkan. Selisih massa itu berubah menjadi energi. Contoh dari reaksi fusi adalah penggabungan deuterium dan tritium. Jika satu ton deuterium dileburkan dengan satu ton tritium, energi yang akan dihasilkan adalah 8.4×10^{20} joules. Ini setara dengan energi yang dihasilkan oleh pembakaran 29.000.000.000 ton batu bara. Proses fusi nuklir adalah sumber energi yang menghidupi bintang-bintang, termasuk matahari kita. [Penerjemah.]

[i] W. Rees-Mogg dan J. Davidson, *The Great Reckoning, How the World Will Change in the Depression of the 1900s*, pp. 294-5, 183 dan 273.

[ii] J. K. Galbraith, *The Culture Contentment*, pp. 170-1.

[iii] MESW, Vol. 1, pp. 114-5.

[iv] MECW, Vol. 4, p. 274.

[v] Trotsky, *Their Morals and Ours*, p. 13.

[vi] Marx, *Grundrisse*, p. 111.

[vii] Dikutip dalam Gleick, op. cit., pp. 116-7.

[viii] M. Donaldson, *Children's Minds*, pp. 83 dan 85.

[ix] P. Sutherland, *Cognitive Development Today: Piaget and his Critics*, p. 45.

[x] Engels, *The Dialectics of Nature*, p. 54.

[xi] Aristoteles, op. cit., p. 55.

[xii] Trotsky, *Literature and Revolution*, p. 255-6.