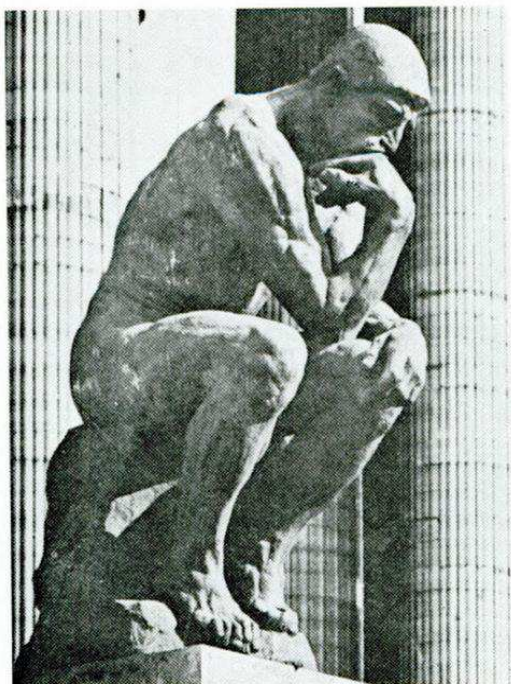




Buku Obor



*J. M. Bochenski
Rudolf Carnap
N. Daldjoeni
M. W. Davis
Albert Einstein
Howard F. Fehr
Gilbert Highet
Stanley M. Honer/
Thomas C. Hunt
John G. Kemeny
Morris Kline
George J. Mouly
Richard S. Rudner
Bertrand Russell
Slamet Iman Santoso
Peter R. Senn
B. Suprpto
Deobold B. Van Dalen
W. Allen Wallis/
Harry V. Roberts
L. Wilardjo*

Ilmu dalam Perspektif

SEBUAH KUMPULAN KARANGAN TENTANG HAKEKAT ILMU

Jujun S. Suriasumantri

YAYASAN OBOR INDONESIA

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta Lingkup Hak Cipta

Pasal 2

1. Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptanya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 27:

1. Barangsiapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

ILMU DALAM PERSPEKTIF

Penyunting:
Jujun S. Suriasumantri

Yayasan Pustaka Obor Indonesia
Jakarta, 2015

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Ilmu dalam perspektif sebuah kumpulan karangan tentang hakikat ilmu/penyunting, Jujun S. Suriasumantri - Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2015

xii + 344 hlm.; 21 cm

ISBN 978-979-461-805-9

1. Filsafat

J. Suriasumantri, Jujun S.

ILMU DALAM PERSPEKTIF, Jujun S. Suriasumantri (penyunting)
Diterjemahkan oleh: Jujun S. Suriasumantri

Hak terjemahan Indonesia pada Yayasan Pustaka Obor Indonesia
Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
all rights reserved

Diterbitkan pertama kali oleh
Yayasan Pustaka Obor Indonesia, anggota IKAPI DKI Jakarta

Cetakan kedelapan belas : Februari 2012
Cetakan kesembilan belas: September 2015
YOI: 697.30.3.2012
Desain Sampul: Rahardjo

Alamat Penerbit:
Jl. Plaju No. 10, Jakarta 10230
Telp. (021) 31926978;3920114
Faks: (021) 31924488
e-mail:yayasan_obor@cbn.net.id
website://www.obor.or.id

DAFTAR ISI

Pengantar	vii
Sepatah Kata tentang Terjemahan	x
Pengantar pada Cetakan Kedua	xi
Sumber	xii
Sekapur Sirih	
Ilmuwan Berpaling kepada Filsafat:	
Refleksi Seperempat Abad Filsafat Ilmu	xiv
1. Tentang Hakikat Ilmu: Sebuah Pengantar Redaksi <i>Jujun Suriasumantri</i>	1
2. Pikiran Manusia yang tak Tertundukkan <i>Gilbert Highet</i>	53
3. Apakah Sebenarnya Berpikir <i>J. M. Bochenski</i>	68
4. Kaidah-kaidah Ilmu yang Masuk Akal: Suatu Dongeng tentang Pasang <i>W. M. Davis</i>	78
5. Fakta, Kepercayaan, Kebenaran, dan Pengetahuan <i>Bertrand Russell</i>	91
6. Perkembangan Ilmu <i>George J. Mouly</i>	114
7. Metode dalam Mencari Pengetahuan: Rasionalisme, Empirisme, dan Metode Keilmuan Rasionalisme <i>Stanley M. Honer dan Thomas C. Hunt</i>	131
8. Struktur Ilmu <i>Peter R. Senn</i>	146
9. Aturan Permainan dalam Ilmu-ilmu Alam <i>B. Suprpto</i>	171
10. Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Beberapa Perbedaan <i>Deobold B. Van Dalen</i>	177

11. Perbedaan Antara Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Suatu Pembahasan <i>Richard S. Rudner</i>	185
12. Beberapa Konsep dalam Ilmu: Klasifikasi, Perbandingan, Kuantitatif, dan Peluang <i>Rudolf Carnap</i>	194
13. Pengukuran <i>John G. Kemeny</i>	208
14. Matematika <i>Morris Kline</i>	228
15. Matematika Tanpa Bilangan: Matematika Untuk Ilmu-ilmu Sosial <i>John G. Kemey</i>	247
16. Statistika dan Metode Keilmuan <i>W. Allen Wallis dan Harry V. Roberts</i>	268
17. Komunikasi Pemikiran Keilmuan <i>Howard F. Fehr</i>	282
18. Fungsi Bahasa, Matematika, dan Logika untuk Ketahanan Indonesia dalam Abad 20 di Jalan Raya Bangsa-Bangsa <i>Slamet Iman Santoso</i>	302
19. Hubungan Etika dengan Ilmu <i>N. Daldjoeni</i>	313
20. Ilmu dan Humaniora <i>L. Wilardjo</i>	318
21. Hakikat Nilai dari Ilmu: Pesan Kepada Mahasiswa California Institute of Technology <i>Albert Einstein</i>	332
INDEKS	334
Tentang Penyunting	343

PENGANTAR

Buku ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai hakikat ilmu. Sering sekali istilah ilmu yang sangat populer ini memberikan gambaran yang tidak tepat mengenai hakikat yang diistilahkannya. Bahkan mereka yang berhubungan erat dengan ilmu, seperti pelajar atau pengajar dari lembaga pendidikan yang berkecimpung dalam dunia keilmuan, sering sekali kurang mempunyai pengertian yang mendalam mengenai hakikat ilmu yang sebenarnya. Terlebih lagi bila pengertian ini dikaitkan dengan berbagai aspek dalam suatu kegiatan keilmuan umpamanya matematika, statistika, logika, penelitian dan sebagainya. Berbagai karangan dalam buku ini mencoba membahas semua persoalan itu dengan meletakkannya dalam suatu kerangka yang menyeluruh. Kerangka menyeluruh inilah yang ingin ditonjolkan dalam buku ini di mana diharapkan bahwa berbagai aspek dalam suatu kegiatan keilmuan terkait satu sama lain dalam satu jalinan kesatuan yang utuh. Buku ini mencoba menjawab beberapa pertanyaan pokok seperti: Apakah yang disebut ilmu? Apakah bedanya ilmu dengan pengetahuan? Apakah hubungannya ilmu dengan berpikir? Apakah pengaruh berpikir terhadap kemajuan peradaban manusia? Apakah karakteristik ilmu? Apakah kegunaan ilmu? Apakah asumsi-asumsi ilmu? Apakah perbedaan ilmu-ilmu alam dengan ilmu-ilmu sosial? Apakah peranan logika dalam kegiatan keilmuan? Apakah peranan matematika? Apakah peranan statistika? Di manakah letak pentingnya penelitian? Apakah yang disebut metode penelitian keilmuan? Apakah fungsi bahasa? Apakah hubungan etika dengan ilmu?

Kumpulan karangan ini dimulai dengan suatu pengantar yang mengemukakan kerangka ilmu yang bersifat menyeluruh. Setelah itu berbagai karangan yang disusun dalam buku ini membahas aspek-

aspek tertentu secara lebih mendalam. Buku ini tidak bersifat teknis di mana diharapkan bahwa semua yang menaruh minat terhadap eksistensi ilmu masih dapat menghayatinya. Oleh sebab itu maka kriteria pertama mengenai karangan yang dimuat dalam kumpulan ini adalah sifat mudah dibaca. Tentu saja sifat mudah dibaca ini harus digabungkan dengan isi karangan yang bersifat mendalam. Mencari karangan yang memenuhi kedua persyaratan itu ternyata tidak mudah. Sebagian besar dari kumpulan karangan ini disusun selama redaksi berada di Harvard University antara tahun 1971 dan 1974 dengan memanfaatkan keseluruhan sistem perpustakaan universitas yang kurang sedikit dari 100 buah. Untuk mendapatkan karangan yang memenuhi kedua persyaratan itu maka penyusun terpaksa kembali kepada karangan-karangan yang sudah bersifat klasik. Maka ditemukanlah berbagai karangan dari pemikir-pemikir besar seperti Einstein dan Bertrand Russell yang bila ditinjau dari tahun penerbitan sudah agak dimakan usia. Walaupun begitu karena perkembangan mengenai hakikat ilmu itu sendiri relatif konstan dibandingkan dengan perkembangan yang pesat dari disiplin-disiplinnya maka isi yang dikemukakannya masih tetap meyakinkan.

Penyusun ingin menyebutkan beberapa nama yang turut memberikan sumbangan besar terhadap terciptanya buku ini. Pertama-tama adalah Ivan Kats di mana di rumahnya yang nyaman di Madison, Connecticut, didiskusikan untuk pertama kali gagasan mengenai buku tentang hakikat ilmu. Kemudian Profesor Israel Scheffler dan Profesor Arthur Smithies dari Harvard University yang dengan antusias memberikan bimbingannya kepada penyusun. Dr. Liek Wilardjo telah membaca pengantar redaksi dengan sangat cermat dan memberikan koreksi terhadap pendapat penulis yang keliru. Dalam berbagai kesempatan beberapa cendekiawan Indonesia telah turut memperluas cakrawala penyusun terutama dalam hubungannya dengan pengembangan pendidikan keilmuan di Indonesia seperti Profesor Slamet Iman Santoso dari Universitas Indonesia, Profesor

Andi Hakim Nasoetion dari Institut Pertanian Bogor serta Profesor Garnadi Prawirosudirjo dan Profesor Sikun Pribadi dari IKIP Bandung. Diskusi dengan rekan-rekan dari Center for Studies of Education and Development (Harvard University), Institut Pertanian Bogor (IPB), Institut Teknologi Bandung (ITB), Universitas Indonesia (UI), Badan Penelitian dan Pengembangan Pendidikan dan Kebudayaan (BP3K) dan UNESCO turut mematangkan gagasan yang tercakup dalam buku ini. Beberapa nama kiranya patut disebutkan yakni Dr. R.K. Sembiring (ITB), Drs. Anto Dajan (UI), Drs. Waskito Tjiptosasmito MA (BP3K), Ir. Isang Gonarsyah (IPB), dan Dr. Richard M. Durstine (UNESCO).

Terakhir sekali penghargaan yang khusus ingin disampaikan kepada Nina Suriasumantri yang merelakan suaminya bekerja sampai jauh malam hari, bertekun seorang diri pada hari-hari libur dan tidak pernah menepati janji untuk cuti. Tanpa kerelaan tersebut maka buku ini hanya akan merupakan angan-angan belaka.

Jakarta, 23 April 1977, J.S.S.

SEPATAH KATA TENTANG TERJEMAHAN

Terjemahan yang baik adalah suatu hasil seni. Sering sekali suatu hasil terjemahan lebih merupakan suatu perkosaan terutama bila dilihat dari gaya penulisan yang dialihkan. Di samping itu karangan yang bersifat ke-filsafah-an, seperti yang banyak dijumpai dalam kumpulan karangan ini, sering sukar sekali untuk diterjemahkan. Menghadapi dua masalah ini, perterjemah mencoba menekankan kejelasan dari makna karangan yang ingin disampaikan tanpa terlalu menyimpang dari gaya penulisan yang asli. Oleh sebab itu akan dijumpai beberapa penyajian yang kaku. Tentu saja hal ini bukan merupakan dalih bagi keseluruhan hasil terjemahan yang memang jauh dari sempurna.

J.S.S.

PENGANTAR PADA CETAKAN KEDUA

Cetakan pertama yang habis dalam waktu yang relatif singkat membuktikan bahwa masyarakat kita sebenarnya haus pada bacaan yang bersifat mendalam seperti hakikat ilmu. Semoga hal ini merangsang para penulis lain untuk segera mengisi kekosongan di bidang ini. Tanggapan yang positif, terutama dari kalangan generasi muda, sungguh sangat membesarkan hati, karena untuk merekalah sebenarnya buku ini, dengan penuh kesungguhan dan penuh harapan, dipersembahkan.

Penyusun juga sangat merasa berhutang budi kepada mereka yang telah memberikan berbagai saran dan komentar, baik yang dipublikasikan lewat media massa, maupun yang disampaikan langsung kepada penyusun. Berdasarkan saran dan komentar itulah maka penyusun dapat memperbaiki Pengantar Redaksi dengan menghilangkan beberapa pernyataan yang menimbulkan distorsi, serta menambahkan beberapa penjelasan dan daftar harian yang diperlukan. Kumpulan karangan disebabkan hal-hal yang bersifat praktis tetap tidak mengalami perubahan.

SUMBER

- J.M. Bochenski. "Berpikir", dikutip dari *Philosophy: An Introduction* (New York: Harper fe Row, 1972), hlm. 53-62.
- Rudolf Carnap. "Beberapa Konsep dalam Ilmu: Klasifikasi, Perbandingan, Kuantitatif dan Peluang", dikutip dari *An Introduction to the Philosophy of Science* (Basic Books, 1966), hlm. 51-61 dan 277-282.
- N. Daldjoeni. "Hubungan Etika dengan Ilmu", *Kompas*, 11 Februari 1977.
- W.M. Davis. "Kaidah-kaidah Ilmu yang Masuk Akal: Suatu Dongeng tentang Pasang", dikutip dari *Physics Reader* (Harvard University, 1966), hlm. 18-25.
- Albert Einstein, "Pesan kepada Mahasiswa California Institute of Technology", dikutip dari *A Treasure of Science* (Harper, 1946), hlm. 43-44 dengan Editor Harlow Shapley et al.
- Howard S. Fehr. "Komunikasi Pemikiran Keilmuan", dikutip dari *The New Scientist: Essays on the Methods and Values of Modern Science* (Anchor-Doubleday, 1962), hlm. 199-214 dengan Editor Paul C. Obler dan Herman A. Estrin.
- Gilbert Highet. "Pikiran Manusia yang Tak Tertundukkan", *dikutip dari Reader's Digest* (February, 1972) yang merupakan saduran dari *Man's Unconquerable Mind* (Columbia University /Press, 1954).
- Stanley.M. Honer dan Thomas C. Hunt. "Metode Dalam Mencari Pengetahuan: Rasionalisme, Empirisme dan Metode Keilmuan", dikutip dari *Invitation to Philosophy* (Wadsworth, 1968), hlm. 57-66.
- John G. Kemeny. "Fungsi Pengukuran dalam Ilmu" dikutip dari *A Philosopher Looks at Science* (Van Nostrand, 1959), hlm. 141-155.
- "Matematika Tanpa Bilangan: Matematika untuk Ilmu-ilmu Sosial?, dikutip dari *Daedalus*, Fall 1959, hlm. 577-591.
- Morris Kline, "Matematika", dikutip dari *Adventures of the Mind* (Vintage, 1961), hlm. 77-91, dengan Editor Richard Thruelsen dan John Kobler.

- George J. Mouly, “Perkembangan Ilmu”, dikutip dari buku *The Science of Educational Research* (American Book, 1963), hlm. 19-31.
- Richard S. Rudner. “Perbedaan antara Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Sebuah Diskusi”, dikutip dari *Philosophy of Social Science* (Prentice-Hall, 1966), hlm. 68-73.
- Bertrand Russell. “Fakta, Kepercayaan, Kebenaran, dan Pengetahuan”, dikutip dari *Human Knowledge: Its Scope and Limits* (Simon Schuster, 1948), hlm. 142-158.
- Slamet Iman Santoso. “Fungsi Bahasa, Matematika dan Logika untuk Ketahanan Indonesia dalam Abad 20 di Jalan Raya Bangsa-bangsa”, *Kompas*, 15 Desember 1976.
- Peter R. Senn. “Struktur Ilmu”, dikutip dari *Social Science and its Methods* (Holbrook, 1971), hlm. 9-35.
- B. Suprpto. “Aturan Permainan Dalam Ilmu-ilmu Alam”, *Kompas*, 26 Mei 1976.
- Deobold B. Van Dalen. “Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Beberapa Perbedaan”, dikutip dari *Understanding Educational Research* (Mc Graw-Hill, 1966), hlm. 44-49.
- W. Allen Walis dan Harry V. Roberts. “Stadstika”, dikutip dari *The Nature of Statistics* (The Free Press, 1962), hlm. 11-27.

SEKAPUR SIRIH

ILMUWAN BERPALING KEPADA FILSAFAT: REFLEKSI SEPEREMPAT ABAD FILSAFAT ILMU

Ketika saya mengajukan saran mengenai pentingnya filsafat ilmu diberikan pada semua jenjang pendidikan pada Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) III di Jakarta 15-19 September 1981 melalui makalah Ilmu dalam Perspektif Moral, Sosial dan Politik (Gramedia, 1986) saya tidak bermaksud menyarankan satu mata pelajaran baru yang bersifat kefilsafatan, melainkan mengajak ilmuwan untuk menjadikan filsafat ilmu sebagai payung yang menaungi pemahaman ilmu dengan segala aspeknya. Kesimpulan kongres yang mendukung bahwa “agar dipertimbangkan pemberian mata pelajaran filsafat ilmu pada semua tingkat pendidikan dengan tujuan untuk meningkatkan moral keilmuan seiring dan berkaitan dengan peningkatan kemampuan penalaran ilmiah” (LIPI: Kesimpulan, hlm. 21) merupakan momentum untuk perbaikan bagi pendidikan keilmuan. Setelah lebih dari seperempat abad berlalu ada baiknya kita menengok ke belakang untuk melihat sudah sejauh mana pelajaran kita sampai sekarang.

Filsafat Ilmu sebagai Payung Hakikat Keilmuan

Ilmu, yang kadang disebut sebagai ilmu pengetahuan atau sains, merupakan komponen terbesar yang diberikan sebagai mata pelajaran dalam semua tingkatan pendidikan di samping humaniora dan agama. Walaupun telah bertahun-tahun kita mempelajari ilmu, dengan puluhan disiplin dan ratusan teori ilmiah yang tercakup di dalamnya, kita jarang mempergunakan pengetahuan ilmiah sebagai

acuan dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu dianggap sebagai hafalan bukan sebagai pengetahuan yang mendeskripsikan, menjelaskan dan memperdiksikan gejala alam. Alat yang membantu kita memecahkan masalah dalam kehidupan.

Selama proses belajar-mengajar, maupun dalam kegiatan penelitian akademik, teori tidak difungsikan secara semestinya. Penalaran yang berupa deduksi teoristik dari teori ilmiah dalam memecahkan masalah jarang sekali dikembangkan. Dalam kegiatan akademik pun fungsi teori hanya sebatas acuan dan penjelasan, bukan sebagai alat prediksi dan kontrol. Salah satu penyebabnya, ialah, bahwa dalam sistem pendidikan kita hanya diajarkan satu epistemologi, yakni epistemologi penemuan pengetahuan ilmiah yang lebih berorientasi pada pengamatan dan induksi. Untuk itu disarankan diberikannya epistemologi alternatif yang lebih beorientasi pada penalaran dan prediksi, yakni epistemologi pemecah masalah. Dalam epistemologi ini, kita mengacu kepada teori-teori ilmiah yang relevan untuk mendeduksikan prediksi pemecahan masalah sebelum data dikumpulkan.

Epistemologi pemecahan masalah cocok untuk peserta didik yang sedang belajar untuk menguasai ilmu dan teknologi, sedangkan epistemologi penemuan pengetahuan ilmiah cocok untuk ilmuwan profesional yang menerapkan keahliannya untuk memecahkan masalah. Kedua epistemologi ini dapat diberikan secara bersama-sama dalam mata pelajaran keilmuan, sebab mereka tidak saling menafikan malahan justru saling melengkapi. Jika proses yang lebih dipentingkan daripada hasil, maka dipergunakan epistemologi pamecah masalah. Sebaliknya, jika hasil yang lebih dipentingkan daripada hasil, maka dipergunakan epistemologi penemuan pengetahuan ilmiah. Dalam kegiatan pendidikan, proses berpikir yang sistematis dan analitis menurut suatu prosedur tertentu sangat penting. Hal ini menjadi tidak terlalu penting dalam kegiatan penelitian profesional sebab yang akan dinilai adalah hasil penelitiannya. Untuk itu peneliti

profesional tidak terlalu terkait kepada prosedur yang kaku, melainkan bolak-balik mempergunakan deduksi dan induksi sesuai kebutuhan penelitiannya.

Filsafat Ilmu sebagai Payung Hutan Keilmuan

Pendidikan kita memberikan mata pelajaran secara terkotak-kotak tanpa adanya payung yang memperjelas keterkaitan antara pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lainnya. Dalam konteks ini, filsafat ilmu memperjelas eksistensi ilmu yang membutuhkan pengetahuan lain sebagai sarana berpikir dan sarana komunikasi keilmuannya. Sarana ini antara lain bahasa, logika, matematika, statistika, dan teknik analisis data lainnya. Dewasa ini terdapat pandangan yang sempit bahwa kegiatan keilmuan hanya berkutat sekitar matematika dan statistika. Fungsi bahasa dan logika verbal menjadi terpinggirkan seakan-akan jauh dari kegiatan keilmuan. Kesadaran akan adanya keterkaitan ini diharapkan menumbuhkan aspek afektif terhadap pengetahuan yang dipelajari. Peranan bahasa harus lebih ditonjolkan agar tradisi menulis yang baik dan nalar dapat terbentuk. Kemampuan berbahasa ini harus menjadi persyaratan mutlak, di samping persyaratan-persyaratan lain, sebab kegiatan penalaran tanpa ditopang kemampuan berbahasa yang baik takkan berkembang secara optimal.

Filsafat Ilmu sebagai Payung Hutan Pengetahuan

Ilmu mengungkapkan kebenaran, agama dan moral mengajarkan kebaikan, dan seni memancarkan keindahan. Namun, semua pengetahuan ini tidak secara langsung mendatangkan kearifan. Kearifan tumbuh dari kesadaran dan keterbatasan, baik itu keterbatasan manusia, maupun keterbatasan pengetahuan manusia. Kesadaran ini menumbuhkan kerendahhatian bahwa segala sesuatu itu mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kita tidak bisa hidup hanya dengan

kebenaran tanpa kebaikan dan keindahan. Kebenaran ilmiah bukan satu-satunya kebenaran, bahkan, hanya merupakan kebenaran yang bersifat probabilistik dan pragmatik. Untuk itu selalu ada tempat dalam kehidupan ilmuwan untuk pengetahuan yang lain. Ilmuwan membentuk agama, moral dan seni untuk melengkapi kehidupannya. Ilmuwan tidak selamanya hanya menghirup udara laboratorium yang steril dan antiseptik. Dalam kejauhan dan keraguan, ilmuwan bisa membuka jendela laboratoriumnya lebar-lebar: menghirup udara segar, mendengar daun yang gemerisik; atau, menyimak ayat-ayat yang memberikan ketentraman dan kepastian.

Filsafat Ilmu sebagai Payung Pengembangan Paradigma

Berfilsafat bukan saja memberikan jawab tetapi juga mengajukan pertanyaan yang tepat. Semakin dalam dan semakin luas pengetahuan kita meningkatkan pendidikan keilmuan dirasakan perlunya mengembangkan paradigma baru dalam berbagai hal. Umpamanya saja, seperti telah kita singgung sebelumnya, mengembangkan paradigma yang membedakan penelitian akademik dengan penelitian profesional, dan mengembangkan paradigma epistemologi pemecahan masalah di samping penemuan pengetahuan ilmiah. Demikian juga perlu dipikirkan pengembangan paradigma lain yang berkaitan dengan kegiatan pendidikan dan keilmuan.

Materi Pelajaran Filsafat Ilmu

Memanfaatkan filsafat ilmu sebagai titik-tolak maka kita pun menjejajah berbagai filsafat pengetahuan lainnya seperti filsafat bahasa, filsafat logika, filsafat matematika, filsafat statistika, filsafat agama, filsafat seni, dan filsafat moral. Filsafat di sini merupakan pengetahuan tentang hakikat. Substansi hakikat adalah paradigma dasar (basic paradigm) dari pengetahuan. Paradigma diartikan sebagai konsep

yang dianut dan diamalkan oleh komunitas tertentu pada periode tertentu.

Meskipun kelihatannya materi yang dicakup sangat luas namun pada kenyataannya sebenarnya tidak demikian, sebab kita tidak terlalu mempermasalahkan konsep perseorangan atau aliran yang mengerucut menjadi paradigma, namun langsung membidik paradigma itu sendiri. Kita tidak melakukan pendekatan historis terhadap paradigma, yang sesuai dengan definisi kita, berubah dari waktu ke waktu. Kita membatasi penjelajahan kita hanya terhadap konsep yang dianut dan diamalkan pada waktu sekarang. Itu pun terbatas pada konsep yang bersifat umum yang dianut sebagian besar anggota komunitas (*mainstream*). Jika pun kita menyinggung nama perseorangan atau aliran, maka semua itu hanya sekedar referensi atau titik-tolak. Proposisi bahwa fungsi ilmu adalah mendeskripsikan, menjelaskan, memprediksikan dan mengontrol tidak perlu dikaitkan dengan aliran-aliran filsafat tertentu, walaupun harus kita singgung, bahwa di samping ilmu yang bersifat nomotetis ini juga terdapat pengetahuan lainnya yang bersifat deskriptif seperti antropologi. Epistemologi keilmuan juga sebenarnya banyak sekali, namun sebagai landasan dasar (*basic knowledge*) kita mulai dari konsep yang bersifat umum.

Materi yang diberikan tidak ditunjukkan untuk menjadikan seseorang menjadi ahli filsafat. Filsafat ilmu diberikan sebagai pengetahuan bagi orang awam yang ingin mendalami hakikat ilmu. Atau lebih terarah lagi, bagi ilmuwan, yang ingin mendalami hakikat ilmu dengan segala seluk-beluknya serta ketertarikannya dengan berbagai pengetahuan lainnya. Bila John J. Kemeny (1958) menulis buku *A Philosopher Looks at Science* maka pendekatan di sini mungkin lebih tepat sebagai *A Scientist Looks at Philosophy*; keduanya merupakan upaya ilmuwan, untuk lebih mengenal pengetahuan yang menjadi keahliannya secara filosofis.

Penutup

Saya tidak berpretensi untuk mengatakan bahwa semua orang mempunyai persepsi yang sama tentang substansi filsafat ilmu. Terdapat berbagai pandangan bagaimana cara mata pelajaran filsafat ilmu itu diberikan. Bagi saya berbagai pandangan itu merupakan berkah dalam menjawab kebutuhan yang berbeda-beda. Bahkan, pada pendekatan yang disarankan di sini pun terdapat variasi dalam substansi dan penekanan tergantung dari bidang keahlian dan tingkat pendidikan. Sudah lebih dari seperempat abad berlalu sejak Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) III menyimpulkan perlunya filsafat ilmu diberikan dalam sistem pendidikan kita; dan sekarang, bila kita membuka internet, dalam Google saja terdapat 256.000 situs mengenai filsafat ilmu, termasuk di dalamnya silabus filsafat ilmu. Saya kira hal ini perlu kita syukuri dan memandang jauh ke depan mengharap terbitnya fajar yang jauh lebih cerah lagi.

Jujun Suriasumantri

TENTANG HAKIKAT ILMU: SEBUAH PENGANTAR REDAKSI



Homo Sapiens, Manusia yang Berpikir. Sebuah patung yang termasyur, hasil karya pemahat **Aguste Rodin** (1840-1917) adalah lambang kemanusiaan kita. Karena berpikirlah manusia, makhluk petualang yang paling unggul.

Tapi kebenaran lalu jadi rumit

Andai ke-takbenar-an, yang dibenarkan...*

(Apel Resimen Mahasiswa Hasanuddin Noor mengenang kepergian Julius Usman, Baranangsiang, 23 Agustus 1966)

PERNAHKAH Anda melihat patung yang termasyhur dari Auguste Rodin: seorang manusia yang sedang tekun berpikir? Dialah lambang kemanusiaan kita, Homo sapiens, makhluk yang berpikir. Setiap saat dari hidupnya, sejenak dia lahir sampai masuk liang lahat, dia tak pernah berhenti berpikir. Hampir tak ada masalah yang menyangkut peri kehidupan yang terlepas dari

jangkauan pikirannya, dari soal paling remeh sampai soal paling asasi, dari pertanyaan yang menyangkut sarapan pagi sampai persoalan surga dan neraka di akhir nanti. Berpikir itulah yang mencirikan hakikat manusia dan karena berpikirlah dia menjadi manusia.

* Jujun S. Suriasumantri, "Tesis Hari Ini", Bulletin Kami Bogor, Agustus 1966

Berpikir pada dasarnya merupakan sebuah proses yang mem-buahkan pengetahuan. Proses ini merupakan serangkaian gerak pemi- kiran dalam mengikuti jalan pikiran tertentu yang akhirnya sampai pada sebuah kesimpulan yang berupa pengetahuan. Gerak pemikiran ini dalam kegiatannya mempergunakan lambang yang merupakan abstraksi dari objek yang sedang kita pikirkan. Bahasa adalah salah satu dari lambang tersebut di mana objek-objek kehidupan yang konkret dinyatakan dengan kata-kata. Dapat dibayangkan betapa sukarnya proses berpikir tersebut tanpa adanya lambang-lambang mengabstraksikan berbagai gejala kehidupan. Matematika yang merupakan serangkaian lambang yang pada hakikatnya mempunyai fungsi yang sama dengan bahasa. Sejak seorang bayi mulai bisa berkata-kata, orang tuanya mulai mengajarkan bahasa, dan setelah anak itu cukup usia maka mulailah dia diajarkan berhitung. Yang pertama merupakan bahasa verbal dan yang kedua merupakan bahasa yang menggunakan angka. Mempergunakan kedua bahasa itulah dia mulai berkomunikasi dengan lingkungannya. Setelah anak itu berumur empat atau tujuh tahun, maka ia pun memasuki sekolah untuk mempelajari bahasa tertulis. Di sana anak itu mulai diperkenalkan kepada proses kegiatan berpikir secara formal; suatu kegiatan yang untuk selanjutnya takkan pernah berhenti sampai akhir hayat.

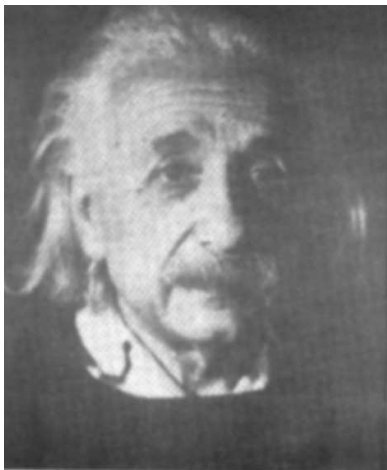
Pengetahuan yang merupakan produk kegiatan berpikir meru- pakan obor dan semen peradaban di mana manusia menemukan diri- nya menghayati hidup dengan lebih sempurna. Berbagai peralatan dikembangkan manusia untuk meningkatkan kualitas hidupnya dengan jalan menerapkan pengetahuan yang diperolehnya. Proses penemuan dan penerapan itulah yang menghasilkan kapak dan batu zaman dulu sampai komputer hari ini. Berbagai masalah memasuki pikiran manusia dalam menghadapi kenyataan hidup sehari-hari dan beragam buah pemikiran telah dihasilkan sebagai bagian dari sejarah kebudayaannya. Meskipun kelihatannya tampak beberapa banyak dan beraneka ragamnya buah pemikiran itu namun pada hakikatnya

upaya manusia dalam memperoleh pengetahuan didasarkan pada tiga masalah pokok yakni: *Apakah yang ingin kita ketahui? Bagaimana cara kita memperoleh pengetahuan? Dan apakah nilai pengetahuan tersebut bagi kita?*

Pertanyaan itu kelihatannya sederhana namun mencakup permasalahan yang sangat asasi. Berbagai buah pemikiran yang besar sebenarnya merupakan serangkaian jawaban yang diberikan atas ketiga pertanyaan tadi. Pemikiran-pemikiran besar dalam sejarah kebudayaan manusia dapat dicirikan dan dibedakan dari cara mereka menjawab pertanyaan-pertanyaan itu. Seperti juga langkah-langkah pembukaan dalam sebuah permainan catur, maka berbagai aliran dalam pemikiran manusia dapat tersusur kepada pembukaan dasar yang mengawali kegiatan berpikirnya. Kunci pembukaan itu adalah bagaimana mereka menjawab ketiga masalah pokok tersebut yang merupakan titik-tolak dalam pengembangan pemikiran selanjutnya.

Ilmu merupakan salah satu dari pemikiran manusia dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan ini. Ilmu merupakan salah satu dari pengetahuan manusia. Untuk bisa menghargai ilmu sebagaimana mestinya sesungguhnya kita harus mengerti apakah hakikat ilmu itu sebenarnya. Seperti kata pribahasa Perancis, “Mengerti berarti memafkan segalanya,” maka pengertian yang mendalam terhadap hakikat ilmu, bukan saja akan mengikatkan apresiasi kita terhadap ilmu namun juga membuka mata kita terhadap berbagai kekurangannya.

Mereka yang mendewa-dewakan ilmu sebagai satu-satunya sumber kebenaran biasanya tidak mengetahui hakikat ilmu yang sebenarnya. Demikian juga sebaliknya dengan mereka yang memalingkan muka dari ilmu, mereka yang tidak mau melihat kenyataan betapa ilmu telah membentuk peradaban seperti apa yang kita punya sekarang ini, kepicikan seperti itu kemungkinan besar disebabkan karena mereka kurang mengenal hakikat ilmu yang sebenarnya. Menghadapi dua pola pendapat yang ekstrem ini seyogyanya kita harus berdiri di tengah dengan menyadari bahwa meskipun ilmu memang memberikan ke-



Albert Einstein (1879-1917), teoritikus terbesar dalam bidang ilmu alam, Pemenang Hadiah Nobel 1921 untuk sumbangannya di bidang ilmu fisika teori. Tentang ilmu dan agama dia pernah berkata bahwa ilmu tanpa agama buta, dan agama tanpa ilmu adalah lumpuh.

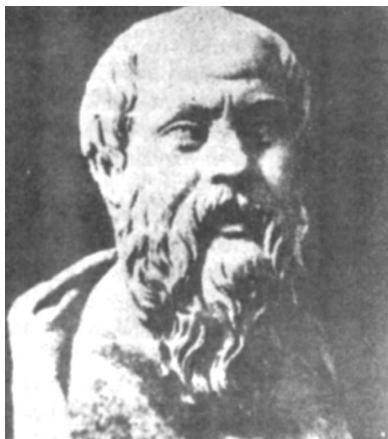
benaran namun kebenaran ke-ilmuan bukanlah satu-satunya kebenaran dalam hidup kita ini. Terdapat berbagai sumber kebenaran lain yang memperkaya khazanah kehidupan kita, dan semua kebenaran itu mempunyai manfaat asal diletakkan pada tempatnya yang layak. Kehidupan terlalu rumit untuk dianalisis hanya oleh satu jalan pemikiran. Adalah ketinggian yang tidak mempunyai dasar sama sekali, bila kita beranggapan bahwa ilmulah alpha dan omega dari kebenaran. Terdapat tempat masing-masing dalam kehidupan

manusia bagi falsafah, seni, agama, dan sebagainya di samping ilmu.

Semuanya bersifat saling membutuhkan dan saling mengisi, seperti apa yang dikatakan Einstein bahwa “ilmu tanpa agama adalah buta, dan agama tanpa ilmu adalah lumpuh”. Dan kepada merekalah, mereka yang ingin mendapatkan kepuasan dari berpikir keilmuan, mereka yang menganggap berikir bukan sebagai suatu beban namun petualangan yang mengasyikkan, mereka yang ingin mengkaji hakikat kehidupan dengan mendalam, maka kepada merekalah karangan ini dipersembahkan.

Ilmu dan Falsafah

Istilah falsafah mengandung banyak pengertian, namun untuk tujuan pembahasan kita, falsafah diartikan sebagai *suatu cara berpikir yang radikal dan menyeluruh, suatu cara berpikir yang mengupas sesuatu*



Tugas falsafah menurut Socrates (470-399 S.M.) bukan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang timbul di dalam kehidupan melainkan mempersoalkan jawaban yang diberikan. Berfilsafat merupakan cara berpikir yang radikal, menyeluruh, dan mendasar.

sedalam-dalamnya. Tak satu hal yang bagaimanapun kecilnya terlepas dari pengamanaan kefasafahan. Tak ada suatu pernyataan yang bagaimanapun sederhananya yang kita terima begitu saja tanpa pengkajian yang saksama. Falsafah menanyakan segala sesuatu dari kegiatan berpikir kita dari awal sampai akhir seperti dinyatakan oleh Socrates, bahwa tugas falsafah yang sebenarnya bukanlah menjawab pertanyaan kita namun mempersoalkan jawaban yang diberikan. Kemajuan manusia dalam berfalsafah bukan saja di-

ukur dari jawaban yang diberikan namun juga dari pertanyaan yang diajukannya.

Lalu apakah hubungan falsafah dengan ilmu? Seperti diketahui ilmu merupakan kumpulan pengetahuan yang mempunyai ciri-ciri tertentu yang membedakan ilmu dengan pengetahuan-pengetahuan lainnya. Ciri-ciri keilmuan ini didasarkan pada jawaban yang diberikan ilmu terhadap ketiga pertanyaan pokok seperti telah kita sebutkan terdahulu. Falsafah mempelajari masalah ini sedalam-dalamnya dan hasil pengkajiannya merupakan dasar bagi ekstensi ilmu. Seperti diketahui pertanyaan pokok itu mencakup masalah tentang apa yang ingin kita ketahui, bagaimana cara mendapatkan pengetahuan tersebut dan apa nilai kegunaanya bagi kita. Ontologi membahas tentang apa yang ingin kita ketahui, seberapa jauh kita ingin tahu, atau, dengan perkataan lain, suatu pengkajian mengenai teori tentang “ada”. Kemudian bagaimana cara kita mendapatkan pengetahuan mengenai objek tersebut? Untuk menjawab pertanyaan

itu maka kita berpaling kepada epistemologi: yakni teori pengetahuan. Akhirnya dalam menjawab pertanyaan ketiga tentang nilai kegunaan nilai pengetahuan tersebut maka kita berpaling kepada axiologi: yakni teori tentang nilai. Setiap bentuk buah pemikiran manusia dapat dikembalikan pada dasar-dasar ontologi, epistemologi, dan axiologi dari pemikiran yang bersangkutan. Analisis kefasafahan ditinjau dari tiga landasan ini akan membawa kita kepada hakikat buah pemikiran tersebut. Demikian juga kita akan mempelajari ilmu ditinjau dari titik-tolak yang sama untuk mendapatkan gambaran yang sedalam-dalamnya.

Dasar Ontologi Ilmu

Apakah yang ingin diketahui ilmu? Atau dengan perkataan lain, apakah yang menjadi bidang telaah ilmu? Bidang lain seperti agama, umpamanya, memasukkan ke dalam ruang lingkup pengkajiannya hal-hal yang berada di luar jangkauan pengalaman manusia: apa yang terjadi sesudah manusia meninggal dunia, misalnya: Pengalaman di sini menunjukkan tentang adanya sesuatu yang telah kita alami dan kita mempunyai kesempatan mengkomunikasikan pengalaman tersebut kepada orang lain. Kiranya sampai sejauh ini tak pernah ada seorang pun yang pulang kembali dari lubang kubur untuk menceritakan pengalamannya. Secara sederhana dapat kita katakan bahwa kejadian seperti ini termasuk sesuatu yang berada di luar jangkauan pengalaman manusia. Istilah yang kita pakai untuk menunjukan sifat kejadian yang terjangkau fitrah pengalaman manusia disebut empiris. Fakta empiris adalah fakta yang dapat dialami langsung oleh manusia dengan mempergunakan panca inderanya. Ruang lingkup kemampuan panca indera manusia dan peralatan yang dikembangkan sebagai pembantu panca indera tersebut membentuk apa yang dikenal dengan dunia empiris.

Berlainan dengan agama, atau bentuk-bentuk pengetahuan lainnya, maka ilmu membatasi diri hanya kepada kejadian yang bersifat empiris ini. Objek penelaahan ilmu mencakup seluruh aspek kehidupan yang dapat diuji oleh pancaindera manusia. Dalam batas-batas tersebut maka ilmu mempelajari objek-objek empiris seperti batu-batuan, binatang, tumbuh-tumbuhan, hewan atau manusia itu sendiri. Ilmu mempelajari berbagai gejala dan peristiwa yang menurut anggapannya mempunyai manfaat bagi kehidupan manusia. Berdasarkan objek yang ditelaahnya, maka ilmu dapat disebut sebagai suatu pengetahuan empiris, di mana objek-objek yang berbeda di luar jangkauan manusia tidak termasuk ke dalam bidang penelaahan keilmuan tersebut. Inilah yang merupakan salah satu ciri. ilmu yakni orientasi terhadap dunia empiris.

Pengetahuan keilmuan mengenai objek empiris ini pada dasarnya merupakan abstraksi yang disederhanakan. Penyederhanaan ini perlu, sebab kejadian alam yang sesungguhnya begitu kompleks, dengan sampel dari berbagai faktor yang terlibat di dalamnya. Ilmu tidak bermaksud “memotret” atau “mereproduksi” suatu kejadian tertentu dan mengabstraksikannya dalam bahasa keilmuan. Ilmu bertujuan untuk mengerti mengapa hal itu terjadi, dengan membatasi diri pada hal-hal yang asasi. Atau dengan perkataan lain, proses keilmuan bertujuan untuk memeras hakikat objek empiris tertentu, untuk mendapatkan sari yang berupa pengetahuan mengenai objek tersebut.

Untuk mendapatkan pengetahuan ini ilmu membuat beberapa andaian (asumsi) mengenai objek-objek empiris. Asumsi ini perlu, sebab pernyataan asumtif inilah yang memberi arah dan landasan bagi kegiatan penelaahan kita. Sebuah pengetahuan baru dianggap benar selama kita bisa menerima asumsi yang dikemukakannya. Semua teori keilmuan mempunyai asumsi-asumsi ini, baik yang dinyatakan secara tersurat maupun yang tercakup secara tersirat. Marilah kita ambil sebuah contoh mengenai fungsi asumsi yang

sangat menentukan ini. Sebuah perusahaan sepatu dalam rangka penelitian mengenai pemasaran sepatunya mengirimkan dua regu peneliti ke suatu daerah yang sama. Fakta yang ditemukan oleh kedua regu ini ialah bahwa tak seorang pun dari penduduk di situ yang memakai sepatu. Namun berdasarkan fakta yang sama ini kedua regu peneliti itu sampai pada kesimpulan yang berbeda. Regu yang pertama menyimpulkan untuk tidak membangun pabrik sepatu di daerah itu karena toh takkan ada seorang pun yang akan membelinya. Sedangkan regu kedua justru menyarankan sebaliknya, mereka berkesimpulan bahwa semua orang akan berbondong-bondong membeli sepatu. Apakah yang menyebabkan perbedaan penarikan kesimpulan yang bertentangan ini? Sebabnya terletak dalam asumsi yang melandasi kedua penarikan kesimpulan tersebut. Regu pertama mempunyai asumsi bahwa kenyataan itu tak bisa diubah: biar apa pun usaha yang dijalankan, orang-orang itu tetap takkan mau memakai sepatu. Regu kedua mempunyai asumsi yang bertentangan. Menurut anggapannya, kenyataan bahwa orang-orang itu tidak memakai sepatu bukanlah sesuatu yang tidak bisa diubah: dengan beberapa perlakuan yang tepat kita bisa mengubah kebudayaan tidak bersepatu menjadi kebudayaan bersepatu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan asumsi yang berbeda kita sampai pada kesimpulan yang berbeda pula. Lalu kesimpulan manakah yang akan kita pilih? Dalam keadaan seperti ini maka kita akan memilih kesimpulan yang mempunyai asumsi yang dapat kita terima. Kalau kita beranggapan bahwa biar dengan cara apa pun juga orang yang bertelanjang kaki tidak bisa dipaksa memakai sepatu maka kita memilih kesimpulan pertama. Demikian pula sebaliknya.

Ilmu mengemukakan beberapa asumsi mengenai objek empiris ini. Sama halnya dengan contoh kita di atas maka kita baru bisa menerima suatu pengetahuan keilmuan mengenai objek empiris tertentu selama kita menganggap bahwa pernyataan asertif ilmu mengenai objek empiris tersebut benar. Ilmu menganggap bahwa objek-objek empiris yang menjadi bidang penelaahannya mempunyai

sifat keragaman, memperlihatkan sifat berulang dan semuanya jalin-menjalin secara teratur. Suatu peristiwa tidaklah terjadi secara kebetulan, namun tiap peristiwa mempunyai pola tetap yang teratur. Bahwa hujan turun diawali dengan awan tebal dan langit mendung, hal ini bukanlah merupakan suatu kebetulan tetapi memang polanya sudah demikian. Kejadian ini akan terulang dengan pola yang sama. Alam merupakan suatu sistem yang teratur yang tunduk kepada hukum-hukum tertentu.



Berdasarkan anggapan yang mengatakan bahwa objek-objek tertentu mempunyai keserupaan satu sama lain, maka Linnaeus (1707-1778) seorang biolog, meng-golongkan hewan dan tumbuh-tumbuhan secara siste-matis.

Secara lebih terperinci ilmu mempunyai tiga asumsi mengenai objek empiris. Asumsi pertama menganggap objek-objek tertentu mempunyai keserupaan satu sama lain, umpamanya dalam hal bentuk, struktur, sifat dan sebagainya. Berdasarkan ini maka kita dapat mengelompokkan beberapa objek yang serupa ke dalam satu golongan. Klasifikasi merupakan pendekatan keilmuan yang pertama terhadap objek-objek yang ditelaahnya dan taxonomi merupakan cabang

keilmuan yang mula-mula sekali berkembang. Konsep ilmu yang lebih lanjut seperti konsep perbandingan (komparatif) dan kuantitatif hanya dimungkinkan dengan adanya taxonomi yang baik. Linnaeus (1707-1778) merupakan pelopor dalam penggolongan hewan dan tumbuh-tumbuhan secara sistematis. Dengan adanya klasifikasi ini, kita menganggap bahwa individu-individu dalam suatu kelas tertentu mempunyai ciri-ciri yang serupa, maka ilmu tidak berbicara mengenai kasus individu melainkan suatu kelas tertentu. Istilah manusia

umpamanya memberikan pengertian tentang suatu kelas yang anggota-anggotanya mempunyai ciri-ciri tertentu yang serupa.

Asumsi yang kedua adalah anggapan bahwa suatu benda tidak mengalami perubahan dalam jangka waktu tertentu. Kegiatan keilmuan bertujuan mempelajari tingkah laku suatu objek dalam suatu keadaan tertentu. Kegiatan ini jelas tidak mungkin dilakukan bila objek selalu berubah-ubah tiap waktu. Walaupun begitu tidak mungkin kita menuntut adanya kelestarian yang absolut, sebab alam perjalanan waktu tiap benda akan mengalami perubahan. Oleh sebab itu ilmu hanya menuntut adanya kelestarian yang relatif, artinya sifat-sifat pokok dari suatu benda tidak berubah dalam jangka waktu tertentu. Tercakup dalam pengertian ini adalah pengakuan bahwa benda-benda dalam jangka panjang akan mengalami perubahan dan jangka waktu ini berbeda-beda untuk tiap benda. Planet-planet memperlihatkan perubahan dalam waktu yang relatif sangat panjang bila dibandingkan dengan seongkah es batu di suatu panas terik di musim kemarau. Kelestarian relatif dalam jangka waktu tertentu ini memungkinkan kita untuk melakukan pendekatan keilmuan terhadap objek yang sedang diselidiki.

Determinisme merupakan asumsi ilmu yang ketiga. Kita menganggap tiap gejala bukan merupakan suatu kejadian yang bersifat kebetulan. Tiap gejala mempunyai pola tertentu yang bersifat tetap dengan urutan kejadian yang sama. Bahwa sate dibakar akan mengeluarkan bau yang merangsang, hal ini bukanlah suatu kebetulan sebab memang sudah demikian hakikatnya suatu pola, sebab bila sate dibakar akan senantiasa timbul bau yang merangsang. Demikian juga dengan berbagai gejala lainnya yang kita temui dalam kehidupan sehari-hari; sesudah langit mendung maka turunlah hujan atau sesudah gelap maka terbitlah terang. Namun seperti juga dengan asumsi kelestarian, ilmu tidak menuntut adanya hubungan sebab akibat yang mutlak sehingga suatu kejadian tertentu harus selalu diikuti oleh suatu kejadian yang lain. Ilmu tidak mengemukakan

bahwa X selalu mengakibatkan Y, melainkan mengatakan bahwa X mempunyai kemungkinan (peluang) yang besar untuk mengakibatkan terjadinya Y. Determinisme dalam pengertian ilmu mempunyai konotasi yang bersifat peluang (probabilistik). Statistika merupakan metode yang menyatakan hubungan probabilistik antara gejala-gejala dalam penelaahan keilmuan. Sesuai dengan peranannya dalam kegiatan ilmu, maka dasar statistika adalah teori peluang. Statistika mempunyai peranan yang menentukan dalam persyaratan-persyaratan keilmuan sesuai dengan asumsi ilmu tentang alam. Tanpa statistika hakikat ilmu akan sangat berlainan.

Dasar Epistemologi Ilmu

Epistemologi, atau teori pengetahuan, membahas secara mendalam segenap proses yang terlihat dalam usaha kita untuk memperoleh pengetahuan. Ilmu merupakan pengetahuan yang didapat melalui proses tertentu yang dinamakan metode keilmuan. Metode inilah yang membedakan ilmu dengan buah pemikiran yang lainnya. Atau dengan perkataan lain, ilmu adalah pengetahuan yang diperoleh dengan menerapkan metode keilmuan. Karena ilmu merupakan sebahagian dari pengetahuan, yakni pengetahuan yang memiliki sifat-sifat tertentu, maka ilmu dapat juga disebut pengetahuan keilmuan. Untuk tujuan inilah, agar tidak terjadi kekacauan antara pengertian “ilmu” (*science*) dan “pengetahuan” (*knowledge*), maka kita mempergunakan istilah “ilmu” untuk “ilmu pengetahuan”.

Ditinjau dari pengetahuan ini, ilmu lebih bersifat merupakan kegiatan daripada sekedar produk yang siap dikonsumsi. Kata sifat “keilmuan” lebih mencerminkan hakikat ilmu daripada istilah ilmu sebagai kata benda. Kegiatan ilmu juga dinamis dan tidak statis. Kegiatan dalam mencari pengetahuan tentang apa pun, selama hal itu terbatas pada objek empiris dan pengetahuan tersebut diperoleh dengan mempergunakan metode keilmuan, adalah sah untuk disebut

keilmuan. Orang bisa membahas suatu kejadian sehari-hari secara keilmuan, asalkan dalam proses pengkajian masalah tersebut, dia memenuhi persyaratan yang telah digariskan. Sebaliknya, tidak semua yang diasosiasikan dengan eksistensi ilmu adalah keilmuan. Seorang sarjana yang mempunyai profesi bidang ilmu belum tentu mendekati masalah ilmunya secara keilmuan. Hakikat ilmu tidak berhubungan dengan titel, profesi, atau kedudukan; hakikat keilmuan ditentukan oleh cara berpikir yang dilakukan menurut persyaratan keilmuan. Semoga hal ini bisa menggugah kesadaran kita untuk tidak menempatkan ilmu pada suatu struktur feodalisme yang terselubung. Ilmu bersifat terbuka, demokratis dan menjunjung kebenaran di atas segala-galanya.

Metode Keilmuan

Ditinjau dari segi perkembangannya, seperti juga semua unsur kebudayaan manusia, ilmu merupakan gabungan dari cara-cara manusia sebelumnya dalam mencari pengetahuan. Pada dasarnya, ditinjau dari sejarah cara berpikir manusia, terdapat dua pola dalam memperoleh pengetahuan. Yang pertama adalah berpikir secara rasional, di mana berdasarkan paham rasionalisme ini, ide tentang kebenaran sebenarnya sudah ada. Pikiran manusia dapat mengetahui ide tersebut, namun tidak menciptakannya, dan tidak pula mempelajarinya lewat pengalaman. Dengan perkataan lain, ide tentang kebenaran, yang menjadi dasar bagi pengetahuannya, diperoleh lewat berpikir secara rasional, terlepas dari pengalaman manusia. Sistem pengetahuan dibangun secara koheren di atas landasan-landasan pernyataan yang sudah pasti. Namun darimanakah kita mendapatkan kebenaran yang sudah pasti bila kebenaran itu tercerai dari pengalaman manusia yang nyata? Di sinilah kaum rasionalis mulai mendapatkan kesulitan untuk mendapatkan konsensus. yang dapat dijadikan landasan bagi kegiatan berpikir bersama. Tiap orang cenderung untuk percaya kepada

kebenaran yang pasti menurut mereka sendiri. Lalu bagaimana kita bisa sampai kepada suatu konsensus bila hanya berdasarkan apa yang dianggap benar oleh masing-masing? Saya kira pengalaman kita sehari-hari menunjukkan dengan jelas betapa sukarnya kita sampai kepada suatu kesimpulan yang disetujui bersama bila hanya berdasarkan pada cara tersebut. Yang benar bagi si A belum tentu benar bagi si B, malah mungkin sebaliknya. Seperti bunyi pepatah: kepala sama berbulu, pendapat berlain-lain. Cara berpikir seperti ini menyebabkan kita terjatuh ke dalam *solipsisme* yakni pengetahuan yang benar menurut anggapan kita masing-masing.

Oleh sebab itu, muncullah kemudian suatu pola berpikir lain, yang merupakan cara yang sama sekali berlawanan dengan rasionalisme, yang dikenal dengan nama empirisme. Bosan dengan debat yang tak berkesudahan, maka kaum empiris menganjurkan agar kita kembali ke alam untuk *mendapatkan* pengetahuan. Menurut mereka pengetahuan ini tidak ada secara apriori di benak kita, melainkan harus diperoleh dari pengalaman. Lalu berkembanglah apa yang dinamakan pola berpikir empiris, yang semula berasal dari sarjana-sarjana Islam, dan kemudian terkenal di dunia Barat lewat tulisan Francis Bacon (1561-1626) dalam bukunya *Novum Organum* yang terbit tahun 1620. Pola berpikir rasional pun sebenarnya dikenal oleh ahli-ahli pikir Barat lewat pembahasan ahli-ahli falsafah Islam terhadap falsafah Yunani yang dilakukan antara lain oleh Al-Kindi (809-873), Al-Farabi (881-961), Ibnu Sina (980-1037) dan Ibnu Rusyd (1126-1198). Di samping ahli falsafah mereka ini juga ahli dalam bidang keilmuan, dan falsafah Ibnu Rusyd mempunyai pengaruh besar dalam dunia pemikiran di Barat, yang kemudian terkenal sebagai Averroisme. Sarjana Islam juga menyumbang kemajuan ilmu dengan pengembangan aljabar oleh Ah-Khawarizmi, goniometri oleh Al-Battani, serta penggunaan angka desimal sebagaimana kita pergunakan sekarang ini. Dunia Timur lainnya juga ikut meletakkan sendi-sendi kemajuan ilmu, seperti India di bidang matematika dan

penemuan angka nol, Cina dengan penemuan kompas, mesiu, dan mesin cetak.¹

Apakah pendekatan empiris ini membawa kita lebih dekat kepada kebenaran? Ternyata juga tidak, sebab gejala yang terdapat dalam pengalaman kita baru mempunyai arti kalau kita memberikan tafsiran terhadap mereka. Fakta, yang ada sebagai dirinya sendiri, tidaklah mampu berkata apa-apa. Kitalah yang memberi mereka sebuah arti: sebuah nama, sebuah tempat, atau apa saja. Bintang-bintang di langit hanyalah tebaran kilau-kilau yang bisu sampai kita memberikan tafsiran terhadap ujud mereka. Di samping itu, bila kita hanya mengumpulkan pengetahuan mengenai berbagai gejala yang kita temui dalam pengalaman kita, lalu apakah gunanya semua kumpulan itu bagi kita? Pengetahuan yang diperoleh dengan cara ini hanyalah merupakan kumpulan pengetahuan serbaneka yang tak berarti. Lebih jauh lagi, bagaimanakah cara kita mendapatkan pengetahuan yang utuh: apakah kita memungut sana dan memungut sini seperti kita mengumpulkan kerang-kerang di pantai? Di samping itu siapakah yang dapat menjamin bahwa pengetahuan yang dikumpulkan itu benar, seperti apa dikatakan Charles Darwin, bahwa tanpa penafsiran yang sungguh-sungguh maka “alam akan mendustai kita bila dia mampu.”² Ternyata bahwa pendekatan empiris ini pun gagal untuk memecahkan masalah pokok dalam menemukan pengetahuan yang benar.

Seperti biasanya, waktu mengendapkan sifat ekstrem dari tiap-tiap bentuk pemikiran. Pemikiran yang radikal lambat-laun berubah menjadi lebih moderat sehingga kompromi lebih mudah tercapai. Demikian juga dengan pendekatan rasional dan empiris yang membentuk dua kutub yang saling bertentangan. Akhirnya kedua belah pihak saling menyadari bahwa rasionalisme dan empirisme mempunyai

¹ Penulis sangat berhutang budi kepada S.I. Poeradisastira yang mengingatkan kelengahan terhadap sumbangan dunia Timur kepada kemajuan ilmu serta menambah daftar bacaan dalam halaman 38 dan 3.

² Dikutip dalam Harold A. Larrabee, *Reliable Knowledge* (Boston: Houghton Mifflin, 1964), hlm. 121.9

kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Timbullah gagasan untuk menggabungkan kedua pendekatan ini untuk menyusun metode yang lebih dapat diandalkan dalam menemukan pengetahuan yang benar. Gabungan antara pendekatan rasional dan empiris dinamakan metode keilmuan. Rasionalisme memberikan kerangka pemikiran yang koheren dan logis. Sedangkan empirisme kerangka pengujian dalam memastikan suatu kebenaran. Kedua metode ini, yang dipergunakan secara dinamis, menghasilkan pengetahuan yang konsisten dan sistematis serta dapat diandalkan, sebab pengetahuan tersebut telah teruji secara empiris. Kalau seseorang berkata kepada seorang ilmuwan, “Saya dapat membuat minuman keras dari tape singkong,” maka ilmuwan itu akan berkata, “Coba jelaskan mengapa hal itu bisa terjadi dan tunjukkan kepada saya buktinya.” Sikap skeptis merupakan karakteristik seorang ilmuwan, artinya dia tidak pernah menerima kebenaran suatu pernyataan sebelum penjelasan mengenai isi pernyataan itu dapat dia terima, dan disaksikannya secara empiris konsekuensi kebenaran pernyataan tersebut. Rasionalisme menuntut adanya penjelasan yang koheren dengan pengetahuan yang telah diketahui sebelumnya. Dengan perkataan lain, suatu gejala harus dapat dijelaskan berdasarkan pengetahuan sebelumnya yang telah dikumpulkan secara sistematis. Penjelasan ini mungkin juga didasarkan kepada kaidah baru yang sebelumnya tidak pernah diketahui. Dalam keadaan seperti ini maka kaidah itu harus konsisten dengan sistem pengetahuan yang telah tersusun. Sesekali kadang timbul suatu pemikiran baru yang merombak keseluruhan pemikiran yang telah tersusun secara sistematis itu. Teori relativitas Einstein, umpamanya, merombak struktur pemikiran mekanika klasik Newton. Kiranya jelas dari pembahasan ini bahwa salah satu aspek dari kegiatan keilmuan adalah menyusun konsep penjelasan atau berpikir secara teoretis. Pemikiran teoretis ini bersifat deduktif dan pada dasarnya merupakan suatu proses berpikir yang logis dan

sistematis. Sifat inilah yang mencirikan salah satu dari karakteristik-karakteristik pokok ilmu.

Walaupun begitu, pendekatan rasional dalam menyusun teori ini harus dilengkapi dengan pendekatan empiris dalam menguji kebenaran teori yang diajukan itu. Bagaimanapun meyakinkannya suatu penjelasan teoretis yang diberikan, teori yang dikemukakan ini hanya bersifat dugaan sementara mengenai objek yang sedang dipermasalahkan. Suatu penjelasan yang belum teruji secara empiris hanyalah merupakan hipotesis atau dugaan. Hipotesis inilah yang kemudian kita uji kebenarannya secara empiris. Kalau ternyata pengujian secara empiris mendukung hipotesis yang diajukan itu, maka hipotesis tersebut adalah benar secara keilmuan. Demikian juga sebaliknya, hipotesis akan ditolak kebenarannya kalau pengujian secara empiris tidak mendukung pernyataan yang dikandungnya.

Istilah “kebenaran” mempunyai konotasi yang bermacam-macam. Kebenaran keilmuan mempunyai ruang lingkup yang sangat terbatas. Benar secara keilmuan berarti bahwa kebenaran suatu pernyataan ternyata didukung oleh fakta-fakta empiris. Kebenaran keilmuan kiranya lebih tepat disebut sebagai sah secara keilmuan. Pengujian secara empirislah yang mensahkan apakah suatu pernyataan yang dikemukakan dalam rangka kegiatan keilmuan itu dapat diterima atau tidak. Seperti diketahui, berbagai penjelasan dapat diberikan secara rasional terhadap suatu gejala tertentu. Sejumlah hipotesis dapat dikemukakan dalam menghadapi suatu objek yang sedang dipermasalahkan. Inilah salah satu kelemahan pendekatan rasional, karena berpikir secara deduktif jarang membawa orang kepada kesimpulan yang sama. Pengujian secara empirislah yang lalu merupakan wasit dalam gimnastik berpikir itu. seperti dikatakan oleh Einstein, bahwa ilmu dimulai dengan fakta dan diakhiri dengan fakta, apa pun juga teori yang disusun di antara mereka.³

³ Dikutip dalam John G. Kemeny, *A Philosopher Looks at Science* (New York: Van Nostrand, 1959).

Kelebihan dan Kekurangan Berpikir secara Keilmuan

Seperti telah terungkap dalam pembahasan terdahulu, kelebihan ilmu terletak pada pengetahuan yang tersusun secara logis dan sistematis serta telah teruji kebenarannya. Faktor pengujian ini memberikan karakteristik yang unik kepada proses kegiatan keilmuan, karena dengan demikian maka khazanah teoretis ilmu harus selalu dinilai berdasarkan pengujian empiris. Proses penilaian yang terus-menerus ini mengembangkan suatu mekanisme yang bersifat memperbaiki diri. Suatu kesalahan teoretis cepat atau lambat akan diperbaiki dengan adanya bolak-balik dari pengujian secara empiris. Mekanisme ini dimungkinkan dengan adanya karakteristik ilmu yang lain, yakni bersifat terbuka dan tersurat (eksplisit). Kegiatan keilmuan tidaklah dilakukan secara misterius, melainkan semuanya bersifat terbuka. Segenap unsur dan langkah yang terlibat di dalamnya diungkapkan dengan jelas, sehingga memungkinkan semua pihak mengetahui keseluruhan proses yang telah dilakukan. Pengungkapan ini dilakukan secara tersurat dengan mempergunakan berbagai media yang tersedia dalam komunikasi keilmuan. Kedua sifat ini, yakni terbuka dan tersurat, yang kemudian dikomunikasikan kepada semua pihak, menyebabkan ilmu mengalami penilaian yang dalam dan luas. Setiap orang bisa mengajukan sanggahan terhadap teori yang dikemukakan, atau memperlihatkan bukti-bukti baru yang mendukung atau menggugurkan suatu teori tertentu. Ilmuwan yang kreatif mungkin menyarankan cara dan langkah yang lain yang dapat lebih diandalkan untuk sampai kepada suatu kesimpulan yang sama. Sedangkan ilmuwan yang skeptis akan melakukan kembali seluruh atau sebagian dari suatu proses penemuan untuk menyaksikan kejadian tersebut dengan mata dan kepala sendiri.

Uraian di atas mungkin bisa memberikan gambaran betapa kerasnya proses penilaian dan kontrol yang diberikan masyarakat ilmuwan terhadap suatu produk keilmuan. Kontrol kualitas ini, kalau boleh saya menyebutkan demikian, memberikan ilmu suatu tingkat

PERKEMBANGAN ILMU-ILMU

ILMU-ILMU	2000 Sebelum Masehi - Tahun 300	Tahun 300 - Tahun 1400	Tahun 1400 - Tahun 1600
MATEMATIKA	Ilmu Hitung Geometri Logika	Teori Bilangan Aljabar Geometri Analitik Trigonometri	
FISIKA		Mekanika Optika	
KIMIA		Alkimia	
ASTRONOMI	Kosmologi Astronomi Posisionil	Mekanika Benda Langit	Astronomi Fisika
GEOLOGI	Eksplorasi	Geodesi Mineralogi Meteorologi	
BIOLOGI	Ilmu Obat-obatan	Fisiologi Anatomi Botani dan Zoologi Embriologi Patologi	
SOSIAL	Pemerintahan Sejarah Filsafat	Politik	

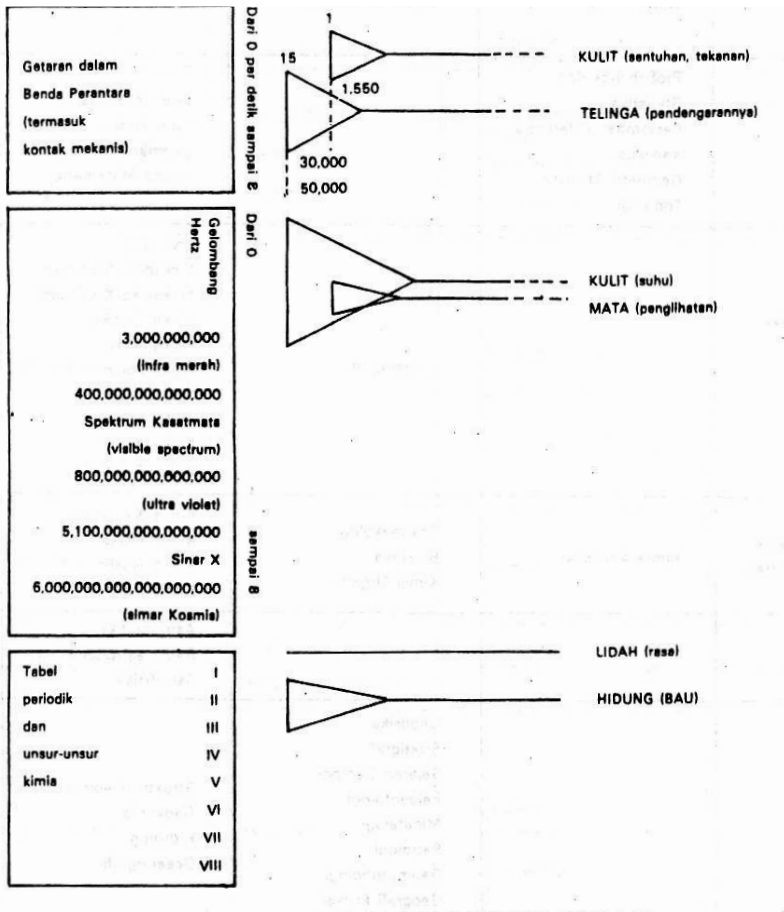
Sumber: Diolah dari Henry Margenau dan David Bergamini, *The Scientist* (New York: Time Inc., 1964), hlm. 86-99.

Abad ke-17	Abad ke-18	Abad ke-19	Abad ke-20
	Probabilitas dan Statistika Persamaan Diferensial Kalkulus Geometri Analitis Topologi		Teori Informasi Teori Fungsi Geometri Non-Euclid Logika Matematik
Termodinamika Keelektrikan dan Kemagnetan		Kristalografi	Cryogenik Mekanika Statistika Mekanika Kwantum Fisika Partikel Fisika Nuklir Fisika Plasma Fisika Atom Fisika Molekul Fisika Zat Fisika Relativitas
Kimia Anorganik Kimia Kedokteran	Kimia Analitis	Farmakologi Biokimia Kimia Organik	Kimia Kwantum Kimia Fisika Kimia Nuklir Kimia Polimer
			Astronautika Radio Astronomi Astrofisika
		Geofisika Stratigrafi Sejarah Geologi Paleontologi Mineralogi Petrologi Geomorphologi Geografi Fisika/ Fisis	Struktur Geologi Geokimia Hidrologi Oceanografi
Mikrobiologi	Taksonomi	Biofisika Anatomi Perbandingan Citologi Histologi Biokimia Ekologi	Radiologi Biologi Molekul Genetika
	Ekonomi	Arkeologi Antropologi Fisik Sosiologi	Antropologi Budaya Psikologi

GEJALA
FISIK

BAGIAN YANG AKTIF
SEBAGAI PERANGSANG

INDERA YANG
DIRANGSANG



PANCA INDERA DAN LINGKUNGAN

Sumber: Graydon L. Freeman, *Introduction to Physiological Psychology* (New York, 1934) yang dikutip dalam Harold A. Larrabee, *Reliable Knowledge* (Boston: Houghton Mifflin Company, 1964), hlm. 26.

kepercayaan yang tinggi dari segi pandangan masyarakat. Orang menganggap ilmu sebagai pengetahuan yang dapat diandalkan karena proses penemuannya yang sangat ketat. Tingkat kepercayaan masyarakat yang tinggi ini memungkinkan ilmu untuk memecahkan suatu masalah dalam bentuk suatu konsensus yang disetujui bersama, setidaknya untuk sementara, sampai ditemukan pemecahan lain yang lebih dapat diandalkan. Konsensus ini memungkinkan para ilmuwan untuk melihat ke depan dalam menjelajahi berbagai kemungkinan yang belum pernah diselidiki dari suatu pengetahuan baru. Secara konsisten dan sistematis ilmu disusun di atas dasar-dasar sebelumnya dan membentuk suatu kerangka yang bersifat kumulatif. Sifat kumulatif inilah yang memungkinkan ilmu berkembang dengan sangat pesat dan waktu yang relatif singkat. Perhatikan bagan di sebelah ini yang memperlihatkan tarikh perkembangan ilmu.

Namun kenyataan ini tidak boleh menutup mata kita terhadap berbagai kekurangan ilmu. Kekurangan-kekurangan ini bersumber pada asumsi landasan epistemologis ilmu, yang menyatakan bahwa kita mampu memperoleh pengetahuan yang bertumpu pada persepsi, ingatan dan penalaran. Persepsi kita yang mengandalkan pancaindera jelas mempunyai kelemahan, sebab pancaindera manusia tidak sempurna. Demikian juga, bahwa ingatan kurang bisa dipercaya sebagai cara untuk menemukan kebenaran kiranya tak usah dipersoalkan dan diragukan lagi. Apalagi cara kita menalar untuk sampai pada sebuah kesimpulan yang berupa pengetahuan jelas sekali mempunyai kelemahan-kelemahan.

Pancaindera kita bukan saja sangat terbatas, tetapi bahkan bisa menyesatkan. Sebatang tongkat yang sebenarnya lurus akan kelihatan bengkok bila sebagian terendam di air. Bila kita naik kendaraan yang melaju dengan kencang, maka tampak pohon-pohon berlarian. Demikian juga halnya dengan bumi yang sebenarnya mengelilingi matahari, tetapi seolah-olah justru dikelilingi matahari. Penyesatan pancaindera dalam contoh yang terakhir ini pernah membawa manusia sampai pada suatu

kesimpulan yang salah mengenai perputaran planet-planet. Makin jauh manusia mengandalkan hidupnya kepada pikirannya, maka makin lemah kemampuan pancainderanya. Sedangkan di pihak lain, manusia mengandalkan pancaindera tersebut untuk mendapatkan pengetahuan yang merupakan produk kegiatan berpikirnya. Suatu paradoks, memang, atau barangkali itulah harga yang mesti dibayar manusia untuk membeli khazanah pengetahuan yang kita miliki. Yang pasti, kiranya banyak dari kita yang mesti berkaca mata dalam menekuni bermacam karya-karya keilmuan. Lihatlah bagan di samping yang memperlihatkan betapa terbatasnya kemampuan pancaindera manusia. Di samping itu harus disadari bahwa kita mengamati gejala berdasarkan skala observasi kita yang lain dengan kenyataan sesungguhnya. Kenyataan ini dikemukakan oleh Charles-Eugene Guye yang berkata bahwa “skala observasilah yang menciptakan gejala.” Tepi silet yang tajam akan tampak pada kita seperti sebuah garis lurus, sedangkan amuba akan melihatnya sebagai garis yang melengkung-lengkung. Demikian juga struktur baja silet itu sendiri akan tampak bagi kita seperti benda padat, namun bagi jasad renik akan berupa wujud yang mampung.⁴ Di samping itu, penjelajahan ilmu secara ontologis hanya membatasi diri kepada gejala-gejala yang bersifat empiris. Aspek kehidupan sebenarnya secara keseluruhan demikian kompleks dan tidak semata bersifat empiris. Menghadapi kenyataan ini maka kita harus berpaling kepada metode-metode lain dalam mencari pengetahuan mengenai segi-segi yang tidak tercakup oleh kegiatan keilmuan. Bahkan dalam ruang lingkup empiris ini pun masih terdapat banyak sekali segi kehidupan yang belum terjangkau oleh ilmu. Di bidang penjelajahan mengenai manusia dan perkehidupannya kita masih berada dalam tahap yang sangat awal sekali. Mungkin setelah mereguk dengan puas segenap pengetahuan keilmuan mengenai manusia dan kemanusiaannya, maka Doktor Faust akan bergumam:

Nah, si tolol malang, dengan pengetahuanmu

Kau tetap segoblok seperti sebelumnya

⁴ Lecomte Du Nouy, *Human Destiny* (New York: Mentor, 1960), hlm. 25

Beberapa Konsep dalam Ilmu

Marilah kita kembali kepada hakikat ilmu sebagai suatu kumpulan pengetahuan yang dapat diandalkan yang berguna bagi kita dalam menjelaskan, meramalkan, dan mengontrol gejala-gejala alam. Masalahnya sekarang ialah, dalam bentuk yang bagaimanakah ilmu harus disusun agar sesuai dengan tujuan kegunaan tersebut? Dalam menjawab pertanyaan ini maka segera tampak bahwa pertama sekali, pengetahuan keilmuan itu haruslah bersifat umum, sebab suatu pernyataan yang bersifat umum akan mempunyai ruang lingkup yang luas, dan dengan demikian hal itu akan sangat memudahkan kita. Suatu pernyataan yang bersifat umum, seperti semua logam kalau dipanaskan akan memuai*, menyebabkan kita mampu menjelaskan, meramalkan dan mengontrol semua gejala seperti ini yang terjadi pada berbagai jenis logam. Dapat dibayangkan betapa sukarnya bagi kita untuk mampu menguasai semua gejala alam, (dan bayangkan bagaimana kita akan disibuki dengan pekerjaan rumah untuk menghafalkan semua gejala tersebut), bila pernyataan-pernyataan keilmuan bersifat individual. Tujuan utama kegiatan keilmuan adalah mencari pengetahuan yang bersifat umum dalam bentuk teori, hukum, kaidah, asas, dan sebagainya. Namun harus disadari bahwa derajat kerampatan (generalisasi) dari berbagai objek penelaahan, sesuai dengan hakikat objek-objek tersebut masing-masing, jelas akan berbeda. Lagi pula perbedaannya hanyalah dalam derajat, bukan dalam hakikat. Gejala-gejala fisika dengan mudah disarikan ke dalam pengetahuan yang mempunyai derajat kerampatan yang universal, karena hakikat objek-objek fisika bersifat sederhana. Bila logam dipanaskan, ia akan memuai. Kesimpulan umum seperti ini cenderung untuk berlaku di mana saja dan kapan saja. Keadaannya akan lain sekali bila kita berhubungan dengan gejala-gejala sosial. Suatu gejala perilaku manusia yang berlaku secara umum di suatu daerah

* Kecuali beberapa logam, yang untuk selang atau harga suhu tertentu menunjukkan gejala anomali. (Penulis berhutang budi kepada Dr. Liek Wilarjo dan Dr. Richard Durstine dalam pembahasan masalah ini).

tertentu belum tentu berlaku sama di daerah lain. Demikian juga, suatu kesimpulan yang benar pada waktu tertentu mungkin salah pada waktu yang berlainan. Mengapa demikian? Sebab faktor-faktor yang memengaruhi suatu gejala sosial sangat banyak dan kompleks. Interaksi antara faktor-faktor tersebut bersifat dinamis dan berubah tiap waktu. Berlainan dengan logam yang mati dan statis, manusia adalah makhluk hidup yang tumbuh dengan dinamis.

Keadaan ini membawa kita kepada suatu permasalahan pokok dalam penelaahan keilmuan: Apakah metode keilmuan untuk ilmu-ilmu alam harus berbeda dengan ilmu-ilmu sosial? Pertanyaan ini mengundang debat yang tak berkesudahan, namun bila hal ini dikembalikan kepada hakikat ilmu yang sebenarnya, maka tak terdapat alasan apa pun untuk membedakan metode keilmuan ilmu-ilmu alam dari metode untuk ilmu-ilmu sosial. Proses untuk mendapatkan pengetahuan keilmuan dalam semua bidang ilmu adalah sama. Metode yang dipergunakan adalah metode keilmuan yang sama. Memang terdapat perbedaan mengenai objek yang ditelaah dalam ilmu-ilmu alam dan ilmu-ilmu sosial, dan hal ini menyebabkan pengembangan teknik-teknik yang berbeda sesuai dengan bidang yang dihadapinya, namun teknik-teknik tersebut dikembangkan dalam rangka melaksanakan metode keilmuan yang sama. Teknik pengamatan batu-batuan di planet Mars jelas berbeda dengan teknik pengamatan suatu proses sosial di muka bumi, namun hal ini tidak berarti bahwa metode ilmu-ilmu alam harus berbeda dengan metode ilmu-ilmu sosial. Jelas kiranya, bahwa perdebatan dalam masalah ini disebabkan kekacauan dalam mempergunakan istilah metode dan teknik.

Pertanyaan kita sekarang adalah: Bagaimanakah kita mendapatkan suatu kesimpulan yang bersifat umum yang dapat diandalkan? Sebelum itu ada baiknya kita mengenal satu istilah yang dinamakan induksi. Induksi adalah suatu cara pengambilan keputusan di mana kita menarik kesimpulan yang bersifat umum dari kasus-kasus indi-

vidual. Untuk menggambarkan proses penarikan kesimpulan ini marilah kita lihat sebuah contoh. Katakanlah kita ingin melihat akibat pemupukan pupuk tertentu terhadap tinggi tanaman padi. Secara sepintas lalu kemudian dapat kita amati bahwa pada umumnya padi bertambah tinggi karena pemakaian pupuk tersebut. Tentu saja, agar pengetahuan yang kita peroleh itu dapat diandalkan, maka kita tidak puas hanya dengan kesimpulan yang ditarik berdasarkan pengamatan sepintas lalu saja. Persyaratan apa yang harus dipenuhi agar suatu sifat dapat berlaku umum? Bagaimana kita memperhitungkan ke dalam pengambilan keputusan kita faktor-faktor yang bersifat kebetulan? Faktor kebetulan ini sangat penting, kalau kita ingat, bahwa salah satu asumsi dari ilmu menyebutkan bahwa kejadian yang satu dengan kejadian yang lainnya terikat oleh satu pola yang teratur yang tidak bersifat kebetulan.

Maka masuklah statistika ke dalam lingkup pembicaraan kita. Statistika adalah cara yang dapat membantu kita dalam menarik kesimpulan umum yang dapat diandalkan. Bisa juga dikatakan bahwa statistika merupakan alat atau metode yang terlibat dalam proses induktif dari kegiatan keilmuan. Tanpa statistika, sukar dibayangkan, betapa kita akan sampai pada suatu kesimpulan umum yang dapat diandalkan. Tak ada penelitian yang benar-benar bersifat keilmuan dilakukan tanpa statistika. Lebih lanjut, agar penarikan kesimpulan suatu penelitian lebih dapat diandalkan, maka statistika membantu kita dengan berbagai kerangka percobaan, yang merupakan salah satu komponen utama dalam metode penelitian keilmuan. Tentu saja masih sering kita jumpai suatu penelitian tanpa adanya analisis statistika yang layak. Penelitian seperti ini mungkin saja dikatakan oleh si peneliti sampai pada suatu kesimpulan yang bersifat umum, namun masalahnya adalah: seberapa jauh penarikan kesimpulan yang dilakukan seperti ini dapat kita terima? Umpamanya saja saya mengemukakan pernyataan sebagai berikut: Semua kaum intelektual menyukai musik India. Lalu seseorang bertanya kepada saya:

Bagaimana Anda sampai pada kesimpulan seperti itu? Maka jawab saya: Sebab saya sendiri menyukai musik India. Tentu saja kesimpulan seperti ini secara keilmuan tidak dapat diandalkan, karena pertama di atas dasar apa saya bisa menganggap diri saya selaku seorang intelektual, dan bagaimana kalau seorang intelektual lain menyatakan bahwa dia menyukai Bach? Contoh ini kelihatannya sederhana dan menggelikan, namun cobalah memandang sekitar kita, atau mungkin diri kita sendiri, betapa seringnya kita menarik kesimpulan seperti ini.

Statistika membantu kita keluar dari kekacauan ini. Di samping itu, metode statistika memungkinkan kita sampai pada suatu kesimpulan umum yang dapat diandalkan, secara ekonomis. Statistika memberikan jalan kepada kita untuk sampai pada kesimpulan yang bersifat umum hanya dengan pengamatan objek-objek yang terbatas. Statistika mempunyai peranan penting lainnya bila dihubungkan dengan asumsi keilmuan mengenai hubungan sebab akibat. Seperti diketahui ilmu tidak menyatakan bahwa suatu kejadian selalu akan mengakibatkan kejadian yang lain, melainkan hanya menyatakan peluang untuk terjadinya kejadian tersebut. Suatu pernyataan keilmuan umpamanya akan berbunyi seperti berikut: bahwa bila padi diberi pupuk maka tinggi padi mempunyai peluang untuk bertambah. Dalam hal ini maka statistika membantu kita dalam menghitung besar peluang tersebut secara kuantitatif.

Katakanlah bahwa kita telah mempunyai pernyataan keilmuan yang bersifat umum. Pernyataan itu mudah diingat, sederhana dan mempunyai ruang lingkup yang luas. Lalu apakah kegunaan pernyataan keilmuan tersebut dalam kehidupan kita? Ilmu merupakan pengetahuan yang mempunyai kegunaan dalam membantu memecahkan masalah praktis sehari-hari, atau lebih tepat lagi, masalah konkret yang serupa. Dalam hubungan ini maka segera kita sadari bahwa masalah praktis yang kita hadapi adalah bersifat individual dan spesifik. Kita tidak menemui masalah praktis yang

bersifat menyeluruh seperti apa yang tercakup dalam hukum-hukum ilmu. Keadaan ini menghadapkan kita pada suatu situasi, di mana pada satu pihak kita mempunyai hukum yang bersifat umum dan menyeluruh, sedangkan di pihak lain, kita berhadapan dengan masalah yang bersifat individual dan spesifik. Persoalannya adalah, bagaimana kita menjembatani kedua pihak ini?

Sampailah kita kepada sebuah konsep dalam kegiatan keilmuan yang dinamakan deduksi. Secara sederhana dapat kita katakan bahwa deduksi adalah lawan dari induksi. Kalau induksi adalah proses untuk menarik kesimpulan umum dari kasus individual, maka deduksi adalah sebaliknya, yakni sebuah proses yang menarik kesimpulan yang bersifat individual dari pernyataan yang bersifat umum. Deduksi adalah proses penarikan kesimpulan dari pernyataan-pernyataan yang kebenarannya telah diketahui. Dan dalam proses deduksi inilah maka logika memegang peranan yang sangat penting. Secara sederhana proses penarikan kesimpulan secara deduktif dapat dicontohkan sebagai berikut: Bila semua logam dipanaskan akan memuai, dan bila x adalah sebatang logam, maka x bila dipanaskan akan memuai. Pernyataan “semua logam bila dipanaskan akan memuai” disebut premis mayor, pernyataan “ x adalah sebatang logam” disebut premis minor, dan pernyataan “ x dipanaskan akan memuai” adalah kesimpulan. Jadi kesimpulan bahwa “ x bila dipanaskan akan memuai” merupakan konsekuensi logis dari dua buah premis, yakni “semua logam bila dipanaskan akan memuai” dan “ x adalah sebatang logam”. Dapat dikatakan bahwa logika merupakan cara menarik kesimpulan dari premis-premis terdahulu; premis-premis tersebut pada dasarnya merupakan pengetahuan yang telah kita anggap benar. Dengan jalan mempergunakan pengetahuan tersebut sebagai premis mayor dan premis minor maka deduksi akan menghasilkan suatu produk yang berupa pengetahuan baru sebagai kesimpulan. Pengetahuan baru yang dihasilkan ini mempunyai tingkat kebenaran yang sama seperti premis-premis yang menghasilkannya. Kalau premis-

premisnya benar dan cara penarikan kesimpulannya juga benar maka pengetahuan baru itu benar. Kalau premisnya salah maka tentu saja kesimpulannya juga salah. Sedangkan kalau premisnya benar namun cara menarik kesimpulan salah maka kesimpulannya juga akan salah. Dalam prakteknya masalah-masalah yang dihadapi logikawan tidak sesederhana contoh kita di atas. Umpamanya saja kita mempunyai masalah logika sebagai berikut: “Bila Tuhan adalah Maha kuasa maka Tuhan harus dapat menciptakan batu yang sedemikian besarnya sehingga Tuhan itu sendiri tidak dapat mengangkatnya”. Apakah kesimpulan itu benar? Logika memberikan kita berbagai aturan untuk menarik kesimpulan yang benar dalam keadaan yang membingungkan seperti ini.

Logika sebagai suatu metode penarikan kesimpulan telah berkembang dengan pesat. Seperti juga dengan semua faktor yang terlibat dalam kegiatan keilmuan, maka logika secara terus-menerus disempurnakan. Lambang-lambang dipergunakan dalam logika simbolis, dan logika makin lama makin bersifat matematis. Bila dulu dalam berbagai universitas logika diberikan oleh Departemen Filsafat maka kini logika kebanyakan diberikan oleh Departemen Matematika. Apakah sebenarnya perbedaan antara logika dan matematika? Untuk menjawab pertanyaan tersebut baiklah kita kutip pernyataan Bertrand Russell bahwa “Mereka berbeda seperti anak kecil dan orang dewasa: logika adalah masa kecil dari matematika dan matematika adalah masa dewasa dari logika”.⁵ Bersama-sama dengan Whitehead kemudian dia menerbitkan sebuah buku yang berjudul *Principia Mathematica*,⁶ sebuah buku yang sangat sering dibicarakan orang karena pentingnya, namun sangat jarang dibaca orang karena sukarnya. Dalam buku tersebut mereka menyimpulkan bahwa hukum-hukum matematika pada dasarnya adalah pernyataan-

⁵ Bertrand Russell, *On the Philosophy of Science* (New York: The Bobbs-Merrill, 1965), hlm. 13.

⁶ Bertrand Russell and Alfred N. Whitehead, *Principia Mathematica* (Cambridge University Press: Vol I, 1910, Vol II, 1912, Vol III, 1913).

pernyataan logika. Atau, dengan perkataan lain, bahwa semua operasi matematika dapat direduksikan menjadi beberapa kaidah logika. Belakangan ini kita melihat perkembangan matematika modern yang lebih menekankan segi logika dalam operasi-operasinya. Perkembangan itu tentu saja sangat menggembirakan kita terutama kalau dikaitkan dengan penanaman yang lebih mantap dari cara berpikir keilmuan.

Selaku logika deduktif matematika dapat menurunkan pengetahuan baru dari pengetahuan-pengetahuan yang sebelumnya sudah diketahui. Umpamanya saja kita mempunyai dua buah pernyataan mengenai x dan y sebagai berikut:

$$(1) \quad 2x = 3y - 5$$

$$(2) \quad 4x = 2y + 2$$

Secara terpisah kedua pernyataan itu tidak memungkinkan kita untuk mengetahui harga x dan y , namun dengan operasi matematika yang sederhana dan dengan mempergunakan kedua persyaratan itu sebagai premis logika, maka dengan mudah kita dapat menemukan bahwa harga x adalah 2 dan y adalah 3. Contoh ini kelihatannya sangat sederhana namun implikasinya luar biasa. Berbagai rumus dalam ilmu diturunkan secara deduktif dari pengetahuan-pengetahuan sebelumnya.*

Dalam usahanya untuk mendapatkan pengetahuan yang makin dapat diandalkan, ilmu mengintroduksi konsep pengukuran. Adanya konsep pengukuran ini memungkinkan kita untuk mengetahui hubungan logis antara faktor-faktor yang terlibat dalam satu gejala atau peristiwa dengan lebih seksama. Berdasarkan kronologi perkembangannya maka ilmu dapat dibagi dalam tiga tahap, yakni klasifikasi, perbandingan, dan kuantitatif. Anak kecil mulai mengenal lingkungannya dengan jalan pendekatan secara pengklasifikasian. Terbata-bata dia mengucapkan perkataan, "Ini mata. Mata saya ada

* Lihatlah karangan Morris Kline dalam buku ini yang berjudul "Matematika" untuk melihat bagaimana rumus-rumus fisika diturunkan secara matematis.

dua.” Pernyataan itu bersifat mengklasifikasikan: bukan saja dia mengetahui apa yang dinamakan mata, melainkan juga karakteristiknya. Umpamanya saja dalam contoh di atas dia mulai mengetahui bahwa matanya ada dua. Taxonomi merupakan bentuk ilmu yang mula-mula berkembang. Setelah pengetahuan mengenai objek-objek yang dapat diklasifikasikan cukup banyak maka anak itu mulai membandingkan. Kambing lebih besar dari kucing. Hari ini lebih terang dibandingkan dengan kemarin.

Pengetahuan yang didapatkan berdasarkan perbandingan mempunyai banyak kegunaan. Kita umpamanya mengetahui bahwa logam kalau dipanaskan akan memanjang, yang artinya adalah, bahwa panjang logam sesudah mengalami pemanasan akan lebih besar dibandingkan dengan panjang logam sebelum dipanaskan. Ilmu mengenal pernyataan kuantitatif dan kualitatif. Pernyataan seperti di atas—logam kalau dipanaskan maka panjangnya akan menjadi lebih besar—merupakan pernyataan kualitatif. Pernyataan kualitatif sudah merupakan pengetahuan yang sangat berguna, sebab ia sudah bisa meramalkan apa yang akan terjadi seandainya persyaratan-persyaratan tertentu dipenuhi. Kebanyakan kaidah-kaidah ilmu-ilmu sosial masih berupa pernyataan kualitatif. Pernyataan yang lebih seksama adalah pernyataan yang bersifat kuantitatif. Umpamanya hubungan kuantitatif antara bahang (kalor) dan pemuai logam dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$P_t = P_o (1 + \lambda t)$$

dengan P_t = panjang logam pada temperatur t

P_o = panjang logam pada temperatur nol

t = besarnya temperatur

λ = koefisien pemuaian

Pernyataan di atas jelas memberikan gambaran yang lebih seksama, sebab dengan tepat kita mengetahui berapa besar pemuaian yang disebabkan oleh kenaikan temperatur tertentu. Kalau kita

ABD JAD

HURUF BABYLONIA				ASSYRIA				HURUF PERSIA KUNO				
Huruf gambar Sumer	Tanda	Arti	Huruf gambar Tanda	Arti	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi
	la			cha		la		lu		la		ga
	iel			lar		i		u		i		cha
	ur			ub		e		ga		u		ga
				an		u		u		la		da
	mud			ud		u		ga		la		ga
	pu			mi		ba		da		ga		la
HURUF SANGSEKERTA (BAHASA INDIA KUNO)												
Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	Tanda	Bunyi	
	la		la		la		la		la		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga		ga		ga		ga		ga		ga	
	ga											

kembali kepada tujuan dasar ilmu, yakni mencari pengetahuan yang dapat diandalkan, maka persyaratan kuantitatif merupakan tujuan terakhir dari kegiatan keilmuan. Dan dalam arah perkembangan inilah maka matematika merupakan persyaratan utama yang tidak-bisa-tidak harus dipenuhi. Kalau beberapa bidang ilmu dalam taraf perkembangannya sekarang ini belum mempergunakan konsep kuantitatif secara meluas, maka hal ini tidak berarti bahwa bidang tersebut akan selamanya demikian. Suatu waktu mau tak mau konsep yang lebih dapat diandalkan harus diperkembangkan.

Matematika mempunyai keunikan lain dalam fungsinya sebagai lambang yang dipakai dalam komunikasi pengetahuan. Seperti diketahui manusia berkomunikasi satu sama lain lewat lambang-lambang. Bahasa adalah lambang, dan demikian juga matematika. Matematika sebagai alat komunikasi keilmuan mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan



Komunikasi dalam ilmu matematika adalah proses reproduktif dan bukan suatu proses kreatif. Namun **Bertrand Russell** (1872-1970), seorang filsuf modern, tidak menyangkal adanya keindahan di dalam matematika, biarpun keindahan yang dingin dan sederhana.

dengan bahasa. Pertama-tama perkataan yang dipakai dalam bahasa sering sekali mempunyai arti yang samar. Cobalah definisikan dengan persis apa yang dimaksudkan dengan “cinta,” sebuah perkataan yang mungkin paling terkenal dalam perbendaharaan bahasa kita. Belum lagi bahwa perkataan cinta bisa dipergunakan untuk pengertian lainnya. Keadaan seperti ini sering membawa kita kepada situasi yang disebut kekacauan semantik, yakni bila dua orang atau lebih yang berkomunikasi satu sama lain lalu terlibat dalam suatu ketidaksesuaian. Hal ini mungkin terjadi karena mereka mempergunakan istilah

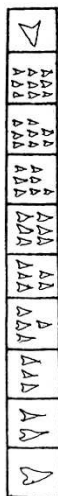
yang berbeda untuk pengertian yang sama atau mempergunakan istilah yang sama untuk pengertian yang berbeda. Belum lagi bahwa dalam bahasa terdapat apa yang dapat kita sebut dengan “kimia kata-kata”. Kata “mata” umpamanya, bersilat netral, demikian juga kata “pisau”, namun kalau kedua kata itu digabungkan menjadi “mata pisau”, seperti yang mungkin kita jumpai dalam puisi, maka konotasinya sudah lain. Susunan kata-kata dan cara merangkai kalimat menimbulkan apa yang dinamakan Kemeny sebagai “konotasi emosional”.⁷ Padahal komunikasi keilmuan haruslah dilakukan secara anti-septis, artinya tanpa terlibat emosi yang bersifat subjektif, sebab komunikasi keilmuan adalah proses reproduktif dan bukan suatu proses kreatif. Tentu saja hal ini tidak usah mengurangi penghargaan kita terhadap bahasa sebagai alat komunikasi estetik. Hidup ini akan kering dan steril tanpa keindahan. Bahkan matematika yang memengaruhi hampir segenap aspek kebudayaan manusia, dari lukisan yang berdasarkan perspektif sampai tangga nada matematis, juga mempunyai keindahan seperti digambarkan oleh Bertrand Russell.⁸

Matematika, jika dilihat dengan benar, bukan saja mengandung kebenaran namun juga keindahan yang utama; suatu keindahan yang dingin dan sederhana, seperti keindahan seni pahat, tanpa memancing reaksi dari hakikat manusia yang lemah, tanpa jeratan yang memukau seperti lukisan atau musik namun demikian murni, dan mampu memperlihatkan kesempurnaan yang tinggi, seperti juga karya-karya seni yang agung

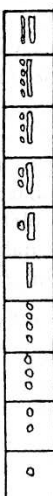
Tanpa maksud yang mengagung-agungkan ternyata bahwa matematika mempunyai peranan yang sangat menentukan dalam mengembangkan ilmu sebagai kumpulan pengetahuan yang dapat diandalkan

7 John G. Kemeny, *A Philosopher Looks At Science* (New York: Van Nostrand, 1959).

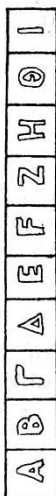
8 Bertrand Russell, *Mysticism and Love* (New York: Doubleday, 1917), hlm. 57.



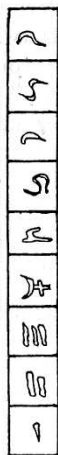
Angka-Angka Babylonia



Angka-Angka Mayan



Angka-Angka Abjad Yunani



Angka-Angka Hindu (Brahma) Tahun 300 SM



Perambahan
zaman Renaissance
(Itali)



Pengurangan
Zaman Yunani
(Digunakan oleh
Diophantus)



Petalian
Abad ke-37
Jerman
(Digunakan oleh
St. Andrew's
Cross)



Pembagian
Abad ke-18
Perancis
(Digunakan oleh
J.E. Gallimard)



Akar pangkat
dua.
Tahun 1220
(Digunakan oleh
Leonardo da Pisa)



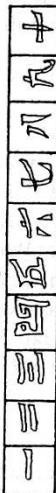
Akar pangkat
tiga.
Tahun 1525
(Digunakan oleh
Christoff Rudolf)



$\pi = \text{pi}$
Tahun 1859
(Digunakan oleh
Benjamin Pierce)



Angka-Angka Mesir Kuno



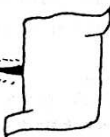
Angka-Angka Cina Modern



Angka-Angka Romawi



Angka-Angka Eropa Abad ke-15



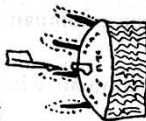
400 mantel



Jumlah 4.000

(Simbol angka pada abad ke-15 yang digunakan kaum Aztecs Mexico)

ANGKA

Sumber: David Bergamini, *Mathematics* (Time-Life International, 1970), p.11.12.16.17.49

20 Keranjang berisi 1.600 coklat

Kegiatan Keilmuan sebagai Sebuah Proses

Sampailah kita sekarang kepada pembicaraan untuk melihat segenap kegiatan yang terlibat dalam suatu proses keilmuan secara menyeluruh. Keseluruhan proses ini terikat oleh suatu jalinan hubungan logis yang secara deduktif dapat dijabarkan menjadi langkah-langkah tertentu. Walaupun begitu, patut disadari bahwa hubungan logis ini bersifat dinamis, tidak statis. Langkah-langkah ini tidak bersifat berdiri sendiri dan secara kaku terpaku pada urutan logis tertentu. Penjabaran kegiatan keilmuan menjadi beberapa langkah tertentu adalah lebih dimaksudkan untuk memudahkan kita dalam menghayati keseluruhan proses yang terjadi.



Kegiatan keilmuan nampak dalam penyempurnaan metode keilmuan. Formulasi metode keilmuan secara formal telah dilakukan oleh **John Dewey** (1859-1952) seorang filsuf Amerika Serikat. Perkawinan antara rasionalisme dan empirisme membuahkan pemikiran ilmiah modern.

Metode keilmuan, sebagai suatu perkawinan antara rasionalisme dan empirisme, sudah dipergunakan oleh Galileo (1564-1642) dan Newton (1642-1727) dalam penyelidikan-penyelidikan mereka. Salah satu karya keilmuan yang besar dalam zaman modern ini, yakni karya Charles Darwin (1809-1882) mengenai teori evolusi, *Origin of Species*,⁹ merupakan contoh klasik dari penerapan metode keilmuan ini. Formulasi secara formal dilakukan oleh John Dewey (1859-1952) dalam bukunya yang berjudul *How We Think*.¹⁰

9 Charles Darwin, *Origin of Species* (New York: Mentor, 1960)

10 John Dewey, *How We Think* (Chicago: Henry Regnery, 1933).

Metode keilmuan merupakan suatu cara berpikir dalam mencari pengetahuan. Namun faktor apakah yang menyebabkan manusia, si Homo sapiens ini, lantas berpikir? Apakah karena nalurinya atautkah cuma karena kesenangannya memang berpikir? Kalau kita kaji dalam-dalam pertanyaan ini, maka ternyata bahwa bukan itu penyebabnya. Manusia berpikir kalau dia sedang menghadapi masalah. Masalah itu bisa bermacam-macam, dari masalah yang sangat sepele sampai masalah yang sangat mustahil. Ada masalah yang secara mudah dapat dipecahkan dan ada pula yang harus dengan memeras otak. Mungkin pula ada masalah yang tidak dapat dipecahkan. Menghadapi masalah-masalah inilah manusia memusatkan perhatiannya dan tenggelam dalam berpikir.

Kegiatan keilmuan mengenal dua bentuk masalah. Bentuk yang pertama merupakan masalah yang belum pernah diselidiki sebelumnya, sehingga jawaban atas permasalahan tersebut merupakan pengetahuan baru. Penelitian dalam memecahkan masalah seperti ini dinamakan penelitian murni. Bentuk yang kedua mempelajari masalah yang berupa konsekuensi praktis dari pengetahuan yang telah diketahui sebelumnya. Penelitian keilmuan yang menyelidiki bentuk masalah yang kedua ini disebut penelitian terapan. Ilmu yang berhubungan dengan masalah pertama disebut ilmu murni, sedangkan ilmu yang berhubungan dengan masalah kedua adalah ilmu terapan. Fisika teori, umpamanya, merupakan ilmu murni dan ilmu teknik merupakan ilmu terapan.

Masalah pada hakikatnya merupakan sebuah pertanyaan yang mengundang jawaban. Sebuah pertanyaan mempunyai peluang yang besar untuk bisa dijawab dengan tepat, kalau pertanyaan itu dirumuskan dengan baik. Perumusan masalah secara baik merupakan langkah yang pertama dalam kegiatan keilmuan. Langkah ini sering dilupakan orang, padahal perumusan masalah merupakan titik-tolak dari seluruh kegiatan keilmuan yang akan dilakukan. Bagaimana seseorang akan mampu memberikan jawaban yang tepat,

jika pertanyaannya tidak diajukan dengan jelas? Kebanyakan dari kita mungkin telah mengalami betapa sukarnya kadang-kadang kita menghadapi pertanyaan anak kecil. Kesukaran itu bukanlah disebabkan oleh isi pertanyaannya yang sulit untuk dijawab, melainkan oleh cara pengajuannya yang tidak jelas. Demikian juga dengan perumusan masalah dalam kegiatan keilmuan. Sering kita melihat orang melompat ke penjelasan, dan bahkan kesimpulan, sebelum masalahnya dirumuskan dengan jelas. Harus kita ingat bahwa tujuan penelaahan keilmuan adalah mencari pengetahuan yang merupakan milik umum. Jawaban yang diberikan atas suatu permasalahan haruslah dapat diterima oleh publik yang akan mempergunakan pengetahuan tersebut dalam kehidupan mereka. Oleh sebab itu, persyaratan pertama adalah penafsiran yang sama terhadap masalah yang sedang dihadapi. Kesamaan tafsir ini memungkinkan ditemukannya suatu konsensus yang merupakan jawaban yang dapat diterima oleh semua pihak. Di samping itu, perumusan masalah dengan baik memberikan arah bagi penemuan jawaban. Bukan suatu yang berlebihan bila kita katakan bahwa perumusan masalah secara baik merupakan batu pertama dari suatu penyelidikan. Pertanyaan yang diajukan dengan baik sudah setengahnya merupakan jawaban. Perumusan masalah secara baik mengandung pernyataan tentang faktor-faktor atau unsur-unsur yang terlibat dalam masalah tersebut dan hubungan logis yang ingin ditemukan antara mereka. Pentingnya perumusan ini akan kentara bila kita melangkah kepada tahap yang kedua jelas dalam kegiatan keilmuan, yakni penyusunan hipotesis.

Hipotesis merupakan dugaan mengenai hubungan antara faktor-faktor yang terlibat dalam suatu masalah. Dugaan ini memungkinkan kita untuk menjelaskan hakikat suatu gejala. Seperti diketahui, masalah merupakan suatu pertanyaan yang harus dijawab. Syarat pertama untuk bisa menjawab suatu masalah adalah bahwa kita harus mengetahui dengan jelas hubungan-hubungan logis antara faktor yang terlibat dalam masalah tersebut.

Berbagai hipotesis diajukan manusia dalam menghadapi masalah mereka sehari-hari. Umpamanya saja, bahwa gempa bumi terjadi karena naga pendukungnya mengibaskan ekornya. Bulan mengalami gerhana karena ditelan matahari. Apakah hipotesis seperti ini dapat diterima pemikiran keilmuan? Ciri utama dari pemikiran keilmuan adalah sifat sifat masuk akal. Sifat masuk akal ini dilandaskan kepada konsistensi pemikiran kita dengan susunan pengetahuan sebelumnya. Penjelasan keilmuan mengenai kedua gejala di atas jelas berbeda dengan kedua penjelasan tak keilmuan tersebut. Ilmu pada dasarnya merupakan sumber pengetahuan yang berfungsi memberi penjelasan atau dugaan terhadap permasalahan yang dihadapi.

Berbagai usaha dilakukan manusia untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapinya. Ada yang pergi ke dukun, ada yang pergi kepada mereka yang dianggapnya mengetahui persoalan tersebut, ada yang berpegang kepada cara-cara tradisional, dan ada pula yang berpaling kepada ilmu. Orang yang terakhir ini kita sebut ilmuwan. Istilah ilmuwan di sini mempunyai konotasi yang unik, yakni orientasi terhadap pengetahuan keilmuan. Seorang yang mempunyai profesi atau latar belakang keilmuan belum tentu seorang ilmuwan, dan demikian juga sebaliknya. Bahwa seorang yang terdidik dalam bidang ilmu seyogyanya berorientasi kepada pengetahuan keilmuan, tampaknya seakan-akan sudah merupakan konsekuensi yang otomatis. Namun tidak demikian halnya dalam kenyataan. Cukup banyak di antara mereka yang terdidik dengan baik, ternyata tidak memanfaatkan pengetahuan yang telah diperolehnya dalam menghadapi masalah kehidupannya. Cara berpikir mereka dalam memecahkan berbagai persoalan jauh dari apa yang dipersyaratkan oleh suatu proses keilmuan. Keadaan yang tidak menggembirakan ini, yakni adanya jurang antara teori dan praktek, mungkin disebabkan oleh dua hal. Pertama, adanya anggapan yang salah bahwa ilmu hanyalah sekedar kekayaan intelektual yang tidak mempunyai kegunaan praktis. Kedua, meskipun mereka mengetahui kegunaan praktis ilmu, mereka tidak

mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Gejala yang pertama sungguh sangat memprihatinkan kita, sebab mencerminkan anggapan yang sangat keliru mengenai eksistensi ilmu. Gejala yang kedua lebih merupakan persoalan latihan yang kurang baik, sehingga pengetahuan teoretis mereka tidak mampu menjangkau dunia empiris yang nyata. Kedua gejala ini, yang saya kira merupakan gejala keilmuan masa kini di negara kita, merupakan masalah yang harus ditanggapi dengan sungguh-sungguh.

Bagaimanakah seseorang dapat memanfaatkan pengetahuan keilmuan dalam memecahkan masalah yang sedang dihadapinya? Seperti diketahui, masalah pada hakikatnya merupakan pertanyaan yang harus dijawab, dan secara logis seseorang baru bisa menjawab pertanyaan tersebut bila/setelah konstelasi masalah yang ditanyakannya itu jelas. Kejelasan masalah di sini tidaklah bersifat semantik seperti pada perumusan masalah, melainkan bersifat kejelasan hubungan logis antara faktor-faktor yang terlibat dalam masalah tersebut. Masalah pada dasarnya mempersoalkan hubungan logis antara berbagai faktor. Umpamanya, masalah mengenai “Mengapa si A yang IQ-nya rendah tidak naik kelas?” sebenarnya mempersoalkan faktor “IQ” dan faktor “tidak naik kelas” atau faktor-faktor lain yang berhubungan dengan gejala “tidak naik kelas”. Kalau kita mengetahui hubungan logis antara berbagai faktor tersebut, maka dengan mudah kita dapat menjawab pertanyaan yang dikemukakan itu. Masalahnya sekarang adalah: ke arah manakah kita berpaling untuk menemukan pertanyaan yang mengandung hubungan logis tersebut? Kalau kita kembalikan kepada hakikat yang sebenarnya, maka pertanyaan-pertanyaan keilmuan dalam bentuk hukum, kaidah, dan sebagainya, sebenarnya merupakan pertanyaan yang mengandung hubungan logis antara berbagai faktor yang tercakup di dalamnya. Bentuk pertanyaan “Kalau X maka “Y” pada hakikatnya mengandung pengetahuan tentang hubungan sebab-akibat antara faktor X dan Y. Jadi jelaslah bahwa pengetahuan keilmuan merupakan sumber pengetahuan yang

membantu kita untuk menjelaskan hubungan logis antara berbagai faktor yang terlibat dalam sebuah masalah. Di dalam permasalahan mengenai si X, yang tidak naik kelas karena IQ-nya rendah, maka masalah ini menjadi mudah andaikata kita mengetahui pernyataan keilmuan, umpamanya bahwa “Kalau IQ makin rendah maka makin rendah pula prestasi belajar”. Konsistensi masalah lalu menjadi jelas dan kita pun dapat menyusun jalan pemikiran deduktif sebagai berikut: Karena bila makin rendah IQ, maka makin rendah pula prestasi belajar, maka si X yang IQ-nya rendah akan rendah pula prestasi belajarnya, dan karena prestasi belajar yang rendah inilah maka si A lantas tidak naik kelas. Penyusunan jalan pemikiran seperti ini ternyata membawa kita pada sebuah kesimpulan yang merupakan jawaban atas pertanyaan yang diajukan.

Namun sikap keilmuan yang skeptis tidak menerima begitu saja kesimpulan yang ditarik ini. Secara eksplisit ilmu mengajukan pertanyaan: Di atas dasar apa sebuah pernyataan bisa menyatakan bahwa pengetahuan yang dikandungnya itu benar? Sampailah kita sekarang pada satu aturan main yang lain dari suatu kegiatan keilmuan. Aturan main itu secara mudahnya dapat dinyatakan sebagai berikut: Suatu pernyataan adalah sah secara keilmuan, atau benar secara keilmuan, kalau pertanyaan itu didukung oleh fakta. Dalam persoalan kita di atas, pernyataan bahwa si A tidak naik kelas karena prestasi belajarnya rendah adalah benar, kalau pernyataan tersebut didukung oleh fakta. Fakta apakah yang mendukung pernyataan tersebut? Tentu saja fakta bahwa benar-benar si A tidak naik kelas karena prestasi belajarnya rendah. Fakta-fakta tersebut dapat diturunkan secara deduktif, deduksi yang menghasilkan konsekuensi logis dari pernyataan yang diajukan itu. Umpamanya, kalau si A prestasi belajarnya rendah maka dia tidak akan bisa menjawab dengan baik pertanyaan-pertanyaan yang seyogyanya dapat dijawab oleh kawan sekelasnya yang berprestasi baik. Mengapa kita harus mengumpulkan fakta-fakta semacam ini untuk mensahkan

kesimpulan yang ditarik? Sebab mungkin saja sebenarnya si A tidak naik kelas bukan karena prestasi belajarnya rendah, melainkan karena faktor lain. Siapakah yang bisa menjamin bahwa seseorang yang tidak naik kelas, mengalami hal itu sefalu harus karena prestasi belajarnya yang rendah?

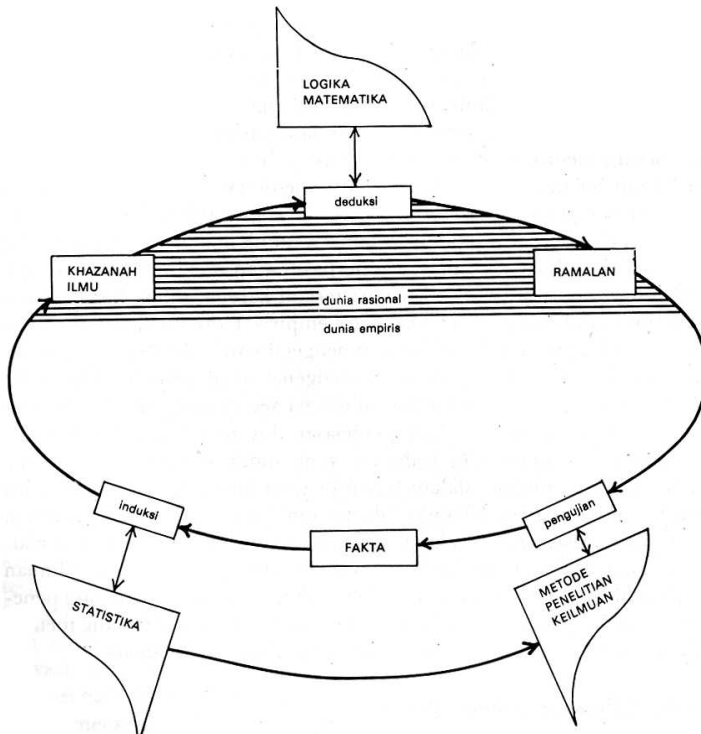
Pemikiran keilmuan dengan demikian mencakup dua ruang lingkup kegiatan, yakni penyusunan dan pengujian teori. Teori disusun sebagai kerangka pemikiran yang menjelaskan struktur hubungan antara faktor-faktor yang terlibat dalam suatu masalah. Teori yang diajukan ini, seperti juga halnya dengan sebuah hipotesis, kemudian harus diuji secara empiris agar dapat disahkan kebenarannya secara keilmuan. Pengujian ini dilakukan dengan mendeduksikan konsekuensi dari hipotesis tersebut dan kemudian memeriksa apakah konsekuensi ini memang terdapat atau tidak. Secara lebih terperinci maka proses kegiatan keilmuan dapat dibagi menjadi empat langkah, yakni perumusan masalah, penyusunan hipotesis, deduksi dari hipotesis dan pengujian. Keempat langkah ini harus dilalui agar suatu penelaahan dapat menghasilkan pengetahuan keilmuan. Demikian juga, persyaratan-persyaratan dalam tiap langkah harus dipenuhi, agar produk kegiatannya dapat diterima secara keilmuan. Marilah kita kembali kepada contoh kita yang terdahulu mengenai gerhana bulan. Di sana dikemukakan penjelasan, bahwa gerhana itu terjadi karena bulan ditelan matahari. Secara deduktif dapat kita turunkan bahwa matahari akan memuntahkan bulan itu kembali kalau kita membuat kebisingan. Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka orang-orang memukul lesung, kentongan, dan berbagai tetabuhan lainnya untuk mengusir matahari yang menelan bulan. Usaha itu biasanya berhasil, atau dalam pengertian kita, deduksi dari hipotesis bahwa gerhana terjadi karena bulan ditelan matahari ternyata didukung oleh fakta secara empiris. Lalu mengapa kita tidak bisa menerima pernyataan ini sebagai pengetahuan keilmuan? Karena kerangka teoretisnya, yakni penjelasan mengenai sebab terjadinya

gerhana, merupakan sesuatu yang tidak bisa diterima secara rasional. Premis-premis yang dipergunakan dalam penjelasan itu ternyata tidak koheren dengan sistem pengetahuan keilmuan yang sudah tersusun sebelumnya. Bila Solzhenitsyn berkata dalam bukunya yang berjudul *Suatu Hari dalam Kehidupan Ivan Denisovitch* bahwa “dalam seni yang penting bukan apanya, melainkan bagaimananya”, maka pernyataan ini berlaku pula untuk kegiatan keilmuan. Malahan cara ilmu memproses suatu pengetahuan keilmuan adalah jauh lebih keras dan saksama dibandingkan dengan cara-cara penelaahan yang lain. Kontrol kualitas yang keras dan saksamalah yang menyebabkan ilmu merupakan pengetahuan yang dapat diandalkan.

Metode Keilmuan: Sebuah Skema

Sudah lengkaplah pembicaraan kita mengenai langkah-langkah yang ditempuh dalam suatu proses kegiatan keilmuan secara menyeluruh. Tentu saja keempat langkah ini, yakni perumusan masalah, pengajuan hipotesis, deduksi hipotesis, dan pengujian kebenaran, hanyalah merupakan langkah dasar yang dapat diperinci lebih lanjut. Di samping itu, terdapat berbagai modifikasi sesuai dengan karakteristik masalah yang dihadapi dan selaras dengan derajat perincian dari tahap-tahap yang dimaksud. Namun seperti variasi dari sebuah tema musik maka apa pun juga komposisi yang dibentuk, semangatnya tetap sama.

Untuk memudahkan kita mengingat semua langkah tersebut maka di samping ini disertakan sebuah bagan tentang metode keilmuan. Kita bisa melihat dalam bagan tersebut langkah-langkah dalam metode keilmuan, hubungan-hubungan logis yang terdapat, dan berbagai teknik atau metode yang berguna dalam tahap-tahap tersebut. Kita melihat kegunaan logika dan matematika dalam proses deduktif untuk menurunkan ramalan atau hipotesis dari pengetahuan keilmuan. Kita melihat proses pengujian hipotesis, yakni mula-



KEGIATAN KEILMUAN SEBAGAI SEBUAH PROSES

mula dengan deduksi konsekuensi hipotesis tersebut, dan kemudian mengujinya secara empiris dengan pertolongan metode keilmuan. Metode penelitian ini dikembangkan di atas dasar asas-asas statistika, agar kesimpulan yang ditarik dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan.

Dunia rasional dan dunia empiris membentuk sebuah dunia keilmuan yang merupakan gabungan dari kedua dunia tersebut. Dunia rasional adalah koheren, logis dan sistematis, dengan logika deduktif sebagai sendi pengikatnya. Di pihak lain terdapat dunia empiris yang objektif dan berorientasi kepada fakta sebagaimana adanya. Kesimpulan umum yang ditarik dari dunia empiris

secara induktif merupakan batu ujian kenyataan dalam menerima atau menolak suatu kebenaran. Kebenaran keilmuan bukan saja merupakan kesimpulan rasional yang koheren dengan sistem pengetahuan yang berlaku, tetapi juga harus sesuai dengan kenyataan dalam menerima atau menolak suatu kebenaran. Kebenaran keilmuan bukan saja merupakan kesimpulan rasional yang koheren dengan sistem pengetahuan yang berlaku, tetapi juga harus sesuai dengan kenyataan yang ada. Kekuatan berpikir otak manusia lebih asasi telah membudayakan umat manusia.

Dasar Axiologi Ilmu

Sampailah kita kepada sebuah pertanyaan: Apakah kegunaan ilmu itu bagi kita? Tak dapat disangkal lagi bahwa ilmu telah banyak mengubah dunia dalam memberantas penyakit, kelaparan, kemiskinan dan berbagai wajah kehidupan yang duka. Namun apakah hal itu selalu demikian: ilmu selanjutnya merupakan berkat dan penyelamat bagi manusia? Memang, dengan jalan mempelajari atom kita bisa memanfaatkan ujud tersebut sebagai sumber energi bagi keselamatan manusia, tetapi di pihak lain hal ini bisa juga berakibat sebaliknya, yakni membawa manusia kepada penciptaan bom atom yang menimbulkan malapetaka. Usaha memerangi kuman yang membunuh manusia sekaligus menghasilkan senjata kuman yang dipakai sebagai alat untuk membunuh sesama manusia pula. Einstein mengeluh di hadapan mahasiswa California Institute of Technology, "Dalam peperangan ilmu menyebabkan kita saling meracun dan saling menjagal, Dalam perdamaian dia membikin hidup kita dikejar waktu dan penuh tak tentu Mengapa ilmu yang amat indah ini, yang menghemat kerja dan membikin hidup lebih mudah, hanya membawa kebahagiaan yang sedikit sekali kepada kita?"

Kalau kita mengkaji pertanyaan Einstein itu dalam-dalam maka masalahnya terletak dalam hakikat ilmu itu sendiri. Seperti

dicanangkan oleh Francis Bacon berabad-abad yang silam: pengetahuan adalah kekuasaan. Apakah kekuasaan itu akan merupakan berkat atau malapetaka bagi umat manusia, semua itu terletak pada orang yang menggunakan kekuasaan tersebut. Ilmu itu sendiri bersifat netral, ilmu tidak mengenal sifat baik atau buruk, dan si pemilik pengetahuan itulah yang harus mempunyai sikap. Jalan mana yang akan ditempuh dalam memanfaatkan kekuasaan yang besar itu terletak pada sistem nilai si pemilik pengetahuan tersebut. Atau dengan perkataan lain, netralitas ilmu hanya terletak pada dasar epistemologisnya saja: Jika hitam katakan hitam, jika ternyata putih katakan putih; tanpa berpihak kepada siapa pun juga selain kepada kebenaran yang nyata. Sedangkan secara ontologis dan axiologis, ilmuwan harus mampu menilai antara yang baik dan yang buruk, yang pada hakikatnya mengharuskan dia menentukan sikap. Kekuasaan ilmu yang besar ini mengharuskan seorang ilmuwan mempunyai landasan moral yang kuat. Tanpa suatu landasan moral yang kuat seorang ilmuwan akan lebih merupakan seorang tokoh seperti Frankenstein, yang menciptakan momok kemanusiaan yang merupakan kutuk. Semoga hal ini disadari oleh kita semua, terutama oleh para pendidik kita, bahwa tak cukup hanya mendidik ilmuwan yang berotak besar tetapi mereka pun harus pula berjiwa besar.

Kerangka Kumpulan Karangan

Kumpulan karangan ini dibuka dengan sebuah karangan dari Gilbert Highet yang berjudul “Pikiran Manusia yang Tak Tertundukkan”. Karangan ini membahas peranan berpikir dalam kemajuan umat manusia, di mana dikemukakan tesis pokok bahwa sejarah kebudayaan manusia mempunyai kaitan yang erat dengan proses belajar. Karangan selanjutnya adalah dari J.M. Bochenski dengan judul “Apakah Sebenarnya Berpikir?” yang membahas secara mendalam tentang hakikat berpikir yang dikaitkan secara khusus dengan kegiatan berpikir keilmuan. Juga di dalam karangan tersebut dikemukakan

kritik-kritik terhadap asumsi dalam proses berpikir keilmuan secara evaluasi terhadap hakikat ilmu itu sendiri. Proses berpikir keilmuan itu sendiri digambarkan oleh W.M. Davis dalam karangannya “Kaidah-kaidah Ilmu yang Masuk akal” dengan mengambil tema sebuah dongeng tentang pasang.

Karangan selanjutnya dari Bertrand Russell yang berjudul “Fakta, Kepercayaan, Kebenaran dan Pengetahuan” membahas keempat pokok persoalan itu dengan mendalam. George S. Mouly memberikan gambaran mengenai perkembangan ilmu dalam karangannya dengan judul yang sama. Dalam karangan yang berjudul “Perkembangan Ilmu” itu dikemukakan tesis pokok bahwa metode keilmuan pada hakikatnya merupakan hasil perkembangan dari metode rasionalisme dan empirisme. Ketiga cara berpikir ini yakni rasionalisme, empirisme, dan metode keilmuan dianalisis secara terperinci oleh Stanley M. Honer dan Thomas C. Hunt dalam karangannya “Metode dalam Mencari Pengetahuan”. Selanjutnya Peter R. Senn memperlihatkan ilmu sebagai sebuah sistem dengan berbagai-bagai komponennya yang membangun keseluruhan sistem tersebut dalam karangan yang berjudul “Struktur Ilmu”. Akhirnya B. Suprpto membawa kita kepada “Aturan Permainan dalam Ilmu-ilmu Alam”.

Terdapat kontroversi yang berlarut-larut mengenai perbedaan antara ilmu-ilmu sosial dan ilmu-ilmu alam terutama mengenai metode yang dipakainya. Seperti telah disinggung terdahulu kita beranggapan bahwa metode yang dipergunakan dalam kedua bidang keilmuan tersebut adalah metode keilmuan yang sama. Walaupun begitu memang terdapat perbedaan-perbedaan yang bersifat teknis dalam kedua bidang keilmuan itu bila ditinjau dari hakikat objek yang diselidikinya. Perbedaan-perbedaan ini menyebabkan ciri-ciri yang spesifik dari kedua bidang keilmuan tersebut yang disebabkan pengembangan teknik-teknik penyelidikan yang berbeda dalam menerapkan metode keilmuan tersebut. Permasalahan ini dibahas secara terperinci dalam dua buah karangan. Yang pertama adalah

karangan Deobold B. Van Dalen yang berjudul “Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Beberapa Perbedaan”. Sedangkan karangan kedua dari Richard S. Rudner yang berjudul “Perbedaan antara Ilmu-ilmu Alam dan Ilmu-ilmu Sosial: Suatu Pembahasan”, menitikberatkan pembahasan kepada masalah metode yang dipergunakan dalam kedua bidang keilmuan tersebut.

Berbagai konsep dalam ilmu yakni klasifikasi, perbandingan, kuantitatif dan peluang dibahas oleh Rudolf Carnap dalam karangannya “Beberapa Konsep dalam Ilmu”. Selanjutnya John G. Kemeny dalam karangannya yang berjudul “Pengukuran” mengkaji aspek tersebut secara terperinci yang dihubungkan dengan aspek-aspek kegiatan keilmuan. Setelah itu Morris Kline membahas hakikat dan peranan matematika dalam karangannya yang juga berjudul “Matematika”. Kemudian kita jumpai kembali John G. Kemeny yang kali ini memperlihatkan penerapan matematika dalam ilmu-ilmu sosial dan berbagai masalahnya dalam karangannya yang berjudul “Matematika Tanpa Bilangan”.

Hakikat dan peranan statistika dibahas oleh W. Allen Wallis dan Harry V. Roberts dalam karangan mereka yakni “Statistika dan Metode Keilmuan”. Sedangkan hakikat dan peranan logika, matematika dan bahasa dalam kegiatan keilmuan dibahas oleh Howard S. Fehr dalam karangannya dengan judul “Komunikasi Pemikiran Keilmuan”. Demikian juga Slamet Iman Santoso membahas permasalahan yang sama namun dengan fokus Indonesia dalam karangannya “Fungsi Bahasa, Matematika, dan Logika untuk ketahanan Indonesia dalam Abad 20 di Jalan Raya Bangsa-bangsa”. Masalah etika dibahas oleh N. Daldjoeni dalam karangannya yang berjudul “Hubungan Etika dengan Ilmu”. Liek Wilardjo membahas hubungan antara “Ilmu dan Humaniora”. Akhirnya Albert Einstein menutup kumpulan karangan ini dengan “Pesan kepada Mahasiswa California Institute of Technology” yang mengemukakan masalah yang sama.

Bacaan Selanjutnya yang Dianjurkan

Bagi mereka yang menaruh minat untuk mempelajari masalah ini lebih lanjut dipersilakan untuk membaca buku-buku seperti yang tercantum di bawah ini. Kumpulan buku-buku ini tentu saja tidak lengkap dan kebanyakan sudah diterbitkan agak lama. Beberapa buku bahkan sudah merupakan khazanah klasik dalam bidangnya. Memang persoalan asasi mengenai hakikat ilmu tidak banyak mengalami perubahan bila dibandingkan dengan kemajuan yang pesat dari disiplin-disiplin ilmu itu sendiri. Oleh sebab itu maka kriteria dalam memilih buku-buku ini lebih ditekankan kepada isi dan cara penyajiannya, daripada tahun penerbitannya.

Pertama sekali agak sukar untuk mencari buku yang baik dalam bahasa Indonesia di bidang ini. Buku Mohammad Hatta, *Pengantar ke Jalan Ilmu Pengetahuan* (Jakarta: Pembangunan, 1964) merupakan buku yang baik dibaca dan merupakan salah satu dari buku yang sangat jarang terdapat dalam bahasa kita. Sebuah buku karangan Keith Wilkes telah disadur ke dalam bahasa Indonesia dengan judul *Agama dan Ilmu Pengetahuan* (Jakarta: Gramedia, 1974). Kemudian dapat dibaca masalah-masalah yang berhubungan dengan pembahasan kita dalam *Metodologi Penelitian Masyarakat* (Jakarta: LIPI, 1973) dengan redaksi Koentjaraningrat, dan *Dasar dan Teknik Research: Pengantar Metodologi Ilmiah* (Bandung: Tarsito, 1970) karangan Dr. Winarno Surachmad.

Buku dalam bahasa Inggris demikian banyaknya, tetapi yang secara umum dan mudah membahas persoalan hakikat ilmu di antaranya adalah karangan John G. Kemeny yang berjudul *A Philosopher Looks At Science* (New York: Van Nostrand, 1959), Rudolf Carnap yakni *An Introduction to the Philosophy of Science* (Now York: Basic, 19661), Karl Pearson, *Grammar of Science* (London: Black, 1900), dan Peter Caws, *The Philosophy of Science* (New York: van Nostrad, 1965). Untuk pembahasan yang lebih mendalam bacalah Ernest Nagel, *The*

Structure of Science (New York: Harcourt, Brace & World, 1961); Bertrand Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits* (New York: Simon and Schuster, 1948); Israel Schffler, *The Anatomy of Inquiry* (New York: Bobbs-Merrill, 1963); dan Richard Von Mises, *Positivism* (New York: Dover, 1951).

Pembahasan metode keilmuan dengan titikberat pada ilmu-ilmu alam didapatkan dalam buku Norman Campbel, *What is Science?* (New York: Dover, 1952); P.W. Bridgman, *The Way Things Are* (Cambridge: Harvard University Press, 1959); Sir Arthur Eddington, *The Philosophy of Physical Science* (Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1958); Sir James Jeans, *Physics and Philosophy* (Ann Arbor: The University of Michigan Press; 1958); James B. Conant, *On Understanding Science* (New York: Mentor, 1958); dan Carl. G. Hempel, *Philosophy of Natural Science* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hatl, 1966).

Pembahasan metode keilmuan dengan titik berat pada ilmu-ilmu sosial didapat dalam buku Harold A. Larrabee, *Reliable Knowledge: Scientific Methods in the Social Studies* (Boston: Houghton Mifflin, 1964); Abraham Kaplan, *The Conduct of Inquiry; Methodology for Behavioral Science* (Scranton: Chandler, 1964); dan Peter R. Senn, *Social Science and Its Methods* (Boston: Holbrook Press, 1971).

Sejarah perkembangan ilmu dapat dilihat dalam buku George Sarton, *A History of Science* (New York: WW. Norton. 1952) sebanyak tiga jilid; Herbert Butterfield. *The Origin of Modern Science* (New York: Collier. 1962); A. Rupert Hall dan Marie B. Hall, *A Brief History of Science* (New York: Signet Science. 1964); dan V. Sherwood Taylor, *A Short History of Science and Scientific Thought* (New York: UWV. Norton, 1963). Sebuah buku menarik, yang mengupas sebab-musabab yang mendorong ilmu berkembang dengan pesat adalah karangan Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolution* (Chicago: The University of Chicago Press, 1970). Sedangkan sumbangan Islam terhadap perkembangan ilmu dapat dilihat dalam buku Oemar Amin

Hoesin, *Kultur Islam* (Jakarta: Bulan Bintang, 1975), dan M.M. Sharif, *Alam Pikiran Islam* (Bandung: Diponegoro, 1979).

Pengantar kepada logika diberikan dalam buku Morris R. Cohen dan Ernest Nagel, *An Introduction to Logic* (New York: Harcourt Brace & World, 1962); William Gustason dan Dolph E. Ulrich, *Elementary Symbolic Logic* (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973). Pembahasan yang lebih mendalam diberikan oleh Rudolf Carnap, *Introduction to Symbolic Logic and Its Application* (New York: Dover, 1958); Susan K. Langer, *An Introduction to Symbolic Logic* (New York: Dover, 1953); Hans Reichenbach, *Elements of Symbolic Logic* (New York: The Free Press, 1947).

Matematika mungkin tak memerlukan penjelasan lagi, namun bagi mereka yang ingin mendapatkan gambaran mengenai persoalan-persoalan kefilosofatan dalam matematika lihatlah buku karangan Stephen F. Barker, *Philosophy of Mathematics* (Englewood Cliffs N.J.: Prentice-Hall, 1964). Sejarah perkembangan matematika diuraikan dalam dua jilid buku karangan Edna F. Kramer, *The Nature and Growth of Modern Mathematics* (Greenwich, Conn: Fawcett, 1970); sebuah buku yang enak dibaca seperti sebuah novel detektif. Sebuah kumpulan karangan dengan redaksi James R. Newman yang terdiri dari empat jilid dengan judul *The World of Mathematics* (New York: Simon and Schuster, 1959) merupakan kepustakaan tentang matematika yang sangat lengkap. Baru-baru ini terbit karangan Dali S. Naga yakni *Berhitung Sejarah dan Perkembangannya*, Jakarta, Gramedia 1980. Sebuah buku yang sangat informatif dan estetik. Salah satu buku yang membahas aspek-aspek statistika dalam hubungannya dengan metode keilmuan dikarang oleh W. Allen Wallis dan Harry V. Roberts yakni *The Nature of Statistics* (New York: The Free Press, 1962). Semua buku tentang metodologi keilmuan yang kita sebutkan di atas pada umumnya juga membahas teori peluang yang menjadi dasar bagi konsep statistika.

Kata Penutup

Bila seorang bertanya kepada saya: Apakah sebenarnya tujuan karangan ini? Jawabnya sangat sederhana: Agar mereka yang mencintai kebenaran mampu melihat dengan lebih jelas apa yang dinamakan kebenaran keilmuan. Agar mereka yang mencintai ilmu bisa lebih mengenal bidang yang dicintainya. Agar mereka yang belajar matematika, statistika, logika, dan bahasa, di samping berbagai disiplin keilmuan yang banyak sekali, melihat kegunaan apa yang telah dipelajarinya, dan dengan demikian akan dirangsang untuk mempelajarinya dengan lebih baik. Tentu saja tidak semua jawaban terhadap pertanyaan yang sangat asasi itu akan ditemui dalam buku ini. Buku ini hanya bersifat pengantar yang bertujuan merangsang rasa ingin tahu lebih lanjut. Bagi penulis buku ini, guru yang baik bukanlah guru yang amat pintar, melainkan mereka yang bisa memberikan inspirasi kepada kita, mereka yang merangsang naluri yang sangat dasar dan sangat penting dalam kehidupan kita: yakni rasa ingin tahu. Bukankah betapa banyaknya contoh yang ingin kita lihat di mana rasa ingin tahu kita terbunuh pada kesempatan pertama? Dan yang paling memilukan hati sering sekali pembunuh itu adalah guru-guru kita sendiri yang kita hormati atau orang-orang tua yang kita cintai. Rasa ingin tahu kita menjadi beku dengan lidah bungkam yang kelu.

Semoga karangan ini bisa merintis ke arah sana, sehingga kita letakkan ilmu pada tempat yang sewajarnya, dan kita terima hakikat kenyataannya dengan segenap kelebihan dan kekurangannya. Dan bersama pengetahuan-pengetahuan lainnya, ilmu turut memperkaya khazanah kebahagiaan kita, seperti apa yang dinyatakan sajak dalam sebuah majalah keluarga mahasiswa:¹¹

Berilah kamba kearifan

O, Tuhan!

11 Jujun S. Suriasumantri, "Tengadah Ice Bintang-bintang". Almamater, Institut Pertanian Bogor, Nomor 6, April 1970, hlm. 18.

*Seperti sebuah teropong bintang;
Tinggi mengatas galaksi
Rendah hati di atas bumi.
Bukankah manfaat pengetahuan
Penggali hakikat kehidupan?
Lewat mikroskop
Atau teleskop
Bimblinglah si goblok dalam menemukan:
Sebuah ujud maknawi
Dalam kenisbian sekarang*

Gilbert Highet

PIKIRAN MANUSIA YANG TAK TERTUNDUKKAN

TANAH DAN AIR penuh dengan makhluk hidup, namun terkecuali manusia, mereka jarang sekali mengalami perubahan, dan walaupun mereka berubah, perubahan itu memerlukan waktu yang lama sekali. Paku-pakuan tumbuh dan ikan berenang, tetap dalam cara yang sama, seperti apa yang mereka lakukan jauh sebelum manusia berjalan di atas permukaan bumi ini. Semut-semut yang rajin melanjutkan kegiatan mereka sehari-hari, untuk mempertahankan dan kelangsungan hidup mereka, tetap dengan cara yang tidak berbeda ketika dinosaurus menguasai dunia. Tetapi manusia, dalam sejarahnya yang singkat, telah mengubah wajah dunia dan dirinya sendiri. Ciri khas yang dipunyainya adalah perubahan yang terarah dengan mempergunakan pikirannya. Dia adalah Homo sapiens: Manusia si Pemikir.

Otak manusia bekerja seperti jantung yang tak berhenti berdenyut, siang dan malam, sejak masa kecil sampai tua renta. Dalam jaringan yang besarnya kurang dari satu setengah kilogram itu, tercatat dan tersimpan berbiliun-biliun ingatan, kebiasaan, kemampuan, keinginan, harapan dan ketakutan. Di dalamnya tersimpan pola, suara, perhitungan dan berbagai dorongan. Bahkan bisikan yang terdengar tiga puluh tahun yang lalu, atau kenangan kebahagiaan yang tak kunjung datang namun terus terbayangkan, tekanan jari yang pasti pada sebuah senar gitar, perkembangan 10.000 langkah catur, lengkung yang persis dari sebuah bibir. Demikian juga gambaran sebuah bukit, seuntai nada dan gaungan, kesedihan dan gairah, wajah-wajah asing yang singgah, semerbak wangi sebuah kebun, doa, penemuan, sajak, lelucon, nyanyian, hitungan, kemenangan lama,

ketakutan terhadap neraka, kasih terhadap Tuhan, bayangan sebatang rumput yang tegak seperti pedang telanjang, atau langit yang semarak penuh dengan bintang-bintang,

Bahwa manusia berpikir tiap saat merupakan gambaran sehari-hari yang teramat biasa, namun bahwa sejarah kemanusiaan akan lebih mudah dipahami bila kita tinjau dari proses belajar, kenyataan ini merupakan konsep yang kurang dikenal. Sebenarnya karena faktor belajarlh maka kita menjadi manusia seperti sekarang ini. Otak manusia yang menakjubkan, yang terbentuk sel demi sel dan refleks demi refleks, diperkuat oleh dua kekuatan yang tak kurang menakjubkannya, yakni kemampuan berbicara dan tangan manusia yang perkasa. Perkembangan yang berjalan sangat lambat namun mengesankan ini, lewat proses belajar dan belajar, mengandung hal-hal yang memilukan dan memukau.

Peralatan yang mula-mula dibuat tak lebih dari sebangkah batu yang beberapa sudutnya dipotong agar cocok dengan pegangan tangan. Lewat abad demi abad, batu-batu yang lebih baik pun dipilih, dan batu-batu itu tidak hanya dipotong, dilicinkan dan ditajamkan agar efisien, namun juga dihaluskan agar kelihatan indah. Bila kita perhatikan peralatan batu tersebut, dan membayangkan pembuatnya, kita pun akan merasakan kepiluan, kekaguman, dan kemesraan terhadap nenek moyang kita yang cendekia dan rajin itu, namun sayangnya, perasaan ini jarang memperbaharui rasa hormat kita terhadap kemajuan otak manusia.

Setelah peralatan batu kemudian manusia dapat menguasai api, di mana perubahan yang hampir-hampir bersifat magis, mengubah segumpal tanah menjadi barang pecah belah dan logam yang tahan lama, dan setelah itu roda pun ditemukan, dan terus menggelinding di muka bumi sejak saat itu. Sesuatu yang lebih menakjubkan lagi adalah penemuan bercocok tanam. Di sini beberapa orang lelaki dan wanita melihat berbagai tanaman tumbuh liar di tengah hutan, mereka pun lalu mencicipi dan mencobanya, dan setelah melewati berbagai

percobaan dengan sabar, mereka menemukan cara menanamnya dan memperbaiki sifat-sifat tanaman tersebut.

Iniilah salah satu dari fajar mula peradaban. Lewat proses yang berjalan lambat dan meminta penuh kesabaran, manusia memperbaiki tanaman, dan tanaman pun memperbaiki manusia. Manusia berhenti hidup berkelana, mereka berdiam secara tetap, dan tumbuh bersama-sama. Ladang-ladang yang diolah menyebabkan manusia membuat berbagai peraturan dan mereka mulai mengamati cuaca. Hukum pun lalu ditetapkan, almanak dibuat, dan astronomi berfungsi sebagai pengetahuan serta agama, Secara lambat-laun, lewat berbagai tahap, kita akhirnya sampai menjadi manusia yang beradab.

Juru Penyembuh Jiwa

Salah satu kejadian penting dalam sejarah peradaban manusia adalah berkembangnya kebudayaan Yunani 1.000 tahun SM. Terdapat kebudayaan-kebudayaan yang lebih kaya dan lebih agung sebelum ini. Namun hanya bangsa Yunani yang biasa berpikir, secara sungguh-sungguh dan terus-menerus, berdasarkan hakikat pengertian manusia.

Orang Yunani percaya bahwa semua peradaban dan kemajuan manusia haruslah didasarkan kepada kebahagiaan hidup dan memperkaya khazanah pemikiran manusia. Bangsa-bangsa lain berpendapat bahwa peradaban mereka adalah semata-mata bagi Tuhan, atau bagi raja-raja yang mulia, atau kekuasaan, kekayaan dan kesenangan. Bahkan dewasa ini, beberapa bangsa masih mempunyai kepercayaan, bahwa jika tiap orang mendapat makanan dan pakaian yang berlimpahan, mempunyai mobil dan beberapa peralatan modern, maka kehidupan mereka telah sempurna. Orang Yunani juga menikmati hidup dengan berbagai kesenangannya yakni anggur, perempuan, nyanyi, olahraga dan tari. Banyak di antara mereka yang hidup semata-mata buat kesenangan badani ini. Namun jauh di lubuk hati mereka, mereka mengetahui hal yang lebih baik dibandingkan

tujuan badani, dan orang Yunani yang terbaik terus menggali dan mempertahankan tujuan tersebut.

Tujuan yang lebih baik itu, seperti telah dikatakan terdahulu, adalah memperkaya khazanah pemikiran manusia. Untuk menolong orang lain agar berpikir, maka penyair-penyair Yunani yang baik mengubah sajak, ahli-ahli falsafah dan ahli-ahli sejarah menulis buku, dan ahli-ahli pidato mereka muncul di mimbar. Mereka adalah guru bagi sesamanya. Homerus, Aeschylus, Aristophanes, Thucydides, Plato, Aristoteles; mereka ini dan masih banyak lagi, adalah Juru Penyembuh Jiwa. Mereka dengan saksama membahas hakikat hidup dengan alasan-alasan yang meyakinkan; apakah ada, apakah yang telah terjadi, dan apakah yang seharusnya.

Salah satu kenikmatan utama dalam mempelajari sejarah adalah menemukan betapa gagasan-gagasan orang terdahulu, atau lebih tepatnya kerangka pemikiran mereka, muncul kembali dalam perjalanan sejarah. Perimbangan kekuatan dalam konstitusi Amerika dirumuskan pertama kali oleh orang Yunani. Dan guru-guru Yunani jugalah yang pertama kali mengumandangkan cita-cita yang mulia tentang hakikat persaudaraan umat manusia.

Murid pertama dari bangsa Yunani adalah bangsa Romawi; kumpulan manusia yang sebenarnya tak dapat diharapkan. Mereka tidak mempunyai khazanah kesusasteraan yang bernilai tinggi dan tidak mempunyai ilmu. Mereka tidak dapat berpikir secara kefasafahan. Bahkan bahasa mereka kaku. Dan dalam semua bidang ini bangsa Yunani mengajari mereka. Hasilnya adalah berkembangnya kebudayaan Yunani yang dicangkokkan kepada kebudayaan Itali, atau lebih tepatnya, pembentukan suatu kebudayaan gabungan yang baru, yakni kebudayaan Romawi-Yunani (Greco-Roman).

Efisien, produktif, cerdas, bercitarasa, bersusastera, dan kecuali dalam pemerintahan-pemerintahan yang buruk, penuh dengan kebebasan spiritual dan pribadi, merupakan ciri-ciri dari kebudayaan waktu itu, yang dalam banyak hal merupakan kehidupan sosial yang

paling berhasil yang pernah kita lihat. Jauh lebih banyak orang yang dapat membaca dan menulis pada tahun 150 SM dibandingkan dengan tahun 1550, atau barangkali pada tahun 1750 dan 1850. Sekolah hampir terdapat di mana-mana. Perpustakaan dan buku-buku memenuhi Eropa, bagian utara Afrika, Mesir dan Timur Dekat. Buah pemikiran bergerak dengan bebas, dalam areal ribuan mil persegi, dari kota ke kota, bergeraklah para guru, ahli falsafah dan juru pidato, juru propaganda agama dan sosial, melakukan berbagai perjalanan, secara bebas memberi penjelasan dan secara fasih melakukan perdebatan.

Mengapa kebudayaan yang teramat indah ini runtuh, tidak seorang pun tahu dengan tepat. Sungguhpun demikian, satu hal adalah pasti, bahwa bagian sebelah barat, yakni daerah Romawi, yang runtuh untuk pertama kali; sedangkan bagian sebelah timur, daerah berbahasa Yunani, masih sanggup mempertahankan diri di bawah serangan yang hampir terus-menerus selama beribu tahun berikutnya. Dan jika seseorang diminta untuk memberanikan diri dalam menerangkan sebab terjadinya perbedaan yang aneh itu, akan masuk akal rasanya bila ia mengatakan, bahwa semua itu terjadi karena orang-orang dari bagian barat suka akan kekayaan dan kenikmatan, sedangkan sebaliknya orang-orang di sebelah timur suka berpikir.

Sekarang mulailah masa-masa gelap. Setelah jatuhnya imperium di bagian barat, setelah jalan-jalan dirintangi, jembatan-jembatan dihancurkan, pelabuhan-pelabuhan dipenuhi lumpur, talang-talang air diputuskan, rumah-rumah sakit dan perpustakaan-perpustakaan dibakar, dan bangunan-bangunan umum yang luas berubah menjadi tempat gelandangan; setelah bahasa terurai menjadi sejumlah dialek, dan kepandaian membaca dan menulis telah menjadi sedemikian langka seolah-olah mendekati hal yang gaib, ketika banyak pendeta hampir-hampir tidak dapat membaca, dan banyak jenderal atau raja hampir-hampir tidak dapat menulis namanya sendiri yang biadab; setelah pemerintahan hukum yang terbentang di seluruh dunia terjatuh ke dalam sistem feodal yang jahat; setelah itulah kita

menyadari bahwa perkembangan kebudayaan ternyata lebih mudah dipahami bila ditinjau dari proses belajar. Ternyata kemudian bahwa keadaan yang teramat buruk ini tidaklah bertahan selamanya.

Ketika kota-kota dipenuhi oleh para penjarah yang menghancurkan apa yang tidak dapat dimengertinya, beberapa orang optimis yang bijak menarik diri ke tempat-tempat yang sunyi dan tenang, dan mulai mengajar, menyalin buku dan mempertahankan kelestariannya. Di suatu biara atau sel terasing, duduklah pelajar-pelajar yang sabar mencoba memahami pemikiran-pemikiran besar masa lampau, mereka lalu mengajari orang lain untuk juga memahaminya; orang-orang ini kemudian menyebarkannya kembali kepada pihak-pihak lain, dan dengan cara seperti ini, dunia intelek yang telah remuk lambat-laun berkembang kembali.

Nenek moyang kita itu mulai mendaki lagi dari kegelapan secara perlahan-lahan, sebagaimana nenek moyang mereka yang telah naik dari lubuk kegelapan yang lebih alam, seperti juga para turunan kita yang mungkin harus mendakinya kembali. Hal ini berlangsung lebih dari seribu tahun. Menjelang tahun 1450 bagian sebelah barat Eropa mulai memiliki kembali pemikiran utuh dunia Greco-Roman, Dan sejak itu, kebanyakan dari pemikir-pemikir terbaik dalam kebudayaan kita, secara langsung atau tidak langsung, merupakan murid bangsa Romawi dan Yunani.

Jalan ke Arah Keagungan

Adalah sangat membesarkan hati bila kita menatap kembali sejarah proses belajar, dan melihat betapa seringnya pemikiran-pemikiran agung bermunculan di daerah-daerah sepi, di tengah suku-suku biadab dan kurun yang penuh berbagai tindasan dan kekerasan. Alangkah indahnya, dari zaman penuh pertumpahan darah yang menggemakan rintih dan lagu duka yang sedih, muncul pemikiran yang tenang dan agung, mempelajari alam dan menulis puisi; atau

kita temukan, di antara kaum borjuis yang malas atau petani penuh daki tanah yang muram, suatu kecerdasan yang tinggi dalam abstraksi bilangan, penemuan-penemuan baru yang unik, atau suatu penafsiran yang sistematis tentang alam.

Contohnya Buddha. Demikian juga Sequoyah, seorang Indian Cherokee, seorang diri dia menciptakan bahasa tulisan untuk rakyatnya. Demikian juga Gregor Mendel, seorang rahib yang berpikir dengan sabar di kebunnya, sampai ia menemukan beberapa hukum dasar keturunan.

Terpisah dari jenius-jenius yang menyendiri itu terdapat pula keanehan lainnya dalam sejarah pemikiran yang merupakan suatu gejala yang hampir-hampir tidak dapat dijelaskan. Dalam hal ini kita dihadapkan dengan mereka yang merupakan gambaran dari waktu dan lingkungan di mana mereka dididik, namun dengan imajinasi mereka yang tinggi, jangkauan pengetahuan yang luas dan serba bisa, mereka menonjol di atas zaman dan rekan-rekannya, yang menjadikan mereka tokoh zamannya dan abadi sesudah itu. Perbedaan kualitas seperti ini terjadi berulang kali dalam dunia intelektual. Beberapa kritikus mengemukakan bahwa Shakespeare tak mungkin mampu menulis drama-dramanya, karena ia hanyalah seorang pemuda golongan kelas menengah yang berasal dari desa, yang setelah tamat dari suatu sekolah di kota kecil terjun menjadi aktor. Pendapat mereka adalah salah. Mereka keliru bila mempercayai, bahwa dalam dunia pemikiran, dua tambah dua adalah empat.

Pemikiran seperti itu, seharusnya tidak pernah diajarkan di sekolah, Salah satu kenikmatan terbesar dari mengajar adalah melihat, bukan hanya sekali tapi berulang-ulang, bagaimana seorang anak biasa, karena terangsang oleh suatu pujian dari gurunya, atau karena kegembiraannya yang meluap-luap dalam menjelajahi suatu pokok permasalahan baru, tiba-tiba mulai berubah. Ia mulai melemparkan gagasannya sendiri yang asli; ia berubah sedemikian cepatnya sehingga jauh meninggalkan teman-temannya. Disebabkan

oleh faktor kebetulan yang membahagiakan, atau usaha yang mujur, dia mampu menggabungkan tenaga-tenaga pemikirannya menjadi sesuatu yang baru, suatu sintesis kreatif.

Suatu hal yang pasti mengenai karya besar pemikiran adalah, bahwa banyak di antara karya-karya besar tersebut, diciptakan oleh orang-orang yang memulai kehidupannya sebagai orang biasa, bahkan dalam keadaan tidak menyenangkan, namun kemudian mereka berkembang sedemikian jauh sehingga melampaui asal-usulnya.

Isaac Newton adalah putera seorang petani Lincolnshire. Tidak seperti beberapa ahli matematika lainnya, bahkan ia tidak cemerlang di masa kecilnya. Baru setelah beberapa tahun ia belajar di Cambridge, mulailah tampak kejeniusannya memercik. Seorang anak lelaki biasa, yang dilahirkan dari perkawinan seorang lelaki Itali dengan seorang gadis dusun, mengikuti proses magang dalam seni lukis, seperti halnya ribuan orang sebelum dan sesudahnya, tetapi yang seorang ini tak lain dari Leonardo da Vinci. Loyola, pendiri kaum Yesuit, adalah seorang prajurit yang berani namun tidak tahu apa-apa, di tengah zaman yang penuh dengan orang-orang bodoh yang bersenjata. Luther dan Rabelais adalah rahib yang sukar dibedakan dari sekian banyak rahib-rahib lainnya di berbagai tempat dan kurun waktu. Socrates adalah seorang tukang batu di sebuah kota yang penuh dengan pemborong.

Tak Ada Jalan Lain

Bagaimana pemikir-pemikir besar itu muncul? Mereka tidak tumbuh seperti pepohonan. Mereka tidak dapat dimuliakan seperti hewan-hewan pilihan. Namun kita mengenal dua cara untuk memupuk mereka selagi bertumbuh.

Yang pertama adalah memberi mereka tantangan dan rangsangan. Letakkan masalah-masalah di hadapan mereka. Hasilkan sesuatu untuk dipikirkan mereka. Diskusikan tiap tahap pemikiran mereka. Usulkan kepada mereka agar melakukan berbagai percobaan. Minta mereka untuk mengungkapkan apa-apa yang tersembunyi.

Cara kedua adalah membawa mereka agar mengenal pemikiran-pemikiran yang menonjol. Tidak cukup bagi seorang anak yang pandai hanya mengenal teman-teman, guru-guru dan orang tuanya. Ia harus mengenal mereka yang benar-benar menonjol, orang-orang besar yang abadi.

Plato, seorang perisau yang cemerlang dan murung, meninggal lebih dari 2.300 tahun yang lalu, tapi melalui buku-bukunya ia masih terus berbicara, Tak ada yang lebih baik, tak satu jua pun, bagi seorang anak muda yang mulai berpikir tentang masalah-masalah kefasafahan—tentang tingkah laku, kegiatan politik, atau analisis logis—selain membaca Plato mencoba untuk menjawab argumen-argumennya, menentang jalan pikirannya yang meyakinkan dan sekaligus menjadi murid dan pengritiknya. Cara terbaik menuju keagungan adalah bergaul dengan orang-orang besar.

Satu langkah yang banyak memberi harapan dalam arah ini adalah peningkatan pemberantasan buta huruf. Terutama dalam empat atau lima generasi terakhir ini, kemajuan dalam membaca dan menulis telah berkembang dengan cepat dan meluas. Ini merupakan suatu kemenangan mental.

Bayangan Zaman Kegelapan

Kita mengetahui bahwa pemikiran manusia sekarang mampu melakukan jauh lebih banyak pekerjaan dibandingkan dengan apa yang pernah dilakukan sebelumnya. Seorang manusia normal menggunakan hampir seluruh otot-ototnya selama kehidupan dewasanya, tetapi dia meninggalkan daerah yang luas, mungkin dua pertiga dari otaknya, yang sama sekali tidak pernah dipergunakan. Secara individual kebanyakan manusia adalah pemalas, kecerdasan yang tak cemerlang dan penuh petualangan yang dimilikinya sewaktu muda, tak pernah lagi dipergunakan selama 70 tahun dari sisa hidupnya. Secara keseluruhan, perkembangan dua bilion pemikiran di bumi ini

dihambat oleh tiga penyebab: kemiskinan, kesalahan, hambatan yang disengaja.

Kemiskinan. Kebanyakan umat manusia hanya berada sedikit saja di atas tingkat hidup minimal: mereka hampir-hampir tidak mampu untuk membeli buku dan membayar gaji guru. Sedangkan pendidikan tergantung pada unsur-unsur ini—tradisi, organisasi, dan perlengkapannya. Singkirkan ketiga unsur ini untuk 50 tahun saja, dan bumi pun akan dipenuhi mereka yang buta huruf.

Inilah hal yang paling mengerikan dalam Masa Gelap di Eropa 15 abad yang lampau. Pada tahun 400 terdapat buku yang banyak sekali bahkan hampir berlimpahan. Namun setelah delapan atau sepuluh generasi kemudian, sebuah buku adalah sebuah barang yang sangat berharga, yang dijaga dan dianggap suci, oleh orang-orang yang hampir tak dapat memahaminya. Seorang sarjana akan menulis surat lewat reruntuhan perahg dan jarahan bandit-bandit pada seorang temannya yang tinggal jauh di Shangri-La, menanyakan kalau-kalau dia memiliki suatu buku tertentu, dan bila dia mengizinkannya, apakah ia mau meminjamkannya, untuk disalin dan setelah itu dikembalikan. Saya tidak pernah mempunyai kesempatan untuk melihat satu jilid buku pun yang ditulis dalam Zaman Kegelapan itu, dengan halaman terbikin dari kulit sapi yang lebar dan huruf-huruf dituliskan dengan susah payah, namun saya mempunyai rasa kagum kepada para penulisnya, yang menuliskannya dengan perlahan-lahan, demikian juga kepada para pustakawan, yang melindunginya dengan hati-hati melalui abad-abad yang penuh dengan peperangan, perampokan dan kebodohan.

Sungguhpun demikian, suatu kemiskinan, bahkan kemiskinan dari seluruh masyarakat, bukanlah merupakan suatu rintangan yang tak teratasi untuk melaksanakan pendidikan, jika orang memang sungguh-sungguh mau belajar dan bersedia untuk berkorban. Suatu masyarakat dapat meningkatkan taraf pendidikannya hanya dalam jangka waktu 50 tahun dengan suatu usaha bersama, atau tetap

mempertahankan taraf itu selama berabad-abad, karena tak mampu menembus berbagai rintangan.

Finlandia merupakan salah satu negara termiskin di Eropa, namun mempunyai sekolah-sekolah yang sangat baik, dan warga negaranya jauh lebih berpendidikan dibandingkan dengan kebanyakan negara-negara kaya. Skotlandia tidak pernah kaya; walaupun begitu, ia menunjang empat universitas sejak zaman Renaissance.

Yang paling mencengangkan, mungkin, adalah ketabahan bangsa Yahudi, yang selama generasi demi generasi tinggal di ghetto-ghetto miskin di bagian timur Eropa, di mana mereka tetap mempertahankan sistem persekolahannya sendiri, dan mewariskan buku-bukunya dengan cermat selama berabad-abad. Ceritera mereka adalah suatu monumen pemikiran manusia dan juga suatu perbuatan bakti kepada Tuhan.

Kesalahan. Adalah sangat menyakitkan nurani bila diingat berapa banyak pikiran yang baik telah sia-sia, dihambat atau mendapat pengarahan yang salah, disebabkan kesalahan dalam sistem pendidikan. Sering kali bahwa suatu pendidikan yang baik hanya ditawarkan kepada kelompok yang terpilih, sisanya dibiarkan merana dalam kebodohan. Baru dalam abad generasi sekarang inilah kaum wanita diperkenankan untuk duduk sama tinggi dalam menikmati kebudayaan bangsa dan dunia, dan ini pun hanya terjadi di beberapa negara saja.

Terdapat tiga kesalahan yang menyebabkan lemahnya pendidikan masa kini: Pertama-tama, adalah gagasan yang keliru bahwa sekolah diadakan terutama untuk melatih anak laki-laki dan perempuan untuk mampu bergaul, “berintegrasi dengan kelompoknya”, melengkapi mereka dengan ketrampilan kehidupan sosial”, “mampu menyesuaikan diri dengan keluarga dan masyarakat,” Sesungguhnya, semua ini hanyalah salah satu dari tujuan kegiatan pendidikan. Tujuan yang lainnya, yang sama pentingnya atau bahkan lebih penting lagi, adalah melatih pemikiran individu seintensif mungkin

dan mendorongnya ke arah pemikiran yang beraneka ragam, sebab kebanyakan dari kehidupan kita yang pokok adalah bersifat pribadi, dan di tengah berkecamuknya kebudayaan massal ini, adalah penting untuk mempertahankan kebebasan pribadi.

Kesalahan kedua adalah terletak pada kepercayaan bahwa proses pendidikan terhenti sama sekali setelah kedewasaan mulai. Banyak sekali para lulusan yang masih muda meninggalkan kemampuan bahasa mereka, melupakan ilmu pengetahuannya, mencampakkan pemikiran ekonomi dan politiknya. Keadaan seperti ini tak berbeda dengan seorang yang belajar musik namun tak pernah mengikuti pagelaran atau memainkan satu nada pun.

Kesalahan yang ketiga terletak pada suatu gambaran yang salah bahwa proses belajar dan mengajar haruslah memperlihatkan hasil yang segera, yang membawa keuntungan, dan membawa kita ke arah keberhasilan. Memang benar bahwa pendidikan dimaksudkan untuk perkembangan kepribadian secara keseluruhan, Namun adalah tidak mungkin, bahkan tidak dikehendaki, untuk mengemukakan, bahwa kebanyakan dari materi pokok pendidikan akan menyebabkan si pelajar menjadi kaya, mendapatkannya pada kehidupan sosial atau mendudukkan dia pada suatu jabatan.

Beberapa nilai harus ditanamkan. Puisi umpamanya adalah lebih baik dari bola sodok. Orang yang tidak mengetahui apa pun tentang biologi, ditinjau dari segi nilai ini, adalah lebih rendah daripada orang yang mengetahuinya, meskipun ia mungkin lebih kaya. Falsafah jarang membuat orang kaya namun merupakan suatu pemuasan najuri yang menjerit untuk dipenuhi.

Hambatan yang Disengaja. Telah sering terjadi, bahkan hari ini, terdapat mereka yang mencanangkan bahwa sekumpulan pengetahuan tertentu harus dimusnahkan, atau sedemikian dibatasinya sehingga menjadi sangat rahasia—bukan disebabkan karena fakta-fakta yang dikemukakannya keliru, atau disebabkan rasa takut bahwa hal itu akan memengaruhi moral orang yang tidak bertanggung jawab,

namun disebabkan bahwa jika hal itu diketahui orang secara luas, pengetahuan itu akan merupakan bahaya bagi golongan, organisasi politik, organisasi agama atau organisasi sosial tertentu.

Ketika Galileo, yang melakukan penelaahan berdasarkan penemuan Copernicus, mengemukakan fakta bahwa bumi bukanlah pusat jagat raya, melainkan hanya suatu planet yang mengelilingi matahari, ia lalu dipenjarakan, diancam dengan siksaan dan dikutuk agar menarik pernyataan tersebut sambil berlutut. Memang ia menarik kembali pernyataan tersebut. Namun menurut ceritera orang walaupun dia tidak menggumamkan kata-kata “Eppur si mouve” (Dia bergerak, sama saja), waktu dia menarik pernyataan itu, dia toh akan menggumamkannya dalam benak matematisnya.

Pada masa-masa belakangan ini terdapat usaha untuk mengubah se-jarah secara drastis untuk tujuan politis tertentu. Selama abad kesembilan belas, Rusia berusaha untuk menyapakan bahasa dan kesusasteraan Polandia, dan melarangnya untuk diajarkan. Setelah Stalin memenangkan perjuangan perebutan kekuasaan dari Trotsky, maka karya Trotsky dalam membangun tentara Merah dihapuskan dari tiap buku sejarah kaum komunis.

Tetapi sejarah umat manusia menunjukkan bahwa akhirnya pemikiran selalu menang terhadap mereka yang mencoba membatasi atau menghapuskannya. Berulang kali usaha itu dilakukan. Berulang kali pula usaha itu gagal. Kemudian usaha ini akan terulang lagi, mungkin hal itu sedang dilakukan sekarang, namun sekali lagi usaha itu akan menemui kegagalan.

Perjalanan Pikiran. Kehidupan spiritual manusia menghadapi dua bahaya di mana keduanya adalah berbahaya dan mendesak. Yang satu adalah kemalasan dan yang lainnya adalah tirani. Mungkin bahwa menjelang tahun 2000, dunia yang beradab ini telah tumbuh sedemikian kaya dan menyenangkan, dan sedemikian dalamnya peradaban waktu itu mengabdikan diri pada kebahagiaan-kebahagiaan yang dangkal, di mana pemikiran akan dihapuskan dan dicadangkan

hanya untuk beberapa gelintir manajer dan para ahli saja. Mungkin bahwa pendidikan akan merosot menjadi sesuatu yang tidak lebih dari suatu latihan jabatan dan kursus-kursus pergaulan, dan kehidupan merupakan serangkaian hari-hari yang sama dan menyenangkan—beberapa jam dengan kegiatan rutin yang bersifat mekanik lalu diikuti oleh piknik yang menggembirakan dan hiburan-hiburan murah. Semua ini mungkin, meskipun kemungkinan kecil untuk terjadi.

Walaupun begitu, andaikan hal itu hal benar-benar terjadi, tenaga pemikiran manusia yang tak tercapai tetap akan menemukan jalan keluar, terlepas dari kesenangan yang tersedia atau kekacauan yang melanda. Masih akan tetap terdapat para penemu, peneliti dan pemikir, meskipun untuk beberapa abad mereka akan tampak eksentrik seperti orang-orang suci yang jarang terdapat.

Mungkin juga bahwa menjelang tahun 2000 planet kita secara keseluruhan diperintah oleh suatu tirani total—atau beberapa tirani regional—yang lebih efektif dan lebih kejam daripada yang telah kita alami dalam sejarah kemanusiaan yang penuh dengan hal-hal yang mengerikan. Kelaliman seperti ini telah diramalkan oleh beberapa penulis satire dan telah bermunculan di sana-sini.

Pada akhirnya kelaliman juga akan gagal. Adalah tidak mungkin untuk menurunkan harkat kemanusiaan semua umat. Beberapa orang tetap akan terlewat, dan mereka akan berpikir. Kelompok penguasa yang lalim itu sendiri harus terus-menerus berpikir. Dan setiap generasi anak-anak baru dilahirkan, maka pemikir-pemikir baru pun akan muncul.

Lebih mudah menghancurkan umat manusia secara fisik, dengan sebuah kuman atau ledakan, daripada menghancurkannya secara mental. Karena manusia mampu menyesuaikan diri, dan daya penyesuaian ini adalah kemampuan untuk mengubah dan mengembangkan kekuatan pikirannya. Selama manusia menetap di atas planet ini, tirani dan kekejaman apa pun yang mereka hadapi, mereka

tetap dan harus tetap berpikir. Karena disebabkan perjalanan pikiran yang penting inilah—tidak sempurna namun menakjubkan, bersifat unik dalam tiap-tiap pribadi—yang telah membawa kita keluar dari kebiadaban ke arah peradaban dan kebijaksanaan, dan akan lebih lanjut membawa kita ke sana.

J.M. Bochenski

APAKAH SEBENARNYA BERPIKIR

ADALAH TERHADAP BERPIKIR, jauh lebih banyak dari pengamatan, kita merasa berhutang budi dalam kemajuan yang sangat mengesankan dari ilmu, yang menyebabkan perombakan wajah dunia dan struktur kehidupan. Kiranya ada harganya bila kita merenung sedikit tentang proses berpikir ini. Apakah sebenarnya berpikir? Bagaimana mungkin bahwa berpikir membantu kita dalam mengetahui sesuatu? Bagaimana pengetahuan itu dibentuk dan jalan manakah yang ditempuh penelitian keilmuan? Dan akhirnya, sebuah pertanyaan yang paling penting: Apakah nilai semua kegiatan ini? Dapatkah kita mempercayainya? Dapatkah kita mempercayai apa yang dihasilkannya dan membiarkan dia memimpin kita lewat pengetahuan keilmuan? Saya akan mencoba membahas secara singkat beberapa pertanyaan yang sangat mendalam ini.

Pertama, apakah sebenarnya berpikir? Secara umum maka tiap perkembangan dalam ide, konsep dan sebagainya dapat disebut berpikir. Umpamanya, jika seseorang bertanya kepada saya, “Apakah yang sedang kamu pikirkan?” mungkin saya menjawab, “Saya sedang memikirkan keluarga saya.” Hal ini berarti bahwa bayangan, kenangan, dan sebagainya, hadir dan ikut mengikuti dalam kesadaran saya. Karena itu maka definisi yang paling umum dari berpikir adalah perkembangan ide dan konsep.

Pemikiran keilmuan bukanlah suatu pemikiran yang biasa. Pemikiran keilmuan adalah pemikiran yang sungguh-sungguh. Artinya, suatu cara berpikir yang berdisiplin, di mana seseorang yang berpikir sungguh-sungguh takkan membiarkan ide dan konsep yang sedang dipikirkannya berkelana tanpa arah, namun kesemuanya itu

akan diarahkannya pada suatu tujuan tertentu. Tujuan tertentu itu, dalam hal ini, adalah pengetahuan. Berpikir keilmuan, atau berpikir sungguh-sungguh, adalah cara berpikir yang didisiplinkan dan diarahkan kepada pengetahuan.

Akan tetapi bagaimana pemikiran seperti itu akan membuahkan pengetahuan bagi kita? Seseorang mungkin berpikir bahwa objek yang ingin kita ketahui sebenarnya sudah ada, sudah tertentu (*given*), jadi di sini tak diperlukan adanya pemikiran, yang harus dilakukan hanyalah sekedar membuka mata kita atau memusatkan perhatian kita terhadap objek tersebut. Kalau ternyata objek yang ingin kita ketahui itu belum tertentu (*non-given*), maka kelihatannya berpikir tidak akan pernah mendekatkan kita kepadanya. Namun semuanya itu ternyata tidak benar. Dalam kedua hal di atas, kalau kita mau menyimak pengalaman kita, berpikir ternyata memerankan peranan yang sangat membantu bahkan sangat menentukan.

Umpamanya marilah kita lihat dalam contoh yang pertama, di mana objek yang ingin diketahui sudah tertentu. Yang harus disadari adalah bahwa objek tersebut tak pernah sederhana. Biasanya objek itu sangat rumit. Mungkin mempunyai beratus-ratus segi, aspek, karakteristik, dan sebagainya. Pikiran kita tak mungkin untuk mencakup semuanya dalam suatu ketika. Dalam rangka untuk mengenal benar-benar objek semacam itu, seseorang harus dengan rajin memperhatikan semua seginya, membanding-bandingkan apa yang telah dilihatnya, dan selalu melihat serta menganalisis objek tersebut dari berbagai-bagai pendirian yang berbeda. Kesemuanya ini adalah berpikir.

Marilah kita ambil contoh cara berpikir dalam menghadapi hal semacam ini. Umpamakan saja bahwa terdapat noktah merah di muka mata saya. Mula-mula seseorang mungkin akan membayangkan bahwa hal ini sangat sederhana, bahwa yang perlu dia lakukan hanyalah sekedar membuka matanya untuk dapat melihat noktah tersebut. Tetapi ternyata bahwa hal itu tidak sedemikian mudah: karena takkan terdapat sebuah noktah merah pun tanpa adanya suatu latar belakang

dan warna latar belakang haruslah berbeda dengan noktah tersebut. Kedua, dalam fakta yang sederhana ternyata kita temukan hal-hal yang istimewa: noktah tersebut ternyata tidak hanya mempunyai warna, namun juga mempunyai dimensi, yakni panjang dan lebar yang tertentu. Tetapi dimensi-dimensi ini bukanlah warna, melainkan sesuatu yang lain sama sekali, meskipun harus mempunyai sesuatu yang berkaitan dengan warna. Ketiga, dimensi-dimensi ini sendiri pun ternyata tidak cukup. Noktah tersebut juga mempunyai bentuk, umpamanya persegi atau bulat. Kemudian jika kita kaji lebih lanjut, ternyata bahwa warna pun bukan masalah yang sederhana. Memang warna noktah itu merah namun tidak serupa dengan warna-warna merah lainnya, agak mempunyai karakteristik tertentu, semacam keunikan. Jika terdapat dua noktah, maka biasanya keunikan itu tidak sama. Dalam menganalisis warna ini maka seseorang akan bisa melangkah lebih jauh. Seseorang yang telah mempelajari teori warna akan bisa mendiskusikan, umpamanya, tentang intensitas warna noktah tersebut. Jika kita perhatikan lebih lanjut bahwa noktah itu bukan saja muncul dalam latar belakang yang mempunyai warna yang berbeda namun juga pada sesuatu, yakni si pembawa noktah tersebut. Di sini lalu kita menemukan paling tidak tujuh unsur: latar belakang, warna, dimensi, bentuk, keunikan, intensitas, dan akhirnya si pembawa. Dan semuanya ini baru permulaan.

Contoh di atas adalah masalah yang sangat sederhana bahkan kelihatannya remeh. Dalam menghadapi objek mental seperti “maaf” atau “bakat”, maka seseorang dapat membayangkan betapa kerumitan yang terdapat dalam hal ini, dan betapa besar usaha yang harus dilakukan dalam berpikir untuk mendekatkan kita pada permasalahan ini sampai tahapan tertentu.

Dalam sejarah, cara berpikir seperti ini selalu dilakukan oleh para ahli falsafah. Salah satu ahli falsafah yang terbesar adalah Aristoteles. Pada permulaan abad ini, seorang pemuka falsafah bangsa Jerman bernama Edmund Husserl, menguraikan dengan jelas dan tajam

metode ini. Dia menyebutnya fenomenologi. Fenomenologi—paling tidak dalam tulisan Husserl yang mula-mula—adalah metode yang mengusahakan untuk memahami esensi dari objek yang tertentu dengan analisis yang kurang lebih sama seperti apa yang telah kita kemukakan di atas.

Tetapi, di dalam kegiatan keilmuan, cara berpikir seperti ini memegang peranan yang kurang penting. Di sana titik berat terletak dalam usaha untuk memahami objek yang belum ditetapkan dan cara berpikir seperti ini dinamakan penalaran (*reasoning*). Dalam hubungan ini, saya ingin menandakan sesuatu yang penting. Seperti yang telah saya katakan, hanya terdapat dua kemungkinan dalam hubungan dengan objek yang ingin kita ketahui: apakah objek itu telah ditetapkan atau belum. Jika objek itu telah ditetapkan maka yang kita lakukan hanyalah melihatnya dan menggambarkan; jika hal itu belum ditetapkan, maka kita tak punya pilihan lain kecuali menemukan sesuatu hal tentang objek tersebut yakni dengan jalan menalar. Tak ada jalan yang ketiga ke arah pengetahuan. Wajar saja bila seseorang dapat mempercayai sesuatu namun kepercayaan bukanlah pengetahuan. Kita hanya dapat mengetahui dengan jalan mengamati atau menalar.

Kenyataan ini harus digarisbawahi, karena dewasa ini terdapat berbagai kesalahpahaman yang meluas, umpamanya dengan mengatakan bahwa kita dapat mengetahui sesuatu lewat itikad, baik itikad positif maupun negatif. Yang lain mengatakan bahwa lompatan kebebasan, atau hal-hal lain yang serupa, merupakan instrumen pengetahuan. Tentu saja, seseorang dapat membayangkan bahwa lompatan memang mungkin berguna dalam persiapan kegiatan memperoleh pengetahuan. Umpamanya, jika saya ingin mengetahui perihal seekor sapi yang sedang berdiri di balik tembok, maka sebuah lompatan melewati tembok akan mengarah pada pengetahuan tentang sapi tersebut. Tetapi setelah saya membuat lompatan ini dengan berani, saya toh masih harus membuka mata saya, sebab

hanya dengan jalan melihat maka saya dapat mempelajari sesuatu tentang sapi itu. Tak ada lompatan kebebasan, atau apa pun sejenisnya, yang memegang peranan lebih selain dari persiapan dalam kegiatan mencari pengetahuan.

Penalaran mempunyai banyak masalah yang sulit. Masalah yang penting adalah bagaimana caranya kita menemukan atau mengetahui sesuatu objek yang belum tertentu lewat penarikan kesimpulan? Saya mengakui masalah ini tampaknya sangat sulit bagi saya, dan saya tak bisa memberikan pemecahan yang lengkap. Namun satu hal yang pasti yakni, bahwa kita dapat mempelajari sesuatu dengan deduksi. Contoh di bawah ini akan menjelaskan hal itu. jika seseorang bertanya kepada saya: Berapakah 23.169×7.847 ? Mula-mula saya memang tidak tahu. Tetapi setelah saya duduk dan mengerjakan perkalian tersebut lalu saya tahu bahwa 23.169×7.847 adalah 181.807.143. Tetapi proses perkalian ini adalah berpikir: adalah penalaran. Karena itu barang siapa yang mempertahankan pendapat bahwa hasil perkalian tersebut dapat diketahui tanpa menalar, tanpa perhitungan, maka dia harus meyakinkan saya bagaimana hal itu mungkin dilakukan. Dan kalau ternyata tidak bisa maka dia harus mengakui bahwa saya memang mempelajari sesuatu dengan jalan menalar. Tak diragukan lagi bahwa setiap waktu kita belajar dengan menalar.

Tetapi bagaimana caranya penalaran itu dilakukan? Tanpa ada kecuali, penalaran harus memenuhi dua persyaratan: yakni pertama, harus adanya premis tertentu yang berupa pernyataan yang kebenarannya telah diketahui atau dapat diterima; kedua; harus mempunyai cara dalam melakukan penarikan kesimpulan (*inferens*). Umpamanya, dalam rangka untuk mendeduksikan bahwa “jalan adalah basah” maka saya harus mempunyai dua premis seperti: “jika hari hujan maka jalan adalah basah”, dan “sekarang sedang turun hujan”. Di samping itu saya harus mengenal aturan yang oleh ahli logika dinamakan *modus ponendo ponens* yang secara umum berarti: bahwa jika terdapat kalimat yang memenuhi persyaratan

tertentu—kalimat yang dimulai dengan “jika”—dan antesedennya, maka konsekuensinya dapat diterima. Kaum Stoik kuno merumuskan hal ini sebagai berikut: Jika yang pertama, maka yang kedua; tetapi yang pertama, oleh sebab itu, yang kedua. Logika, atau lebih tepat lagi logika formal, adalah pengetahuan yang mempelajari aturan-aturan seperti di atas.

Terdapat dua bentuk aturan yang berbeda satu sama lain. Yang pertama adalah aturan yang pasti; artinya, bila peraturan ini diterapkan dengan baik maka hasilnya adalah benar. Contoh dari peraturan ini adalah *modus ponendo ponens* yang disebutkan terdahulu. Contoh lain adalah silogisme yang terkenal, di mana seorang melakukan deduksi sebagai berikut: Jika semua ahli logika adalah fana, dan Lord Russell adalah seorang ahli logika, maka Lord Russell adalah fana. Cara yang kedua adalah aturan yang tidak pasti, dan sayangnya ilmu lebih banyak mempergunakan aturan ini dibandingkan dengan peraturan yang pasti.

Hal ini merupakan sesuatu yang penting, yang harus kita pelajari secara lebih saksama. Semua aturan yang pasti pada dasarnya merupakan perubahan-perubahan dari *modus ponendo ponens*. Dalam hal ini, seorang menarik kesimpulan dari anteseden kepada konsekuen, yakni dari yang pertama maka yang kedua. Ini adalah aturan yang tak mungkin salah. Tetapi dalam peraturan yang tidak pasti kita bisa melakukan hal yang sebaliknya yakni: bukan “yang pertama maka yang kedua”, melainkan “yang kedua maka oleh sebab itu yang pertama”. Bahwa dengan cara ini kita mungkin melakukan kesalahan dapat dilihat dalam pengambilan kesimpulan seperti berikut: Jika saya Napoleon maka saya adalah laki-laki; saya adalah laki-laki, maka oleh sebab itu saya adalah Napoleon. Di sini kedua premisnya adalah benar namun kesimpulannya adalah salah, karena sayang sekali saya bukan Napoleon. Karena itu dalam aturan ini tak dapat dijamin untuk tidak melakukan kesalahan. Bahkan, ahli logika akan menyatakan aturan ini salah.

Tetapi dalam kehidupan, terutama dalam ilmu, kita mengambil kesimpulan hampir selalu dengan cara seperti ini. Apa yang dinamakan induksi, umpamanya, adalah proses penarikan kesimpulan seperti ini. Dalam induksi kita mempunyai premis seperti “beberapa individu bertingkah laku seperti anu”. Dari logika kita tahu bahwa jika semua individu bertingkah laku seperti anu, maka beberapa individu akan bertingkah laku seperti anu pula. Karena beberapa individu bertingkah laku seperti anu, maka berdasarkan hal ini, kita lalu menarik kesimpulan, bahwa semua individu bertingkah laku seperti anu. Umpamanya, ahli-ahli kimia menentukan bahwa beberapa batang fosfor terbakar pada temperatur 42 derajat; dan bertolak dari sini mereka mengambil kesimpulan bahwa semua batang fosfor akan terbakar pada temperatur 42 derajat. Jalan pikiran dalam hal ini adalah sebagai berikut: Jika semua batang terbakar pada temperatur ini maka beberapa batang juga akan terbakar pada temperatur yang sama; dan karena beberapa batang ini terbakar pada temperatur tertentu maka semua batang akan terbakar pada temperatur itu. Sama seperti halnya dengan contoh Napoleon, hal ini merupakan sebuah penarikan kesimpulan dari yang kedua kepada yang pertama. Ini jelas merupakan kesimpulan yang tidak pasti.

Tentu saja, jalan pikiran dalam ilmu tidaklah sesederhana seperti apa yang diukiskan di atas tadi. Jauh dari itu. Manusia telah mengembangkan metode yang sangat teliti dalam memperkuat kesimpulan yang tidak pasti. Walaupun begitu semuanya ini tidak mengubah kenyataan dasar bahwa ilmu mempergunakan aturan yang tidak pasti. Akibatnya adalah bahwa teori-teori keilmuan tidak merupakan kebenaran yang pasti. Apa yang mampu dilakukan ilmu, dan apa yang sebenarnya memang dilakukan ilmu, semuanya hanyalah bersifat kemungkinan (peluang).

Namun dengan adanya hakikat peluang ini semuanya tidak lantas menjadi mudah begitu saja seperti apa yang diduga orang. Pertama sekali, bahkan sampai hari ini, kita tidak tahu berapa peluang dari hipotesis kita tersebut. Peluang di sini tampaknya berbeda sekali, umpamanya dengan peluang dari sebuah kecelakaan mobil, yang

dapat dihitung. Hal ini dapat dilihat dari kenyataan berikut, bahwa kebanyakan hukum fisika modern adalah hukum peluang, yang menyatakan bahwa sesuatu akan terjadi dengan peluang tertentu. Tetapi hukum tentang peluang itu sendiri, dalam segi lain, adalah juga bersifat peluang. Bahkan jika kita telah mengetahui apakah sebenarnya peluang itu, maka kita masih harus menjawab pertanyaan: bagaimana caranya kita memperoleh peluang? Sampai sekarang kita masih belum mampu untuk menentukan hal ini dengan pasti.

Saya sadar, bahwa semua keraguan ini nampaknya seakan-akan suatu yang tak berdasar, bila ditinjau dari segi keberhasilan apa yang dicapai oleh ilmu. Tetapi coba katakan pada saya; dasar apa yang kita punyai untuk menganggap bahwa matahari akan terbit esok hari? Kemungkinan besar kita akan menjawab hal ini memang sudah terjadi demikian. Tetapi penalaran seperti ini tidaklah cukup. Sebagai contoh untuk bertahun-tahun lamanya kucing bibi saya datang ke kamarnya dap pagi lewat jendela; tetapi suatu hari ternyata dia tidak datang lagi. Jika kita mengatakan bahwa hukum alam adalah seragam maka saya akan bertanya bagaimana caranya kita mengetahui hal itu? Apakah hal ini disebabkan kita melihat keseragaman ini berlaku sampai sekarang, seperti kasus matahari, atau contoh kucing itu? Dari sini jelas kelihatan bahwa kita tak dapat mengambil kesimpulan bahwa di kemudian hari hukum itu akan tetap seragam.

Pertimbangan-pertimbangan ini menyebabkan kita mempunyai sikap yang lebih jelas terhadap ilmu. Prinsip-prinsip dari sikap ini dapat diformulasikan sebagai berikut: Pertama, dari segi praktis, ilmu—jika hal itu merupakan ilmu yang sebenarnya—jelas merupakan sesuatu yang paling baik dari yang kita punyai. Ilmu adalah sangat berguna

Kedua, bahkan dilihat secara teoritis, kita hampir tak punya sesuatu yang lebih baik daripada ilmu dalam hal menjelaskan alam. Ilmu memberikan kepada kita, sebagai tambahan terhadap uraian

tentang gejala yang diamati, pernyataan yang bersifat peluang. Tak mungkin kita peroleh sesuatu yang lebih dari ini di mana pun juga.

Ketiga, sikap ini diturunkan dari kaidah, bahwa orang yang berpikir harus memihak ilmu dan menentang kekuasaan manusia, bila terjadi suatu kontradiksi antara mereka. Kontradiksi ini mungkin terjadi umpamanya bila ilmu bertentangan dengan ideologi; yakni argumentasi yang disusun berdasarkan kekuasaan, baik berupa kekuasaan manusia, sosial maupun kekuasaan-kekuasaan lainnya. Karena alasan ini maka praktis semua ahli falsafah di seluruh dunia harus menolak dan mengutuk ideologis komunis berdasarkan penolakan Marx, Engels, dan Lenin terhadap ilmu. Penolakan ini adalah irrasional dan tak dapat diterima.

Keempat, karena ilmu untuk sebagian besar hanya memberikan pernyataan yang bersifat mungkin, maka bisa terjadi bahwa hal itu lantas ditolak berdasarkan sesuatu yang pasti. Ilmu bukanlah sesuatu yang pasti, dan jika kita menemukan sesuatu yang pasti di mana penemuan itu menentang apa yang dipertahankan ilmu, maka kita harus memihak kepada sesuatu yang pasti tersebut dan menentang teori keilmuan.

Kelima, ilmu hanya mempunyai kemampuan dalam bidangnya sendiri. Sayang sekali, seperti apa yang sering terjadi, bahkan ilmuwan yang penting memberikan pernyataan terhadap sesuatu yang sama sekali tidak ada hubungan dengan bidangnya. Contoh klasik dan kasar dari tindakan lewat batas ini adalah pernyataan seorang dokter terpelajar yang berkata bahwa tak mungkin terdapat kesadaran. Karena menurut dia, meskipun dia telah begitu banyak membedah mayat namun dia tak pernah menemukan satu pun. Inkonsistensi di sini adalah, bahwa ilmu dari si dokter tadi, disebabkan metode yang dipakainya, hanya terbatas kepada penelitian tubuh manusia, dan kesadaran jelas bukan merupakan tubuh manusia; ditambah lagi dengan kenyataan, bahwa tubuh yang dibedah dokter tersebut adalah mayat yang telah mati. Jika kita teliti lebih saksama maka

kita temukan sesuatu bahwa dokter yang baik itu tak mempunyai dasar keilmuan sama sekali atau penalaran apa pun untuk membuat pernyataan tersebut. Untuk mensahkan pernyataan ini, dia harus menetapkan bahwa hanya tubuh-tubuh manusia yang ada di muka bumi. Hal ini jelas bukanlah ilmu-ilmu alam, atau ilmu bedah, melainkan falsafah murni, dan sayangnya falsafah yang salah.

Hal semacam ini sebenarnya merupakan bahaya yang sangat besar. Bagian yang luas dari daerah kenyataan banyak yang belum pernah diselidiki, bahkan banyak yang belum terbuka sama sekali untuk penelitian keilmuan, apalagi hal-hal yang berhubungan dengan manusia. Bahkan bila penelitian mengenai hal ini telah dilakukan, maka yang sudah kita ketahui ternyata baru sedikit sekali. Lantas apakah yang akan terjadi, bila manusia ingin mengisi jurang pengetahuan yang luas ini dengan falsafah pribadinya yang sangat kekanak-kanakan dan salah itu, yang dia kumandangkan sebagai ilmu? Hal semacam ini ternyata bukan saja dilakukan oleh ilmuwan namun juga oleh berbagai pihak lain. Ilmu menikmati kekuasaan yang sedemikian besar, dan dalam lingkup ini, wakil-wakilnya lalu menjadi sangat berbahaya jika mereka mulai berfalsafah di luar kemampuan mereka. Jadi, berdasarkan alasan ini, seyogyanya masyarakat memperkenankan semacam kemewahan dengan mempunyai beberapa ahli falsafah, di mana meskipun mereka tak bisa menolong menghasilkan pesawat terbang atau bom atom, namun kemewahan ini mungkin merupakan sesuatu yang berfaedah. Karena falsafah, dan hanya falsafah, yang bisa memperingatkan kita kepada kegilaan—yang didasarkan pada pemikiran yang salah—yang sering mengancam kita dengan dalih kekuasaan keilmuan. Kiranya salah satu dari fungsi falsafah yang terpenting adalah mempertahankan pemikiran yang benar terhadap fantasi dan omong kosong.

W.M. Davis

KAIDAH-KAIDAH ILMU YANG MASUK AKAL: SUATU DONGENG TENTANG PASANG

DAHULU KALA—karena ilmu juga mempunyai dongeng-dongengnya—tinggallah seorang pertapa di sebuah pantai. Pertapa itu dengan tekun mengamati pasang lautan dengan jalan mengukur waktu dan besar perbedaan antara pasang naik dan pasang surut, dengan sabar mentabulasikan catatan-catatannya, dan ia menemukan bahwa pasang bekerja seperti sebuah jam. Jangka waktu antara dua pasang naik ditemukan berkisar 12 jam 26 menit. Perbedaan dari air surut ke air pasang ternyata bervariasi secara sistematis, menjadi lebih besar pada satu minggu dan menjadi lebih kecil pada minggu berikutnya, dan seluruh variasi ini berlangsung dalam waktu 14 hari. Lebih istimewa lagi pasang-pasang naik memperlihatkan perbedaan yang bergiliran, di mana jika mereka diberi bernomor secara berurutan, nomor genap akan lebih kuat daripada nomor ganjil selama dua minggu pertama, dan kemudian nomor ganjil bertukar menjadi lebih kuat daripada nomor genap selama 2 minggu berikutnya, dan seluruh pengertian ini memakan waktu 28 hari. Pertama itu bermaksud untuk memperluas pengamatan-pengamatannya, lalu ia memutuskan untuk pergi melintasi daratan menuju ke lautan lainnya dan mempelajari apakah pasang-pasang di sana juga berlaku serupa.

Dalam waktu yang bersamaan, tetapi jauh di tengah sebuah gurun besar, terdapat seorang pertapa lainnya yang tinggal di dalam sebuah gua. Dia sedang tenggelam dalam berpikir di mana satu masalah khusus menyita seluruh pikirannya. Pengetahuan yang dipunyainya tentang hukum gaya berat Newton menyebabkan dia bertanya pada dirinya sendiri: apakah ada akibat-akibat lain yang mungkin ditimbulkannya

di samping berputarnya planet-planet mengelilingi matahari dan bulan-bulan mengelilingi planet-planetnya? Pada akhirnya ia berhasil meyakinkan dirinya, bahwa jika bumi dan bulan berada dalam situasi yang saling tarik-menarik, maka bulan harus menghasilkan suatu sistem yang berupa kekuatan yang bekerja terhadap kerak bumi. Sistem tersebut yang disebut sebagai kekuatan deformasi bumi harus mempunyai kecenderungan untuk naik pada permukaan bumi yang berdekatan dengan bulan. Perputaran akan menyebabkan kenaikan tersebut berlangsung dua kali dalam sehari atau tiap 12 jam 26 menit. Di samping itu terdapat kekuatan lain yang disebabkan daya tarik matahari, di mana kekuatan ini bila bergabung dengan daya tarik bulan akan menyebabkan naik turunnya daya deformasi bumi tiap 14 hari. Demikian juga karena bulan berada di sebelah utara khatulistiwa kemudian bergeser ke sebelah selatan dalam waktu yang sama, keadaan ini akan menyebabkan daya deformasi bumi akan bervariasi tiap 28 hari. Kiranya masih terdapat berbagai kecenderungan lainnya di samping apa yang telah disebutkan yang mempunyai daur waktu yang lebih panjang. Selanjutnya perhitungan dia menunjukkan bahwa semua daya deformasi tersebut tidak mempunyai kekuatan yang cukup untuk mengubah bentuk kerak bumi. “Andaikan beberapa bagian dari permukaan bumi ini terendam oleh air,” pikirnya, “maka kekuatan deformasi ini akan menyebabkan air tersebut naik turun tiap 12 jam 26 menit dengan variasi tiap 14 hari dan perbedaan yang bergantian tiap 28 hari...” Didorong oleh hasrat ingin membuktikan kesimpulan ini, seandainya memang terdapat permukaan bumi yang diliputi oleh air, maka berangkatlah ia ke tempat lain.

Pengamatan, Penemuan, dan Deduksi

Kebetulan sekali di sebuah persinggahan kafilah bertemulah pertama pertama dengan seorang penemu. Orang itu bukanlah penemu barang atau mesin-mesin namun penemu hipotesis, teori, dan

penjelasan. Lalu si pertapa menceritakan kepadanya tentang hasil pengamatannya, dan setelah itu dia bertanya, “Apakah menurut anggapan Anda yang menyebabkannya?” Si penemu itu termenung sejenak dan kemudian berkata, “Mungkin pasang itu disebabkan karena bumi bernapas perlahan-lahan. Atau, sejauh seperti apa yang Anda katakan bahwa pasang bervariasi tiap 12 jam 26 menit, yakni dua kali dalam sehari, hal itu kemungkinan disebabkan oleh bulan.”

“Bagaimana mungkin? Bukankah bulan terletak sangat jauh dari bumi? Dan mengapa harus terdapat dua pasang dalam satu hari?” tanya si pertapa.

Tak lama kemudian masuklah pertapa kedua yang bertanya kepada mereka, “Dapatkah Anda menceritakan kepada saya apakah terdapat daerah di bumi kita yang sebagian besar terendam air?”

“Memang ada,” jawab pertapa pertama, “itu disebut lautan. Kebetulan saya tinggal di pantainya di mana saya mengamati pasang. Sebenarnya kami sedang membicarakan kemungkinan sebab-sebab terjadinya pasang tersebut.”

Si penemu lalu mengulangi pendapatnya bahwa pasang tersebut mungkin disebabkan oleh napas bumi, atau lebih mungkin lagi, disebabkan oleh bulan.

Si pertapa kedua berteriak kegirangan. “Saya bisa menjelaskan gejala itu bila memang pasang disebabkan oleh bulan. Pertama-tama bulan harus menyebabkan pasang disebabkan oleh daya tariknya. Karena bumi berputar pada porosnya maka tiap titik di permukaan bumi cenderung untuk naik dua kali dalam sehari. Dan bukan itu saja, pengaruh matahari akan menyebabkan pasang itu menjadi lebih kuat setiap 14 hari, dan perbedaan yang bergiliran tiap 28 hari ...”

“Memang demikian,” jawab pertapa pertama keheranan, “tetapi bagaimana Anda bisa mengetahui semua itu bila Anda belum pernah melihat lautan?”

“Saya sebenarnya tidak mengetahui bahwa pasang memang berlaku seperti itu. Semua ini didasarkan pada keyakinan saya bahwa andaikan bumi mempunyai lautan maka permukaan airnya harus mempunyai pasang periodik sebab ...” Dan pertapa kedua itu pun lalu menjelaskan perhitungan-perhitungannya.

Pengujian

“Apakah yang sedang kalian bicarakan?” sela seorang penonton yang kelihatannya sangat tenang dan berwibawa. Ketiga orang itu lalu mengulangi ceriteranya masing-masing. Setelah termenung sejenak si penonton itu berkata kepada si penemu, “Kelihatannya hipotesis Anda tentang bulan mengendalikan pasang adalah benar, karena sukar untuk dibayangkan bahwa akibat-akibat daya tarik bulan seperti dikemukakan oleh pertapa kedua dan jangka waktu terjadinya pasang seperti yang dilihat oleh pertapa pertama, demikian cocok satu sama lain kalau kedua faktor itu tidak terikat oleh hubungan sebab-akibat yang sungguh-sungguh. Walaupun begitu hipotesis Anda memerlukan perubahan karena seperti telah dikemukakan oleh pertapa kedua maka terdapat variasi sekunder yang disebabkan oleh matahari”.

“Sebenarnya di samping apa yang telah disebutkan tadi harus terdapat variasi-variasi lain bila memang terjadinya pasang itu disebabkan oleh bulan dan matahari,” sambung si pertapa kedua, “namun diperlukan waktu paling tidak satu tahun untuk menemukan variasi pasang dengan jangka waktu yang lebih panjang”.

“Kita tak usah tergesa-gesa dalam hal ini,” jawab si penonton yang berperan sebagai seorang hakim itu, “kembalilah ke lautan dan lakukan berbagai pencatatan, tidak saja dilakukan pada satu pantai namun lakukan juga pada pantai-pantai yang lain. Kembalilah ke tempat ini 10 atau 20 tahun berselang untuk suatu pertemuan kedua di mana mungkin kita akan sampai kepada sebuah kesimpulan yang mempunyai dasar yang kuat.”

Dan demikianlah menurut kata sahibulhikayat, setelah berbagai pengamatan yang tekun dilakukan di berbagai tempat di seluruh bumi ini, ternyata bahwa hasil pengamatan itu membuktikan kebenaran semua deduksi yang diturunkan dari hipotesis tersebut. Pendek kata semuanya berakhir dengan selamat dan sejahtera: seluruh dunia sekarang merasa yakin bahwa pasang lautan disebabkan oleh bulan dan matahari.

Empat Kaidah Prosedur Ilmu

Tetapi moral dari dongeng ini belumlah diceriterakan. Moral di sini adalah bahwa pertapa pertama yang pengamat, penemu yang tajam, pertapa kedua yang penuh pikir, dan penonton yang menjadi hakim tidaklah mewakili empat individu yang berbeda, melainkan empat kaidah mental yang terdapat dalam satu individu yang terlatih dalam ilmu. Dia menggunakan kekuatan pengamatannya untuk menemukan fakta-fakta alam dan kecerdasannya untuk mengajukan berbagai hipotesis yang mungkin untuk menjelaskan fakta-fakta tersebut. Kemudian dengan mempergunakan logikanya dalam berpikir dia melakukan deduksi dari setiap hipotesis, sesuai dengan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya, tentang apa yang akan terjadi jika hipotesis itu benar. Karakteristik yang lain adalah pembawaannya yang tidak berpihak dalam pengujian untuk memutuskan hipotesis yang mana, jika memang ada, yang kompeten untuk menjelaskan fakta-fakta tersebut. Mengingat pentingnya peranan keempat langkah tersebut maka dapat dikatakan bahwa ilmu menyangkut empat kaidah mental. Tetapi dongeng ini tidak boleh ditafsirkan bahwa tiap ilmuwan telah mengembangkan sepenuhnya semua kemampuan mental yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Seseorang mungkin merupakan pengamat yang sabar tetapi cukup giat berpikir untuk menjadi seorang penemu hipotesis yang cerdas. Sebaliknya, mungkin juga terjadi di mana seseorang mungkin merupakan seorang penemu hipotesis yang cerdas namun dia terlalu

tidak sabar untuk menjadi penarik deduksi yang baik, Demikian juga hal ini tidak boleh diartikan bahwa kemampuan ini bekerja sendiri-sendiri. Keempat kemampuan mental ini yang sering berperan dalam urutan-urutan yang tidak teratur saling memerlukan satu sama lain. Penggantian deduksi mental oleh percobaan kadang-kadang perlu untuk beberapa masalah tertentu, di mana setelah pengajuan hipotesis diperlukan kemampuan untuk menciptakan kondisi-kondisi buatan dalam rangka menguji berbagai konsekuensi dari hipotesis tersebut. Walaupun begitu deduksi mental tetap dilakukan selama percobaan atau sesudahnya, karena itu maka percobaan dapat dimasukkan ke dalam salah satu dari empat kaidah mental tersebut.

Ketidaksempurnaan Ilmu

Sayang sekali bahwa dalam semua langkah sejak pengamatan sampai pengujian kita mungkin melakukan kesalahan-kesalahan. Kiranya akan sangat bermanfaat bagi kita untuk mempelajari berbagai kesalahan yang mungkin dilakukan dalam suatu kegiatan keilmuan untuk meningkatkan kewaspadaan agar kesalahan-kesalahan ini dapat dikurangi. Kesalahan yang sering terjadi terutama dilakukan dalam menarik kesimpulan yang berlaku umum dari pengamatan yang terbatas. Kesalahan lainnya sering terjadi waktu pengujian di mana terdapat kecenderungan untuk menerima suatu kesimpulan yang tidak teruji dengan sempurna. Demikian juga perasaan enggan untuk mengubah sebuah kesimpulan yang telah kita terima namun harus digugurkan kembali disebabkan ditemukannya bukti-bukti yang baru.

Kemampuan untuk memperbaiki kesalahan dalam pengujian ini biasanya didapat dari pengalaman. Oleh sebab itu ada baiknya untuk membiarkan sementara para pelajar yang sampai pada suatu kesimpulan yang salah. Biarkanlah mereka berpegang pada pendapat itu sampai mereka mendapat pengalaman yang sebenarnya

untuk mengubah pemikiran mereka setelah bukti-bukti yang benar dikemukakan. Sesungguhnya suatu pendidikan keilmuan belum dapat dianggap sempurna kalau belum mencapai tingkat kemampuan untuk menggugurkan suatu pendapat yang sebelumnya sangat kita hargakan. Pengalaman semacam ini biasanya sangat pahit, menyebabkan perasaan kita terganggu sampai-sampai tak bisa tidur, namun hal ini sangat berfaedah dalam mengembangkan proses pemikiran yang aktif.

Hakikat Berteori

Terdapat suatu prasangka yang populer terhadap penggunaan kecakapan dalam menemukan sesuatu yang baru yang biasa disebut berteori. Berteori itu sendiri, bila hanya sekedar berteori, jelas hanya mempunyai arti yang kecil, tetapi berteori secara terlatih yang dihubungkan dengan pengamatan yang terlatih pula adalah mutlak bagi kemajuan keilmuan. Alasan utama untuk berteori disebabkan kemampuan pengamatan kita yang sangat terbatas.

Kita menyadari bahwa banyak fakta alam yang tak dapat diamati secara langsung, baik karena gejala itu tak dapat kita tangkap, atau karena dimensinya sangat kecil, maupun karena hal itu sudah lama terjadi dan tak akan berulang kembali. Namun jelas bahwa semua gejala ini ada seperti juga gejala lainnya yang dapat diamati. Jika kita benar-benar ingin memahami alam, maka gejala-gejala yang secara langsung tidak dapat kita tangkap dengan indera kita yang terbatas itu harus dijaring dengan cara lain, dan cara yang biasa dilakukan adalah dengan berteori. Harus disadari bahwa tidak satu pun fakta yang dapat diamati merupakan suatu kesatuan yang lengkap. Semakin dalam rasa ingin tahu kita terhadap hakikat suatu fakta yang sedang kita amati maka semakin jauh kita terbawa oleh kenyataan bahwa ia mempunyai hubungan dengan benda-benda lainnya yang mungkin tidak dapat kita amati. Dan dalam penyelidikan ke arah ini, terlepas

dari kenyataan apakah benda-benda itu tidak terlihat, terasa dan teraba, singkatnya tidak dapat kita indera, segera kita yakin bahwa benda-benda itu ada dan merupakan bagian dari alam, seperti benda-benda yang lain. Fakta-fakta yang dapat diamati dijangkau oleh indera-indera kita, sedangkan fakta-fakta yang luput dari tangkapan indera akan terjaring oleh pikiran kita. Oleh sebab itu maka penemuan hipotesis pada dasarnya tidak lebih dari suatu usaha mental untuk membawa fakta-fakta tak dapat ditangkap ke dalam suatu hubungan sebab akibat dengan fakta-fakta yang dapat ditangkap. Usaha dalam menemukan hubungan ini bukan saja perbuatan yang terpuji namun juga perbuatan yang berani.

Ketika pertama-tama hipotesis ditemukan, maka hipotesis itu bukan saja merupakan sesuatu yang tidak lengkap namun juga tanpa jaminan bahwa hipotesis itu benar, khususnya dalam hubungan dengan fakta-fakta yang tak tertangkap oleh indera kita. Tentu saja hipotesis harus menjelaskan fakta-fakta yang diamati menurut sesuatu kerangka pikiran tertentu sebab kalau tidak maka semua tak ada artinya. Tetapi sebelum salah satu dari berbagai hipotesis yang bersaing dapat diterima sebagai sesuatu yang benar, maka ia harus menjelaskan fakta-fakta lain yang mempunyai hubungan dengan fakta-fakta tersebut yang pada waktu itu mungkin belum ditemukan. Penjelasan ini harus dilakukan secara konsisten dengan semua pengetahuan yang telah diketahui sehingga penjelasan baru ini sesuai dengan penjelasan-penjelasan sebelumnya. Kalau persyaratan ini belum dipenuhi maka tak satu pun dari hipotesis-hipotesis yang diajukan dapat diterima. Oleh sebab itu setelah berbagai hipotesis ditemukan maka langkah selanjutnya adalah menentukan mana dari hipotesis-hipotesis tersebut yang benar, dan dalam hal ini adalah menentukan apakah fakta-fakta yang tidak tertangkap indera yang dikemukakan dalam hipotesis tersebut ternyata memang ada. Hal ini dilaksanakan, sebagaimana terlihat dalam masalah pasang, dengan jalan mendeduksikan secara mental semua konsekuensi logis dari

masing-masing hipotesis dan kemudian mencocokkannya dengan fakta-fakta yang relevan. Walaupun konsekuensi dari suatu hipotesis adalah sedemikian banyak, aneh dan rumitnya, namun bila hipotesis itu berhasil menjelaskan berbagai fakta tersebut, meskipun pada waktu itu kebanyakan dari fakta itu belum diketahui, kiranya sangat mungkin bahwa hipotesis itu benar. Kiranya patut ditambahkan bahwa persyaratan pengujian hipotesis ini merupakan perbedaan yang utama antara ilmu modern dari ilmu primitif, dan disebabkan hal inilah maka kemajuan dalam ilmu modern untuk menemukan benda-benda yang tidak tertangkap menjadi sedemikian pesat.

Kepercayaan dalam Ilmu

Kiranya tidak dapat disangkal bahwa kepercayaan merupakan faktor yang penting dalam usaha-usaha yang berani dalam menyelidiki fakta-fakta yang tak tertangkap indera. Dalam hal ini, ilmu tidaklah berdiri sendiri dalam membangun dunia yang tak terlihat sebagai pelengkap dunia yang tampak. Usaha seperti ini telah dilakukan oleh kegiatan-kegiatan yang bukan ilmu sejak berabad-abad yang silam. Namun sifat kepercayaan dalam kedua bidang ini tidaklah serupa. Dalam bidang bukan ilmu, kepercayaan itu adalah ganjil, fantastis, tidak bertanggung jawab dan tidak koheren; sedangkan dalam bidang ilmu, ia teratur, terkontrol, rasional, dan koheren. Kemajuan umat manusia dari zaman kegelapan ke masa pencerahan telah mengikis habis kepercayaan yang fantastis dan simpang-siur itu dan secara lambat-laun digantikan oleh kepercayaan yang rasional dan konsisten. Kepercayaan terhadap perdukunan merupakan contoh yang baik dari kepercayaan yang irrasional. Perkenankanlah saya memberi contoh yang sama baiknya tentang kepercayaan yang rasional. Pemecahan dari masalah pasang menyangkut suatu kepercayaan terhadap kekuatan gravitasi yang menyebabkan dua benda seperti bulan dan bumi atau benda-benda langit dan bumi berada dalam situasi tarik-menarik. Kita telah mengenal kerja suatu daya tarik terhadap benda-benda,

seperti apa yang terjadi bila suatu benda ditarik dengan seutas tali, tetapi tarikan matahari terhadap bumi dilakukan lewat ruang yang tampak seperti hampa, Walaupun begitu tarikan matahari itu ternyata cukup kuat untuk menggerakkan bumi untuk berputar mengelilingi matahari dalam orbit yang melengkung. Berapa besar tali atau kabel, secara material, yang diperlukan untuk menarik bumi oleh matahari lewat ruang hampa? Jika kabel itu dibuat dari kawat-kawat telegraf biasa, dan kawat-kawat itu ditanam di seluruh permukaan bumi dengan jarak yang rapat seperti rumput yang tumbuh di halaman kita, maka tali tersebut akan hampir-hampir putus bila harus menarik pergerakan bumi dari arah yang lurus menjadi orbit yang melengkung. Dan ilmu mempercayai keajaiban itu.

Skema Siklus Geografis

Marilah sekarang kita beralih ke suatu contoh yang lain dari penelaahan keilmuan yakni suatu penelaahan geografis tentang penyebaran tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan di seluruh permukaan bumi. Iklim adalah suatu faktor penting yang mengontrol penyebaran mereka. Iklim tidak saja bervariasi dari khatulistiwa ke arah kutub tapi juga berdasarkan tinggi tempat tersebut di atas permukaan laut. Dataran-dataran rendah biasanya lebih kering dan lebih panas daripada dataran-dataran tinggi. Suatu dataran rendah mungkin berubah menjadi suatu dataran tinggi disebabkan naiknya kerak bumi secara perlahan. Dataran tinggi yang terbentuk itu selanjutnya mungkin berubah kembali menjadi dataran rendah karena terkikis erosi. Suatu dataran rendah yang panas dengan curah hujan yang sedang mungkin berubah menjadi suatu dataran tinggi yang sejuk atau dingin dengan curah hujan yang lebih besar. Setelah kekuatan-kekuatan bumi yang mendorongnya telah berkurang, dataran tinggi yang sejuk dan sering hujan itu mungkin secara lambat-laun terkikis berubah menjadi suatu dataran rendah yang panas dan jarang hujan.

Sebagai bukti dari kejadian itu maka harus terdapat perubahan-perubahan dalam fauna dan flora dari suatu daerah selama terjadi pergeseran tinggi tempat dan iklim ini. Waktu suatu dataran rendah naik menjadi suatu dataran tinggi yang diikuti oleh perubahan iklim maka flora dan faunanya yang terdahulu akan mati sebab tidak dapat menyesuaikan dirinya pada kondisi-kondisi iklim yang baru. Oleh sebab itu mereka lalu digantikan oleh pendatang-pendatang baru dari beberapa dataran tinggi yang berdekatan atau dari beberapa dataran rendah yang lebih dekat ke kutub. Begitu pula penghuni dari suatu dataran tinggi tidak dapat hidup menghadapi perubahan-perubahan iklim yang terjadi ketika dataran tinggi terkikis menjadi suatu dataran rendah. Secara lambat-laun mereka kemudian digantikan oleh pendatang-pendatang dari berbagai dataran rendah lainnya yang tidak terlalu jauh. Kiranya perlu dicatat bahwa perubahan-perubahan dalam permukaan bumi, meskipun berlangsung sangat lambat, namun biasanya lebih cepat bila dibandingkan dengan proses evaluasi tumbuh-tumbuhan dan hewan. Maka bila ditinjau dari sejarah alam yang panjang, kita bukan saja melihat terjadinya evolusi tumbuh-tumbuhan dan hewan secara lambat, namun juga terjadinya migrasi yang berlangsung secara lebih lambat, yang disebabkan oleh naik turunnya permukaan bumi. Penyebaran tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan yang ada sekarang ini hanyalah merupakan suatu tahap peralihan dalam lingkup perubahan yang panjang.

Apakah perbedaan antara masalah perubahan geografis ini dengan masalah tentang pasang? Perubahan yang cepat dari pasang dapat diamati secara langsung dan kejadian itu berulang, sehingga perubahan-perubahan yang terjadi dapat diamati secara terus-menerus. Kemudian baik terhadap pasang maupun terhadap penyebabnya dengan mudah dapat diterapkan metode kuantitatif. Sedangkan perubahan-perubahan dari siklus geografis terjadi sangat lambat, sehingga mereka tidak dapat diikuti melainkan hanya dapat dibayangkan. Tambahan lagi tidak terdapat alasan untuk mempercayai bahwa siklus perubahan demikian

dapat dicapai dalam suatu periode tertentu, ataupun bahwa suatu siklus tertentu akan berlangsung sepenuhnya tanpa gangguan, sebab mungkin saja suatu proses pengikisan dataran tinggi menjadi dataran rendah terhenti karena dorongan naik dari kerak bumi. Lebih jauh lagi pernyataan tentang kepunahan dan perpindahan tumbuh-tumbuhan dan hewan disebabkan perubahan iklim dari lingkungannya hanyalah suatu kesimpulan yang ditarik. Atau dengan perkataan lain, skema dari siklus geografis ini pada hakikatnya sangat spekulatif. Mengapa lalu kita mempercayainya? Hal ini disebabkan oleh dasar yang sangat sederhana, yakni bahwa hanya dengan jalan mempercayai skema itu maka kita dapat menghubungkan fakta-fakta yang sekarang kita lihat, baik anorganis maupun organis, dalam suatu kerangka yang beralasan dan masuk akal. Pendek kata skema siklus geografis itu kita percayai karena ia berguna bagi kita, dan seperti juga kesimpulan-kesimpulan keilmuan lainnya, hal ini merupakan contoh yang baik dari falsafah yang pragmatis...

Hakikat Pembuktian Keilmuan

Lalu apakah yang dimaksudkan seseorang jika dia mengatakan bahwa dia mempercayai skema siklus geografis tersebut, dengan membayangkan berbagai perubahan bentuk permukaan bumi yang sebenarnya tidak terlihat, dengan menarik kesimpulan mengenai penyebaran hewan dan tumbuh-tumbuhan yang perubahan sebenarnya tidak dapat kita amati? Dalam hal ini maka dia tidak bermaksud untuk mengartikan bahwa skema siklus geografis itu telah terbukti secara mutlak; dia hanya sekedar percaya bahwa pernyataan tersebut mempunyai peluang yang besar untuk benar. Inilah hakikat yang sebenarnya dari pembuktian keilmuan. Dia menyadari bahwa banyak kesimpulan yang ditarik dalam hal ini ternyata tidak terbukti secara mutlak: umpamanya, keadaan hewan dan tumbuh-tumbuhan sekarang ini yang tidak mengalami perubahan sejak berjuta-juta tahun yang lalu. Siapakah yang dapat membuktikan kebenaran kesimpulan itu secara mutlak? Walaupun

begitu seseorang menerima kebenaran yang terkandung di dalamnya, karena berdasarkan penelaahan yang wajar, pernyataan itu mempunyai peluang yang besar untuk benar.

Jadi sifat-sifat apakah yang sama antara masalah pasang dan siklus geografis tersebut, sifat-sifat yang juga mencirikan semua kegiatan keilmuan, yang menyebabkan mereka berhak disebut keilmuan? Kiranya jelas bahwa hal itu bukanlah disebabkan oleh masalah yang diselidikinya, sebab bidang-bidang kegiatan keilmuan beragam sekali. Sifat itu tidak terletak dalam pokok permasalahan yang diselidiki namun terletak dalam metode yang dipakainya. Sifat yang sama dari metode-metode itu adalah sifat masuk akal, yakni semangat untuk menyelidiki secara bebas, di mana tak terdapat pernyataan apa pun yang diterima tanpa pengkajian yang saksama, di mana kesimpulan yang ditemukan terus dijelajah ke mana pun dia mengarah, dan kesimpulan sebelumnya akan diubah jika ditemukan fakta-fakta yang tidak sesuai dengan kesimpulan tersebut. Oleh sebab itu ilmu tidaklah bersifat akhir maupun tak mungkin salah. Ilmu adalah pertumbuhan dan pertumbuhan itu jauh dari selesai.

Bertrand Russell

FAKTA, KEPERCAYAAN, KEBENARAN, DAN PENGETAHUAN

Fakta

“Fakta” seperti apa yang saya maksudkan, hanya dapat didefinisikan secara luas. Segala sesuatu yang berada di dunia saya sebut sebagai suatu “fakta”. Matahari adalah suatu fakta; Caesar menyeberangi Rubicon adalah suatu fakta; jika saya sakit gigi, sakit gigi saya adalah suatu fakta. Jika saya membuat suatu pernyataan, perbuatan saya adalah suatu fakta, dan jika hal ini benar maka terdapat suatu fakta lebih lanjut yang mendukung kebenaran ini, tetapi kalau tidak, maka hal itu adalah salah. Penjagal berkata, “Jualan habis dan itulah fakta”, namun segera setelah itu, seorang langganan yang disenanginya datang dan dia memperoleh sekerat daging anak domba dari bawah meja. Di sini penjagal itu menceritakan dua kebohongan, yang pertama dalam mengatakan bahwa dagangannya terjual habis dan yang kedua dalam mengatakan bahwa dagangannya terjual habis adalah suatu fakta. Fakta adalah apa yang membuat pernyataan itu betul atau salah. Saya akan membatasi perkataan “fakta” sampai pada apa yang paling sedikit harus diketahui, sehingga benar atau salah dari setiap pernyataan akan merupakan penjabaran analitis dari apa yang diketahui tersebut. Sebagai contoh, jika “Brutus adalah seorang Romawi” dan “Cassius adalah seorang Romawi” keduanya menyatakan suatu fakta. Saya tidak akan mengatakan bahwa pernyataan “Brutus dan Cassius adalah bangsa Romawi”, adalah suatu fakta yang baru. Kita melihat bahwa terdapat pertanyaan yang mempersoalkan apakah terdapat fakta-fakta negatif dan fakta-fakta umum di sana masalah ini

menimbulkan kesukaran. Namun perincian seperti ini sebagian besar bersifat linguistik.

Saya maksudkan dengan suatu “fakta” adalah sesuatu yang ada, apakah tiap orang berpikir demikian atau tidak. Jika saya memperlihatkan jadwal kereta api dan menemukan bahwa ada sebuah kereta api menuju Edinburgh pada pukul 10 pagi, kemudian, jika jadwal itu benar, maka terdapat sebuah kereta api yang sungguh-sungguh berangkat, yang merupakan suatu “fakta”. Pernyataan dalam jadwal itu sendiri adalah suatu “fakta”, apakah itu benar atau salah, tetapi ia hanya menyatakan suatu fakta bila ia benar, dalam hal ini jika sungguh-sungguh terdapat kereta api. Kebanyakan fakta adalah bebas dari kemauan kita; itulah sebabnya mengapa mereka sering disebut “keras”, “keras kepala”, atau “tak dapat dihindarkan”. Fakta-fakta fisik kebanyakan bersifat bebas, tidak hanya dari kemauan kita tetapi juga bahkan dari eksistensi kita.

Seluruh kehidupan kognitif kita, ditinjau dari sudut biologis, merupakan bagian dari proses penyesuaian terhadap fakta-fakta. Proses ini merupakan sesuatu yang terdapat dalam semua bentuk kehidupan dalam derajat yang berbeda-beda, tetapi biasanya proses itu tidak disebut kognitif sebelum ia mencapai suatu tingkat perkembangan tertentu. Karena tak terdapat tapal batas yang tajam membedakan antara hewan yang paling rendah dengan kebanyakan ahli falsafah yang ulung, maka sukar bagi kita untuk dapat mengatakan dengan tepat pada titik mana kita melangkah dari perilaku hewani kepada sesuatu yang patut kita tinggikan dengan nama “pengetahuan”. Tetapi pada setiap tahap terdapat penyesuaian di mana binatang menyesuaikan dirinya dengan lingkungan fakta.

Kepercayaan

“Kepercayaan”, yang berikutnya akan kita kaji, memiliki pengertian samar yang tak terelakkan, yang disebabkan oleh perkembangan

mental yang terus-menerus dari amuba sampai homo sapiens. Dalam bentuknya paling maju, bentuk yang paling dipertimbangkan oleh para filsuf, kepercayaan diperlihatkan dengan semacam pernyataan, dalam kalimat setelah Anda membaui sejenak, Anda berteriak, “Astaga! Rumah terbakar.” Atau, bila merancang sebuah piknik, Anda berkata, “Lihatlah awan-awan itu. Hari akan hujan”. Atau, dalam sebuah kereta api, Anda mencoba menekan optimisme penumpang lain dengan mengatakan, “Perjalanan terakhir saya dengan kereta ini ternyata terlambat tiga jam”. Pernyataan demikian, jika Anda memang tidak berbohong, menyatakan kepercayaan. Kita sedemikian terbiasa dengan penggunaan kata-kata untuk menyatakan kepercayaan sehingga nampaknya aneh untuk berbicara tentang “kepercayaan” dalam kasus-kasus di mana tak terdapat kata-kata untuk itu. Tetapi adalah jelas bahwa meskipun dalam hal ini dipergunakan kata-kata namun hal itu bukanlah pokok permasalahan. Bau terbakarlah yang pertama-tama membuat Anda percaya bahwa rumah sedang terbakar, dan kemudian kata-kata meluncur, bukan sebagai suatu kepercayaan melainkan sebagai cara untuk menaruh kepercayaan itu dalam suatu bentuk perilaku yang dapat dikomunikasikan kepada orang lain. Saya berpikir, tentu saja, tentang kepercayaan yang tidak terlalu rumit atau terperinci, Saya percaya bahwa jumlah sudut dari sebuah polygon adalah banyaknya sudut dikalikan 180 derajat dikurangi dua kali 180 derajat. Tetapi seorang manusia akan membutuhkan intuisi matematis yang sangat luar biasa untuk dapat mempercayai ini tanpa kata-kata. Tetapi jenis kepercayaan yang lebih sederhana, khususnya jika kepercayaan itu menjadi dasar untuk tindakan, mungkin seluruhnya tanpa kata-kata. Jika Anda sedang melakukan perjalanan dengan seorang teman, Anda mungkin berkata, “Kita harus berlari; kereta api akan segera berangkat.” Tetapi jika Anda bepergian sendiri, Anda mungkin mempunyai kepercayaan yang sama, dan akan berlari secepatnya, tanpa kata sepatah pun melintas di kepala Anda.

Oleh sebab itu saya mengusulkan untuk memperlakukan kepercayaan sebagai sesuatu yang pra-intelektual, dan dapat dipertihatkan dalam perilaku binatang. Saya cenderung untuk berpikir bahwa, kadang-kadang suatu keadaan badani yang murni mungkin patut dinamakan “kepercayaan”. Sebagai contoh, jika Anda berjalan ke dalam kamar Anda di dalam kegelapan dan seseorang telah meletakkan sebuah kursi pada tempat yang tidak biasa, Anda mungkin akan membenturnya, karena badan Anda percaya bahwa tidak ada kursi di tempat itu. Tetapi peranan pikiran dan badan dalam kepercayaan tidaklah terlalu penting dipisahkan untuk tujuan pembahasan kita. Suatu kepercayaan, sebagaimana istilah itu saya pahami, adalah suatu keadaan tertentu dari tubuh atau pikiran atau keduanya. Untuk menghindarkan banjir kata-kata yang tidak perlu, saya akan menyebutnya keadaan dari suatu organisme, dengan tidak memperhatikan perbedaan faktor badani dan mental.

Satu karakteristik dari suatu kepercayaan adalah bahwa ia memiliki pertalian dengan dunia luar.¹ Kasus paling sederhana, yang dapat diamati dalam perilaku, di mana karena refleks yang telah terbiasa, adalah hadirnya A menyebabkan timbulnya kelakuan B. Ini merupakan kasus penting di mana tindakan dilakukan berdasarkan informasi yang diterima: dalam hal ini perkataan yang didengar adalah A, dan apa yang dinyatakannya adalah B. Seseorang berkata, “Awat, ada sebuah mobil sedang meluncur”, dan Anda bertindak sebagaimana apa yang Anda lakukan jika Anda melihat mobil. Dalam kasus ini maka Anda mempercayai apa yang dinyatakan oleh perkataan “sebuah mobil sedang meluncur”.

Organ-organ yang menyusun suatu keadaan organisme yang berada dalam keadaan mempercayai, secara teoritis, dapat dilukiskan. Ketika Anda percaya bahwa “sebuah mobil sedang meluncur”, kepercayaan Anda menjelma dalam suatu keadaan tertentu dari

1 Dalam pengertian yang menyangkut suatu pertalian ke luar tidak hanya pada pengalaman sekarang dari individu, tetapi juga pada keseluruhan pengalamannya.

otot, pancaindera, dan emosi, mungkin juga bersama-sama dengan bayangan visual tertentu. Semua ini, dan bentuk apa pun lainnya yang menyusun kepercayaan Anda, secara teoretis dapat dideskripsikan secara lengkap oleh seorang ahli psikologi bersama-sama dengan ahli fisiologi, tanpa menyebutkan sesuatu di luar pikiran dan badan Anda. Keadaan Anda, bila Anda percaya bahwa sebuah mobil sedang meluncur, akan menjadi sangat berlainan dalam keadaan yang berbeda. Katakanlah bahwa waktu itu Anda mungkin sedang menonton suatu balapan, dan menerka-nerka apakah mobil taruhan Anda akan menang. Atau mungkin Anda sedang menunggu kembalinya anak laki-laki Anda dari tawanan di Timur Jauh. Anda mungkin sedang mencoba untuk melarikan diri dari polisi. Anda mungkin tiba-tiba terbangun dari lamunan ketika sedang menyebrangi jalan. Meskipun keadaan Anda sepenuhnya tidak akan sama dalam kasus-kasus yang seragam ini, tetapi terdapat sesuatu yang sama dalam kesemuanya ini, dan hal inilah yang menjadikan semua peristiwa dalam mempercayai bahwa sebuah mobil sedang meluncur. Suatu kepercayaan, dapat kita katakan, sebagai sekumpulan keadaan suatu organisme yang terikat bersama karena memperoleh pertalian dengan dunia luar, sebagian atau seluruhnya.

Pada seekor hewan atau seorang anak kecil, kepercayaan diperlihatkan oleh suatu tindakan atau serangkaian tindakan. Kepercayaan anjing pemburu tentang alamnya seekor rubah diperlihatkan oleh tindakannya menyusur bau rubah tersebut. Tetapi pada manusia, sebagai akibat adanya bahasa dan dari praktek menanggukkan reaksi, mempercayai sering kali menjadi suatu keadaan yang sedikit banyak bersifat statis, yang mungkin berupa pengucapan atau pembayangan kata-kata yang cocok, bersama timbulnya salah satu dari bermacam-macam perasaan yang menyertai kepercayaan yang berbeda-beda. Di dalam hubungan ini bisa kita sebutkan pertama, jenis kepercayaan yang mengisi sensasi yang disimpulkan oleh binatang. kedua; ingatan; ketiga, harapan; keempat, jenis kepercayaan yang diwariskan dan

diterima tanpa berpikir lebih lanjut; dan kelima, jenis kepercayaan sebagai hasil penarikan kesimpulan secara sadar. Mungkin daftar ini bisa bersifat tidak lengkap atau malah terlalu banyak, namun yang pasti adalah bahwa persepsi, ingatan, dan harapan, merupakan perasaan yang berbeda-beda. Oleh sebab itu kepercayaan merupakan istilah yang mempunyai pengertian yang meluas, dan keadaan dalam mempercayai tidak terpisah secara tajam dan keadaan-keadaan yang secara wajar tidak kita sebut sebagai mempercayai.

Pertanyaan mengenai apakah yang dipercaya jika suatu organisme berada dalam suatu keadaan mempercayai biasanya agak kabur. Anjing pemburu yang menyusur bau adalah pasti, karena tujuannya sederhana dan ia tidak merasa ragu terhadap cara tersebut; tetapi seekor merpati yang dilanda keraguan apakah dia akan makan dari tangan Anda atau tidak, berada dalam suatu kondisi yang lebih samar dan kompleks. Dalam hal manusia, bahasa memberikan suatu gambaran seakan-akan yang dikemukakannya adalah teliti; seorang manusia mungkin dapat menyatakan kepercayaannya dalam suatu kalimat dan kemudian dianggap bahwa apa yang dibawa kalimat itu adalah apa yang dipercayainya. Tetapi biasanya hal itu tidak sedemikian. Jika Anda berkata, "Lihat, ini Jones", Anda tengah mempercayai sesuatu, dan menyatakan kepercayaan Anda dalam kata-kata, tetapi apa yang Anda tengah percayai harus berhubungan dengan Jones, bukan dengan nama "Jones". Anda mungkin pada kesempatan lain, mempunyai suatu kepercayaan yang berhubungan dengan kata-kata. "Siapakah orang yang sangat terkenal yang baru datang itu? Beliau adalah Sir Theophilus Thwackum". Dalam hal ini namalah yang Anda inginkan. Tetapi dalam peraturan percakapan biasa, kata-kata adalah transparan; kata-kata bukanlah apa yang dipercayai, seperti juga manusia bukanlah dengan apa ia dikenal.

Jika kata-kata hanyalah menyatakan suatu kepercayaan yang kira-kira adalah sama dengan apa yang dimaksud oleh kata-kata, kepercayaan yang ditunjukkan oleh kata-kata adalah kurang tepat

sampai pada tahap yang disebabkan tidak tepatnya arti kata-kata tersebut. Di luar logika dan matematika murni, tidak ada kata-kata yang mempunyai pengertian yang tepat, bahkan tidak juga kata-kata seperti “sentimeter” dan “detik”. Oleh sebab itu meskipun suatu kepercayaan dinyatakan dalam kata-kata yang memiliki derajat ketelitian tertinggi yang mungkin dihasilkan dunia empiris, masalah mengenai apa yang dipercayai sebenarnya kurang lebih masih kabur.

Kekaburan ini tidak lenyap, pun kalau kepercayaan itu semata-mata bersifat verbal, yakni bahwa apa yang dipercayainya adalah beberapa kalimat yang dianggap benar. Ini adalah jenis kepercayaan yang diperoleh oleh murid-murid sekolah yang pendidikannya telah ketinggalan zaman. Marilah kita lihat perbedaan dalam sikap murid sekolah terhadap “William si Penakluk, 1066” dan “Rabu mendatang akan merupakan hari libur”. Pada contoh yang pertama, dia mengetahui bahwa hal itu merupakan kata-kata yang benar, dan dia tak peduli sama sekali pada artinya; pada hal yang kedua, ia memperoleh kepercayaan tentang Rabu mendatang, dan tak peduli sama sekali tentang kata-kata apa yang Anda gunakan untuk menanamkan kepercayaan itu. Kepercayaan yang pertama, dan bukan yang kedua, yang semata-mata adalah verbal.

Jika saya harus mengatakan bahwa murid sekolah mempercayai kalimat “William si Penakluk, 1066” adalah “benar”, saya haruslah menambahkan bahwa definisi mereka tentang “kebenaran” adalah semata-mata pragmatis: suatu kalimat adalah “benar” jika akibat dari mengucapkan kata-kata itu di depan seorang guru adalah menyenangkan, dan jika akibatnya tidak, maka hal itu adalah “salah”.

Lupakanlah si anak sekolah itu, dan marilah mulai lagi dengan sifat-sifat kita yang patut sebagai ahli falsafat: apakah yang kita maksudkan jika kita mengatakan bahwa suatu kalimat tertentu adalah “benar”? Saya belum lagi menanyakan apa yang dimaksud dengan “benar”; ini akan merupakan permasalahan kita berikutnya. Untuk saat ini, saya hanya bermaksud untuk menunjukkan, bahwa

bagaimanapun didefinisikan secara benar, kebenaran pernyataan bahwa “Kalimat ini benar” tergantung kepada kebenaran kalimat itu sendiri, dan oleh sebab itu sama kaburnya seperti tingkat kekaburan dalam kalimat yang menyatakan sesuatu adalah benar. Demikian juga kita tidak terlepas dari kekaburan dengan memusatkan perhatian dan kepercayaan yang semata-mata bersifat verbal.

Falsafah, sebagaimana ilmu pengetahuan, harus menyadari bahwa meskipun ketepatan yang sempurna adalah tidak mungkin, namun berbagai teknik dapat dibuat untuk mengurangi kekaburan dari ketidaktentuan itu secara bertahap. Bagaimanapun mengagumkannya alat-alat pengukuran kita, namun masih akan terdapat beberapa ukuran panjang di mana kita dihadapkan kepada keragu-raguan apakah mereka itu lebih panjang, lebih pendek atau sama dengan satu meter; dan tidak terdapat batas sampai seberapa jauh ketelitian dapat dilakukan yang dapat mengurangi keragu-raguan kita. Sama halnya, bila suatu kepercayaan dinyatakan dalam kata-kata, selalu akan terdapat kemungkinan beberapa keadaan di mana kita tak dapat mengatakan apakah kata-kata itu akan mengemukakan kepercayaan dengan benar atau salah, tetapi kemungkinan ini dapat diperkecil seminimal mungkin, sebagian dengan memperbaiki analisis verbal, sebagian lagi dengan suatu teknik pengamatan yang lebih baik. Apakah ketepatan secara sempurna itu secara teoritis ada atau tidak maka hal ini tergantung kepada sifat dunia-fisik apakah itu terputus-putus (*discreet*) atau berlanjut (*continous*).

Marilah sekarang kita lihat sebuah kasus kepercayaan yang dinyatakan dalam kata-kata yang memiliki derajat ketelitian tertinggi yang mungkin dicapai. Andaikan, untuk konkretnya, bahwa saya mempercayai kalimat “Tinggi saya adalah lebih besar dari 5 kaki 8 inci, dan kurang dari 5 kaki 9 inci”. Sebutlah kalimat ini “S”. Saya belum lagi menanyakan apakah yang akan membuat kalimat ini benar, atau apa yang akan memberi hak kepada saya untuk mengatakan bahwa saya mengetahui hal itu; saya hanya menanyakan: “Apa yang

terjadi dalam diri saya ketika saya mempunyai kepercayaan yang saya nyatakan dengan S?” Jelaslah kiranya tak terdapat hanya satu jawaban yang benar untuk pertanyaan ini. Apa yang dapat dikatakan dengan pasti adalah bahwa saya berada dalam suatu keadaan umpamanya, jika sesuatu terjadi, di mana hal itu akan memberikan kepada saya suatu perasaan yang mungkin dapat dinyatakan dengan kata-kata “memang demikian”, namun sekarang, karena hal itu belum terjadi, saya mempunyai gambaran tentang kejadian itu yang digabungkan dengan perasaan yang dinyatakan dalam kata “ya”. Saya bisa, misalnya, membayangkan diri saya berdiri menghadap sebuah tembok di mana terdapat alat pengukur dalam skala kaki dan inci, dan dalam bayangan saya melihat puncak kepala saya berada di antara dua tanda alat pengukur ini, dan ke arah bayangan ini saya mungkin mempunyai perasaan setuju. Kita dapat mengambil hal ini sebagai esensi dari apa yang mungkin disebut kepercayaan “statis”, sebagai lawan dari kepercayaan yang dipertunjukkan dengan kegiatan kepercayaan statis merupakan suatu gagasan atau bayangan yang digabungkan dengan perasaan yang mengiakan.

Kebenaran

Saya sekarang menginjak kepada definisi “kebenaran” dan “kesalahan”. Beberapa hal tertentu adalah jelas. Kebenaran adalah suatu sifat dari kepercayaan, dan diturunkan dari kalimat yang menyatakan kepercayaan tersebut. Kebenaran merupakan suatu hubungan tertentu antara suatu kepercayaan dengan suatu fakta atau lebih di luar kepercayaan. Bila hubungan ini tidak ada, maka kepercayaan itu adalah salah. Suatu kalimat dapat disebut “benar” atau “salah”, meskipun tak seorang pun mempercayainya, asalkan jika kalimat itu dipercaya, benar atau salahnya kepercayaan itu terletak pada masalahnya.

Sebegitu jauh, saya bisa mengatakan, semuanya adalah jelas. Tetapi tidak jelas mengenai hakikat hubungan antara kepercayaan dan fakta yang tersangkut, atau definisi dari kemungkinan fakta yang akan membuat kepercayaan tertentu adalah benar, atau pengertian “mungkin” dalam pernyataan ini. Sebelum pernyataan ini terjawab kita belum memiliki definisi yang layak mengenai “kebenaran”.

Marilah kita mulai dengan kepercayaan yang secara biologis terjadi paling awal, yang dapat dilihat pada binatang seperti juga pada manusia. Kehadiran bersama dua macam keadaan, A dan B jika hal ini sering terjadi, atau secara emosional menarik, adalah tepat untuk menyimpulkan bahwa adanya A akan menyebabkan binatang itu bereaksi terhadap A sebagaimana ia bereaksi sebelumnya, atau memperlihatkan sebagian dari reaksi ini. Dalam beberapa binatang hubungan ini kadang-kadang merupakan bawaan, dan bukan hasil pengalaman. Tetapi apa pun juga hubungan yang terjadi, bila kehadiran secara inderawi dari A menyebabkan kegiatan yang cocok untuk B, kita dapat mengatakan bahwa binatang “mempercayai” B berada di lingkungannya, dan kepercayaan itu benar bila B memang terdapat di situ. Jika Anda membangunkan seseorang di tengah malam dan meneriakkan “Kebakaran!”, ia akan melompat dari tempat tidurnya meskipun ia tidak melihat atau mencium bau yang terbakar. Kegiatannya merupakan bukti dari suatu kepercayaan yang memang “benar” jika ada kebakaran, dan ternyata “salah” bila sebaliknya. Apakah kepercayaannya itu benar tergantung pada suatu fakta berada di luar pengalamannya. Ia mungkin dapat meloloskan diri sedemikian cepatnya, sehingga ia tidak pernah memperoleh bukti adanya kebakaran; ia mungkin takut dicurigai bahwa ia menimbulkan kebakaran lalu meninggalkan tempat itu, tanpa pernah menyelidiki apakah ada kebakaran atau tidak. Sungguhpun demikian kepercayaannya tetap benar jika ada fakta (yakni kebakaran) yang merupakan pertaliannya dengan dunia luar atau merupakan tanda kejadiannya, dan jika tidak terdapat fakta seperti itu, maka hal itu

tetap salah meskipun semua temannya meyakinkan dia menjaminnya bahwa memang terjadi suatu kebakaran.

Perbedaan antara suatu kepercayaan yang benar dan salah adalah seperti antara seorang isteri dan seorang perawan yang belum bersuami: dalam hal suatu kepercayaan yang benar maka terdapat suatu fakta yang menjalin suatu hubungan tertentu, sedangkan dalam suatu kepercayaan yang salah tidak terdapat fakta demikian. Untuk melengkapi definisi kita tentang “kebenaran” dan “kesalahan” kita membutuhkan suatu deskripsi tentang fakta yang akan membuat suatu kepercayaan tertentu benar, dan deskripsi ini merupakan satu yang tidak diterapkan pada suatu apa pun jika kepercayaan itu adalah salah. Katakanlah terdapat seorang wanita tertentu yang kita tidak ketahui apakah ia sudah menikah atau belum. Dalam hal ini kita dapat membentuk suatu deskripsi yang dapat diberikan mengenai suaminya jika ia bersuami, dan tidak kepada siapa pun, jika ia memang belum bersuami. Deskripsi seperti itu umpamanya merupakan: “orang yang berdiri di sampingnya dalam gereja atau kantor catatan sipil ketika kata-kata tertentu diucapkan”. Dengan cara yang sama kita menginginkan suatu deskripsi tentang fakta atau fakta-fakta yang, jika memang ada, membuat suatu kepercayaan adalah benar. Fakta atau fakta-fakta seperti itu saya sebut “pembukti” dari kepercayaan.

Hal yang asasi dalam masalah ini adalah hubungan antara sensasi dan gambaran, atau, dalam terminologi Hume, antara kesan dan gagasan Tetapi dengan pengertian dan bentuk kalimat tertentu, kita tiba pada satu konsep baru, yang saya sebut “makna”, yang merupakan karakteristik dari kalimat yang mempunyai gambaran yang kompleks. Dalam hal kata tunggal yang dipergunakan dalam berseru, seperti “kebakaran” atau “pembunuhan”, pengertian dan makna bergabung, tetapi pada umumnya mereka terpisah (berbeda). Perbedaan ini terbukti dengan terdapatnya fakta bahwa kata-kata harus mempunyai pengertian jika dimaksudkan untuk suatu tujuan,

tetapi suatu deretan kata-kata tidak perlu mempunyai makna. Makna merupakan suatu karakteristik dari semua kalimat yang bukan tidak masuk akal, dan tidak hanya dari kata-kata dalam bentuk indikatif tetapi juga dari bentuk-bentuk seperti interogatif, imperatif, atau operatif. Untuk tujuan pembahasan ini maka, kita dapat membatasi diri kita kepada kalimat dalam bentuk indikatif. Dalam hal ini, bila kita katakan bahwa makna merupakan deskripsi dari fakta, yang jika hal itu memang ada, akan membuat kalimat itu benar. Sekarang tinggal untuk mendefinisikan deskripsi ini.

Marilah kita ambil satu ilustrasi. Jefferson mempunyai suatu kepercayaan yang dinyatakan dalam kata-kata bahwa “Terdapat mammut (mammoth) di Amerika Utara”. Kepercayaan ini mungkin benar, meskipun tidak seorang pun pernah melihat salah satu dari mammut ini; sebab mungkin saja, ketika ia menyatakan kepercayaannya itu, hanya terdapat dua ekor mammut di bagian yang tidak berpenghuni di Pegunungan Rocky Mountains, dan mereka kemudian disapu banjir ke laut lewat Sungai Colorado. Di sini, terlepas dari kebenaran dari kepercayaan ini, tidak akan terdapat bukti untuk kepercayaan itu, yakni mammut yang sebenarnya akan merupakan fakta, dan dalam pengertian di atas akan merupakan “pembukti” dari kepercayaan tersebut. Suatu pembukti yang tidak dapat dialami seringkali dapat dideskripsikan, jika ia mempunyai suatu hubungan yang diketahui melalui pengalaman terhadap sesuatu yang dikenal melalui pengalaman; dan dengan cara inilah kita memahami pernyataan seperti “Nabi Adam”, yang tidak mendeskripsikan apa-apa. Adalah dengan cara ini pula kita memahami kepercayaan Jefferson mengenai mammut: kita mengetahui jenis fakta-fakta yang akan membuat kepercayaannya itu benar; atau dengan perkataan lain, kita dapat berada dalam suatu keadaan pemikiran sedemikian rupa sehingga jika kita melihat mammut-mammut itu maka kita akan berteriak, “Ya, itulah apa yang sedang saya pikirkan”.

Makna suatu kalimat merupakan hasil dari arti kata-kata secara bersama-sama berdasarkan hukum mengenai bentuk kalimat. Meskipun arti harus diturunkan dari pengalaman, namun makna tidak perlu. Saya mengetahui dari pengalaman pengertian “manusia” dan pengertian “sayap”, dan karena itu makna dari kalimat “Terdapat manusia bersayap”, meskipun saya tidak mempunyai pengalaman tentang apa yang dinyatakan kalimat ini. Makna suatu kalimat mungkin selalu dapat dipahami sebagai gambaran suatu deskripsi. Bila deskripsi ini menggambarkan suatu fakta, kalimat adalah “benar”, jika tidak maka kalimat itu “salah”.

Adalah penting untuk tidak membesar-besarkan peranan kebiasaan (*convention*). Sepanjang kita membicarakan kepercayaan, dan bukan kalimat-kalimat di mana mereka dinyatakan, kebiasaan tidak memegang peranan sama sekali. Andaikan Anda tengah mengharapkan untuk menemui beberapa orang yang Anda sukai, yang telah lama tidak Anda lihat. Pengharapan Anda mungkin tanpa kata-kata, meskipun pengharapan itu adalah terperinci dan kompleks. Anda mungkin berharap bahwa ia akan tersenyum; Anda mungkin mengingat suaranya, gaya jalannya, ekspresi matanya; keseluruhan pengharapan Anda mungkin sedemikian rupa sehingga hanya seorang pelukis ulung yang dapat menyatakannya, dengan cat, tidak dengan kata-kata. Dalam hal ini Anda mengharapkan suatu pengalaman Anda sendiri, dan kebenaran atau kesalahan dari pengharapan Anda tercakup dalam hubungan antara gagasan dan kesan: pengharapan Anda “benar” jika kesan, dan bila kesan itu datang, adalah sedemikian rupa sehingga ia merupakan prototipe gagasan Anda terdahulu jika waktu dapat dibalik. Inilah apa yang kita nyatakan jika kita berkata, “Inilah yang ingin saya lihat”. Kebiasaan hanya berlaku dalam menerjemahkan kepercayaan ke dalam bahasa, atau (jika kita diceritakan sesuatu) dari bahasa ke dalam kepercayaan. Lebih jauh hubungan antara bahasa dan kepercayaan, kecuali dalam masalah-masalah abstrak, biasanya tidak pasti; kepercayaan adalah

lebih kaya dalam perincian dan konteks dibandingkan kalimat, yang hanya memilih bagian-bagian tertentu yang terpenting saja. Anda mengatakan, “Saya akan segera melihatnya”, tetapi Anda berpikir, “Saya akan melihat dia tersenyum, tetapi nampak lebih tua, ramah, tapi malu-malu, dengan rambutnya yang tidak rapi dan sepatunya penuh lumpur”, dan sebagainya, lewat berbagai perincian yang seakan tanpa akhir di mana Anda sendiri mungkin hanya mengenai sebagian.

Masalah pengharapan merupakan sesuatu yang paling sederhana ditinjau dari pendefinisian kebenaran dan kesalahan, karena dalam hal ini fakta yang menentukan kebenaran atau kesalahan akan dapat dialami. Masalah-masalah lain adalah lebih sukar.

Ingatan, ditinjau permasalahan kita sekarang, adalah serupa dengan pengharapan. Suatu pengingatan kembali adalah suatu gagasan, sedangkan fakta yang diingat kembali adalah suatu kesan; ingatan adalah “benar” jika pengingatan kembali mempunyai persamaan antara gagasan dan prototipe-nya.

Berikutnya, marilah kita lihat pernyataan seperti “Anda sedang sakit gigi”. Dalam setiap kepercayaan yang berhubungan dengan pengalaman orang lain mungkin terdapat kesamaan dalam pemakaian kata-kata yang luar biasa kayanya mengenai pengharapan pengalaman kita sendiri; Anda mungkin, setelah baru-baru ini menderita sakit gigi, merasa bersimpati terhadap gigitan kesakitan yang Anda bayangkan diderita oleh teman Anda. Bagaimanapun kaya atau miskinnya imajinasi yang Anda lahirkan, adalah jelas bahwa kepercayaan Anda adalah “benar” sejauh hal itu mempunyai kesamaan dengan fakta sakit gigi teman Anda itu kesamaan yang sejenis dengan apa yang yang dapat terjadi antara gagasan dan prototipe.

Tetapi bila kita sampai pada scsnatu yang tidak seorang pun mengalaminya atau pernah mengalaminya, seperti bagian dalam dari bumi, atau dunia sebelum kehidupan dimulai, baik

kepercayaan maupun kebenaran keduanya menjadi makin abstrak dibandingkan dengan masalah-masalah di atas. Sekarang kita harus mempertimbangkan apa yang diartikan dengan “kebenaran” bila fakta pembuktian tidak dialami seorang pun.

Sebelum pembahasan dimulai, saya akan menganggap bahwa dunia fisik, yang bebas dari persepsi, dapat diketahui memiliki kesamaan struktural tertentu dengan dunia persepsi kita, tetapi tidak dapat diketahui memiliki kesamaan kualitatif apa pun. Dan bila saya katakan bahwa ia mempunyai kesamaan struktural, saya beranggapan bahwa penataan hubungan dengan apa struktur itu didefinisikan adalah hubungan ruang dan waktu seperti yang kita ketahui dalam pengalaman kita sendiri. Oleh sebab itu maka fakta-fakta tertentu tentang dunia fisik, fakta yang terdiri dari struktur tempat dan waktu, berwujud sebagaimana yang kita bayangkan. Di pihak lain, fakta seperti sifat kualitatif dari kejadian fisik agaknya tidak dapat kita bayangkan. Sekarang, meskipun tidak ada kesukaran dalam menganggap bahwa ada fakta-fakta yang tidak dapat dibayangkan, namun tidak terdapat kepercayaan, selain dari kepercayaan umum, di mana pembuktinya tidak dapat dibayangkan. Ini adalah suatu prinsip yang penting, tetapi agar hal ini tidak menyesatkan kita, perlu diperhatikan beberapa segi logika tertentu.

Yang pertama-tama adalah bahwa kita mungkin mengetahui suatu pernyataan umum meskipun kita tidak mengetahui satu pun contohnya. Pada suatu pantai luas yang berbatu-batu Anda bisa mengatakan dan mungkin mengatakan dengan benar, “Ada batu-batu kerikil di pantai ini yang tidak seorang pun akan pernah memperhatikannya”. Adalah benar bahwa ada bilangan bulat yang terbatas yang tak pernah dipikirkan oleh seorang pun. Tetapi adalah suatu kontradiksi untuk menganggap bahwa pernyataan semacam itu terbentuk dengan memberikan contoh dari kebenarannya. Ini hanyalah suatu penerapan dari prinsip bahwa kita dapat memahami pernyataan tentang semua atau beberapa anggota dari suatu kelas

tanpa dapat mencacah anggota-anggotanya. Kita memahami pernyataan “Semua manusia adalah fana” selengkap seperti kita dapat memberikan suatu daftar lengkap mengenai manusia; karena untuk memahami pernyataan ini yang kita butuhkan hanyalah mengerti konsep “manusia” dan “fana” dan apa yang dimaksud dengan salah satu contohnya.

Sekarang ambilah pernyataan “Terdapatlah fakta-fakta yang tak dapat saya bayangkan”. Saya tidak mempertimbangkan apakah pernyataan ini benar; saya hanya bermaksud untuk menunjukkan bahwa hal ini adalah dapat dipahami, Pertama-tama cobalah perhatikan, bahwa jika hal ini tidak dapat dipahami, kontradiksinya haruslah juga tidak dapat dipahami, oleh sebab itu tidak benar, meskipun juga tidak salah. Kedua, perhatikan bahwa untuk memahami pernyataan itu adalah tidak perlu untuk dapat memberikan contoh dari batu kerikil yang tidak diperhatikan atau bilangan yang tidak dipikirkan. Apa yang diperlukan adalah untuk memahami kata-kata dan bentuk kalimat, seperti apa yang kita lakukan. Oleh sebab itu maka pernyataan itu dapat dipahami; apakah itu benar adalah masalah lain.

Ambilah sekarang, pernyataan berikut: “Ada elektron-elektron, tetapi mereka tidak dapat dilihat”. Lagi-lagi saya tidak menanyakan apakah pernyataan ini adalah benar, tetapi apa yang dimaksud dengan menganggap itu benar atau mempercayai bahwa hal itu benar. “Elektron” adalah suatu istilah yang didefinisikan dengan menggunakan hubungan sebab akibat dan ruang-waktu terhadap kejadian-kejadian yang kita alami, dan terhadap kejadian-kejadian lain yang berhubungan dengan mereka di mana kita telah mempunyai pengalaman. Kita telah mempunyai pengalaman tentang hubungan “orang tua”, dan karenanya kita dapat memahami hubungan “nenek-nenek-nenek moyang”, meskipun kita tidak mempunyai pengalaman mengenai hubungan ini. Dengan cara yang serupa kita dapat memahami kalimat yang mengandung kata “elektron”,

meskipun tidak melihat apa pun yang dimaksudkan kata tersebut. Dan bila saya katakan bahwa kita dapat memahami kalimat-kalimat demikian, saya maksudkan bahwa kita dapat membayangkan fakta-fakta yang dapat membuatnya benar.

Anehnya, dalam hal-hal demikian, kita dapat membayangkan keadaan umum yang akan membuktikan kepercayaan kita, tetapi tidak dapat membayangkan fakta-fakta tertentu yang merupakan contoh dari fakta umum itu. Saya tidak dapat membayangkan segala suatu fakta tertentu dalam bentuk: “*n* adalah suatu bilangan yang tidak akan pernah dipikirkan”, karena, apa pun nilai yang saya berikan kepada *n*, pernyataan saya menjadi salah dengan adanya fakta dalam memberikan nilai itu. Namun saya dapat membayangkan fakta-fakta umum yang akan memberikan kebenaran kepada pernyataan, “Ada bilangan-bilangan yang tidak akan pernah dipikirkan”. Alasannya adalah bahwa pernyataan adalah menyatakan maksud, dan dapat dipahami tanpa pengetahuan apa pun tentang apa yang dimaksudkan.

Kepercayaan tentang apa yang tidak pernah dialami, seperti ditunjukkan dalam diskusi di atas, tidaklah berkenaan dengan individu yang tidak pernah mengalami, tetapi berkenaan dengan kelas di mana tidak seorang pun dari anggotanya pernah dialami. Suatu kepercayaan harus selalu sanggup untuk dianalisis ke dalam unsur-unsur di mana pengalaman membuatnya dapat dipahami, tetapi bila suatu kepercayaan diuraikan dalam bentuk logis ia sering membawa kita pada analisis yang berbeda, yang agaknya akan menyangkut komponen-komponen yang tidak diketahui dari pengalaman. Bila analisis psikologis yang menyesatkan dihindari, kita dapat mengatakan secara umum: Setiap kepercayaan yang tidak semata-mata merupakan dorongan untuk bertindak pada hakikatnya merupakan gambaran, digabung dengan suatu perasaan yang mengiyakan atau menidakan; di mana dalam perasaan yang mengiyakan hal ini adalah benar bila terdapat fakta yang menggambarkan kesamaan dengan yang diberikan sebuah prototipe terhadap bayangan, sedangkan dalam hal perasaan

yang meniadakan, ia adalah benar bila tak terdapat fakta seperti itu. Suatu kepercayaan yang tidak benar disebut salah.

Ini adalah suatu definisi tentang “kebenaran” dan “kesalahan”.

PENGETAHUAN

Sekarang saya sampai kepada definisi tentang “pengetahuan”. Seperti dalam kasus mengenai “kepercayaan” dan “kebenaran”, terdapat suatu kekaburan tertentu yang tidak dapat dihindari dan ketidaktepatan dalam konsepsi. Kegagalan untuk menyadari hal ini telah membawa kita, menurut pendapat saya, kepada kesalahan-kesalahan penting dalam teori pengetahuan.

Sungguhpun demikian, kita akan mencoba untuk mengkaji seteliti mungkin tentang kemungkinan-kemungkinan seperti ini dalam definisi yang sedang kita cari.

Adalah jelas bahwa pengetahuan merupakan suatu subkelas dari kepercayaan yang benar: setiap hal mengenai pengetahuan merupakan hal mengenai kepercayaan yang benar tetapi tidak sebaliknya. Adalah sangat mudah untuk memberikan contoh mengenai kepercayaan yang benar dan bukan merupakan pengetahuan. Ada seseorang yang memperhatikan sebuah jam yang tidak berjalan, meskipun ia berpikir bahwa jam itu berjalan, di mana kebetulan ia melihat jam itu pada waktu yang tepat; orang ini memperoleh suatu kepercayaan yang benar tentang waktu, tetapi tidak dapat dikatakan memiliki pengetahuan. Ada orang percaya, betul-betul percaya, bahwa nama belakang dari Perdana Menteri dalam tahun 1906 dimulai dengan huruf B, yang mempercayai hal ini berpikir bahwa Balfour adalah Perdana Menteri, padahal kenyataannya ia adalah Campbell Bannerman. Terdapat seorang optimis yang beruntung, yang setelah membeli suatu kupon untuk undian, memiliki suatu kepercayaan tak tergoyahkan bahwa ia akan menang, dan karena mujur, ia menang. Contoh-contoh demikian dapat dilipat gandakan secara tak terhingga, yang menunjukkan

bahwa Anda tidak dapat menuntut bahwa Anda mengetahui sesuatu semata-mata karena Anda ternyata benar.

Sifat apa di samping kebenaran harus dimiliki suatu kepercayaan agar tergolong sebagai pengetahuan? Orang yang polos akan mengatakan haruslah terdapat bukti-bukti yang masuk akal untuk menyokong kepercayaan. Ditinjau dari segi akal sehat maka hal ini kebanyakan adalah benar terutama di mana keragu-raguan timbul dalam hal-hal praktis, tetapi jika hal ini dimaksudkan sebagai suatu pernyataan yang mencakup keseluruhan masalah maka hal ini adalah tidak memadai.

“Bukti”, pada satu pihak, terdiri dari fakta yang diterima sebagai sesuatu yang tidak diragukan lagi, dan di lain pihak, adalah prinsip-prinsip tertentu dengan apa kesimpulan ditarik dari fakta. Adalah jelas bahwa proses ini adalah tidak memuaskan kecuali kalau kita mengetahui fakta dan prinsip tentang penarikan kesimpulan yang tidak hanya berdasarkan bukti; karena kalau tidak maka kita akan terlibat dalam suatu iingkaran tak berujung pangkal atau suatu kemunduran yang tidak berakhir. Oleh sebab itu kita harus memusatkan perhatian kita pada hal-hal mengenai fakta dan prinsip-prinsip penarikan kesimpulan. Kita bisa mengatakan bahwa apa yang diketahui terdiri dari, pertama-tama, dari fakta dan prinsip tertentu dalam penarikan kesimpulan, yang tak satu pun membutuhkan bukti dari luar, dan kedua, semua yang dapat ditentukan berdasarkan penerapan prinsip penarikan kesimpulan terhadap fakta. Secara tradisi, fakta adalah apa yang diberikan dalam persepsi dan ingatan, sedang prinsip-prinsip penarikan kesimpulan adalah logika deduksi dan logika induksi.

Terdapat berbagai sifat yang tidak memuaskan dalam doktrin tradisional, meskipun saya tidak seluruhnya yakin bahwa pada akhirnya kita dapat menggantikannya dengan sesuatu yang lebih baik. Pertama-tama, doktrin itu tidak memberikan suatu definisi yang sungguh-sungguh tentang “pengetahuan”, atau setidaknya tidak bukannya suatu definisi yang sungguh-sungguh murni: tidak jelas apa

yang biasa terdapat di antara fakta persepsi dan prinsip penarikan kesimpulan. Kedua adalah sangat sulit untuk mengatakan apakah yang merupakan fakta persepsi. Ketiga, deduksi telah berubah menjadi agak lemah dibandingkan dengan apa yang dianggap semula; di mana hal ini tidak memberikan pengetahuan baru, kecuali mengenai bentuk baru dari kata-kata untuk menyatakan kebenaran yang dalam beberapa hal telah diketahui. Keempat, metode-metode penarikan kesimpulan yang mungkin disebut dalam suatu pengertian yang luas sebagai “induktif tidak pernah dirumuskan secara memuaskan; dan bila hal itu dirumuskan, bahkan jika perumusan itu dilakukan dengan benar, mereka hanya memberikan kesimpulan yang bersifat mungkin; lebih jauh lagi, dalam setiap bentuknya yang teliti yang mungkin diperoteh, mereka tidak mempunyai bukti yang pasti, dan hanya bisa dipercaya, kalau memang ada yang bisa dipercaya, karena semua ini merupakan cara pokok dalam menarik kesimpulan yang dapat diterima semua pihak.

Secara umum terdapat tiga cara untuk menanggulangi masalah-masalah di atas dalam mendefinisikan “pengetahuan”. Yang pertama, dan yang tertua, adalah dengan menitikberatkan pada konsep tentang bukti yang pasti (*self-evident*). Yang kedua adalah dengan cara melenyapkan perbedaan antara premis dari kesimpulan, dan menyatakan bahwa pengetahuan merupakan kepercayaan yang seluruhnya bersifat koheren. Yang ketiga dan paling drastis adalah untuk meninggalkan sama sekali konsep tentang “pengetahuan” dan menggantikannya dengan “kepercayaan-kepercayaan yang mendorong sukses”, dan di sini “sukses” mungkin dapat ditafsirkan secara biologis. Kita bisa mengemukakan Descartes Hegel, dan Dewey sebagai tokoh dari ketiga pandangan ini.

Descartes berpendapat bahwa apa pun yang saya dapat tangkap secara jelas dan tegas adalah benar. Ia percaya bahwa, dari prinsip ini, ia dapat menurunkan tidak hanya logika dan metafisika tetapi juga fakta, dalam teori. Empirisme menyatakan bahwa pandangan

seperti itu adalah tidak mungkin; kita tidak dapat memikirkan bahwa bahkan pikiran-pikiran yang paling jelas pun dalam benak kita akan dapat mendemostrasikan adanya Cape Horn. Tetapi argumentasi ini tidak membatalkan konsep tentang bukti yang pasti; di mana kita dapat mengatakan bahwa apa yang dia nyatakan berhubungan dengan bukti konseptual, tetapi di samping itu juga terdapat bukti perseptual, dengan apa kita dapat mengetahui fakta sebenarnya. Saya tidak dapat membayangkan bahwa secara keseluruhan kita akan pernah dapat terbebas dari bukti yang pasti. Jika Anda tergelincir oleh kulit jeruk dan kepala Anda terbentur dengan keras pada trotoar, simpati Anda kepada seorang ahli falsafah, yang mencoba untuk membujuk Anda bahwa hal Anda terluka itu bukan merupakan kepastian, kiranya akan kecil sekali. Bukti yang pasti juga menyebabkan Anda menerima argumentasi bahwa jika semua manusia adalah fana dan Socrates adalah seorang manusia, maka Socrates adalah fana. Saya tidak mengetahui pengertian yang lain tentang bukti yang pasti selain suatu keyakinan yang dalam; esensi dari hal ini adalah bahwa jika bukti yang pasti itu ada, mau tidak mau kita akan mempercayainya. Walaupun begitu, bila bukti yang pasti kita terima sebagai jaminan kebenaran, maka konsep ini haruslah dibedakan dengan hati-hati terhadap konsep-konsep lainnya yang memiliki unsur-unsur subjektif. Saya kira pengertian ini sesuai dengan definisi “pengetahuan”, meskipun sebagai definisi hal itu sendiri adalah tidak mencukupi.

Suatu kesulitan lainnya mengenai bukti yang pasti adalah masalah mengenai tingkat terjadinya. Sebuah guntur yang mengelegar kiranya tidak diragukan lagi, tetapi suatu suara yang amat lemah tentu akan lain halnya; bahwa Anda melihat matahari pada suatu hari yang cerah adalah bukti yang pasti, tetapi lingkaran matahari yang kabur dalam kabut mungkin hanya merupakan bayang-bayang... Hanya bukti yang pasti yang mempunyai tingkatan tertinggi yang dapat disebut sebagai mempunyai tingkat kepastian yang tertinggi pula.

Teori koherensi dan teori instrumentalisme biasanya dikemukakan oleh para pendukungnya sebagai teori kebenaran. Karena dalam hal ini saya mempunyai beberapa keberatan yang telah saya ajukan di sana-sini. Saya menganggap teori-teori itu tidak sebagai teori kebenaran tetapi sebagai teori pengetahuan. Dalam bentuk ini ada beberapa hal yang ingin saya ajukan.

Marilah kita membicarakan Hegel dan mengembangkan teori koherensi pengetahuan untuk diri kita sendiri. Kita akan harus mengatakan bahwa kadang dua kepercayaan tidak dapat kedua-duanya benar, atau, paling sedikit, bahwa kita kadang mempunyai kepercayaan seperti ini. Jika secara serentak saya percaya bahwa A benar, bahwa B juga benar, dan bahwa A dan B tidak dapat kedua-duanya benar, saya mempunyai tiga kepercayaan yang tidak membentuk suatu kelompok yang koheren. Dalam hal ini paling sedikit salah satu di antara ketiganya mesti salah. Teori koherensi dalam bentuknya yang ekstrem mempertahankan pendapat bahwa hanya mungkin terdapat satu kelompok kepercayaan yang tersusun secara koheren, yang merupakan pengetahuan total dan kebenaran total. Saya tidak mempercayai hal ini; saya merasa lebih baik berpegang kepada pendapat Leibniz tentang dunia majemuk. Tetapi teori koherensi, dalam suatu bentuk yang diubah dapat diterima. Bentuk baru ini akan menyatakan bahwa semua, atau hampir semua, apa yang disampaikan kepada pengetahuan adalah tidak tentu; bahwa jika prinsip penarikan kesimpulan merupakan materi pengetahuan yang bersifat *prima facie* (sepintas lalu), dan suatu pengetahuan *prima facie* mungkin disimpulkan dari lainnya, yang menyebabkan dia memperoleh kepercayaan yang lebih besar dari apa yang dimilikinya sendiri. Oleh sebab itu bisa terjadi bahwa sekumpulan pernyataan, yang masing-masing hanya memiliki derajat kepercayaan yang sedang berdasarkan eksistensinya sendiri, secara kolektif mungkin mempunyai derajat kepercayaan yang sangat tinggi. Tetapi, argumentasi ini tergantung

kepada kemungkinan berbagai tingkat kepercayaan intrinsik, jadi bukan suatu teori koherensi yang murni.

Sehubungan dengan teori yang menyatakan bahwa kita harus menggantikan “pengetahuan” dengan konsep tentang “kepercayaan yang mendorong sukses”, kiranya cukup untuk dikemukakan bahwa hal ini diturunkan dari suatu kaidah yang landasannya bersifat setengah hati. Di sini dianggap bahwa kita mengetahui {dalam pengertian kolot} kepercayaan apa yang mendorong sukses, karena jika kita sanggup mengetahui hal ini maka teori tersebut tidak berguna dalam praktek, padahal tujuannya adalah menggunakan praktek dengan mengorbankan teori. Dalam kenyataannya, ternyata sering kali sangat sukar untuk mengetahui kepercayaan yang mendorong sukses tersebut, meskipun kita memiliki suatu definisi yang memadai apa yang disebut “sukses”.

Kita diarahkan pada kesimpulan bahwa hakikat pengetahuan adalah bersifat derajat. Derajat tertinggi ditemukan dalam fakta persepsi, dan dalam keyakinan yang diberikan oleh argumentasi yang sangat sederhana. Derajat paling tinggi berikutnya adalah dalam ingatan yang terang. Bila sejumlah kepercayaan masing-masing sampai tahap tertentu dapat dipercaya, mereka akan lebih bisa dipercaya lagi bila mereka ternyata ditemukan bersifat koheren dalam keseluruhan yang logis. Prinsip-prinsip umum tentang penarikan kesimpulan, apakah itu deduktif biasanya tidak sejelas contoh-contohnya, dan merupakan penjabaran secara psikologis dari apa yang dapat diketahui dari contoh-contoh tersebut. Kiranya jangan dilupakan bahwa pertanyaan “Apa yang kita maksudkan dengan pengetahuan?” bukanlah sesuatu yang bisa dijawab dengan pasti dan tidak samar-samar, seperti juga menjawab pertanyaan seperti “Apa yang dimaksud dengan botak?”.

George J. Mouly

PERKEMBANGAN ILMU

PERMULAAN ILMU dapat disusur sampai pada permulaan manusia. Tak diragukan lagi bahwa manusia purba telah menemukan beberapa hubungan yang bersifat empiris yang memungkinkan mereka untuk mengerti keadaan dunia. Usaha mula-mula di bidang keilmuan yang tercatat dalam lembaran sejarah dilakukan oleh bangsa Mesir, di mana banjir Sungai Nil yang terjadi tiap tahun ikut menyebabkan berkembangnya sistem almanak, geometri dan kegiatan survei. Keberhasilan ini kemudian diikuti oleh bangsa Babylonia dan Hindu yang memberikan sumbangan-sumbangan yang berharga meskipun tidak seintensif kegiatan bangsa Mesir. Setelah ini muncul bangsa Yunani yang menitikberatkan pada pengorganisasian ilmu di mana mereka bukan saja menyumbang perkembangan ilmu dengan astronomi, kedokteran, dan sistem klasifikasi Aristoteles, namun juga silogisme yang menjadi dasar bagi penjabaran secara deduktif pengalaman-pengalaman manusia. Terlepas dari tendensi mereka untuk menitikberatkan teori—dengan sering melupakan pengalaman empiris—dan kurang memperhatikan percobaan sebagai sumber bukti-bukti keilmuan, bangsa Yunani dapat dianggap sebagai perintis dalam mendekati perkembangan ilmu secara sistematis.

Pendekatan silogistik adalah satu-satunya metode yang efektif dalam cara berpikir secara sistematis dalam zaman Yunani dan Romawi sampai pada masa Galileo dan Renaissance. Cara berpikir pada abad Pertengahan berdasarkan silogisme ini mencapai puncaknya yang ekstrem, di mana tanpa memperhatikan peringatan Aristoteles, manusia berpikir seakan-akan seperti suatu gimnastik mental tanpa hubungan sama sekali dengan pengamatan dan pengalaman alam

nyata. Sebagai contoh umpamanya bagaimana mereka memecahkan masalah mengenai berapa jumlah gigi seekor kuda. Masalah ini bukan didekati dengan mengamati dan menghitung gigi kuda namun dipecahkan secara logika. Hal ini tentu saja adalah salah dan dalam hal ini bahkan Aristoteles kelihatannya melakukan kesalahan yang sama. Bertrand Russel berkata:

Untuk manusia modern yang terdidik, seakan-akan suatu hal yang biasa bahwa kebenaran suatu fakta harus ditentukan oleh pengamatan, dan tidak berdasarkan pada konsultasi dengan seorang ahli. Walaupun begitu, hal ini benar-benar adalah suatu konsepsi modern, sesuatu yang hampir tidak pernah dilakukan sebelum abad ketujuh belas.

Aristoteles bersikeras bahwa wanita mempunyai gigi yang lebih sedikit dari laki-laki; dan meskipun dia pernah kawin dua kali, tak pernah terlintas dalam pikirannya untuk menguji pendapatnya dengan mengamati mulut isterinya. Aristoteles juga berkata bahwa bayi-bayi akan lebih sehat jika mereka dibuahi waktu angin sedang bertiup di Utara ... bahwa gigitan seekor tikus kesturi lebih berbahaya dari gigitan seekor kuda, apalagi bila kesturi tersebut sedang hamil ... dan lain-lain sebagainya. Terlepas dari pendapat-pendapat aneh tadi, ahli-ahli pemikir klasik, yang tidak pernah memperhatikan binatang kecuali kucing dan anjing terus memuja Aristoteles....¹

Sampai Renaissance, ajaran Aristoteles itu dianggap benar, relevan, memuaskan dan sekaligus cocok untuk semua tujuan; dan dengan demikian maka “ilmu” terjatuh kembali ke lembah baru yang penuh kemandulan dan tanpa guna.

Bacon dan Metode Induktif

Dalam permulaan abad ke-17, Francis Bacon memimpin suatu pemberontakan terhadap cara berpikir di atas. Dia berpendapat

1 Bertrand Russell, *The Impact of Science upon Society* (New York: Simon and Schuster, 1953), hlm. 7.

bahwa terdapat tendensi di antara para ahli filsafat untuk mula-mula setuju pada suatu kesimpulan, dan baru dari sana dimulai usaha untuk mengumpulkan berbagai fakta yang mendukung kesimpulan tersebut. Hal yang serupa dilakukan orang dalam berdebat di mana mengemukakan argumentasi yang meyakinkan dalam rangka menyokong suatu pendapat adalah seakan-akan hal yang utama jauh lebih penting daripada menemukan kebenaran itu sendiri. Bacon merasa yakin bahwa logika tidaklah cukup untuk menemukan kebenaran karena menurut dia “kepelikan alam jauh lebih besar daripada kepelikan argumen”,² dalam hal ini logika dimulai dengan suatu anggapan yang sudah jadi yang menyebabkan terjadinya suatu kesimpulan yang menyimpang dari keadaan yang sebenarnya. Lebih lanjut dia mengemukakan bahwa jika seseorang mengumpulkan keterangan yang cukup tentang sesuatu tanpa anggapan yang sebelumnya sudah terbentuk tentang hal tersebut—atau dengan perkataan lain mencoba mempertahankan objektivitas yang sempurna—maka hubungan-hubungan yang terkait secara asasi akan muncul sebagai suatu kesimpulan bagi pengamat yang tekun.

Sumbangan Bacon kepada kemajuan ilmu adalah penting yakni sebagai perintis yang menembus kubu pemikiran deduktif yang penggunaannya secara berlebihan menyebabkan dunia keilmuan mengalami kemacetan. Dia adalah pelopor dalam kurun di mana orang-orang seperti Galileo, Lavoisier, dan Darwin, menolak logika dan pendapat ahli yang berwenang sebagai sumber kebenaran dan berpaling ke alam nyata untuk menemukan pemecahan masalah-masalah keilmuan. Patut ditambahkan di sini bahwa mereka tidak menolak logika, pengalaman dan kewewenangan para ahli; namun di sini mereka mempergunakan kesemuanya itu hanya sebagai dugaan (hipotesis) dan bukan sebagai bukti atas kebenaran, di mana dalam

2. . . “the subtlety of nature is greater many times over than the subtlety of argument”, dalam Francis Bacon, *Novum Organum* (New York: Wiley, 1944).

hal ini mereka berpegang kepada bukti-bukti empiris sebagai batu uji kebenaran.

Walaupun begitu Bacon ternyata keliru dalam anggapan dasarnya bahwa sebuah hipotesis mempunyai tendensi untuk berwasangka yang membelokkan pengambilan kesimpulan dari keadaan yang sebenarnya dan menyebabkan pengamatan menjadi tidak objektif. Hal ini tidak usah demikian bila seseorang bermaksud untuk mengadakan penyelidikan, yakni untuk menguji benar tidaknya suatu pendapat sementara, dan bukan untuk membuktikan suatu pendapat yang sudah terbentuk. Kenyataan sekarang adalah bahwa seseorang yang akan menulis disertasi atau tesis diharuskan untuk menyatakan secara tepat hipotesis-hipotesis yang akan diuji. Metode Bacon dalam bentuk terbaiknya adalah bersifat memboroskan waktu; sedangkan pada bentuk yang paling buruk adalah sama sekali tidak efektif. Suatu penyelidikan yang tidak diarahkan oleh sebuah hipotesis kemungkinan sekali akan berakhir dengan kebingungan dan bukan dengan kejelasan dan kesimpulan yang bersifat umum. Hal ini nyata sekali pada peneliti yang mengumpulkan data sebanyak-banyaknya dan bertanya, “Apakah yang harus saya perbuat dengan semuanya sekarang?” Pengalaman praktis dalam keadaan seperti ini adalah membuang saja keseluruhan data tersebut, sebab data yang dikumpulkan secara ini jarang sekali memecahkan persoalan. Pada umumnya data untuk tujuan penelitian baru dikumpulkan setelah masalah yang dihadapi diformulasikan dengan jelas sehingga membuahkan hipotesis yang cukup berharga untuk dieksplorasi. Hal ini dijelaskan oleh Larrabee sebagai berikut:

Kecuali kalau peneliti hdnya pengumpul barang warna-warni maka mereka yang mencari pengetahuan tak mungkin mendapatkannya hanya dengan jalan melihat-lihat tanpa tujuan; mereka harus berusaha untuk menemukan sesuatu; hal ini berarti suatu penjajagan yang aktif dengan penguasaan beberapa faktor yang mengarahkan tujuan.”³

3 Harold A. Larrabee, *Reliable Knowledge* (Boston: Houghton-Mifflin, 1945), hlm. 167.

Keterbatasan metode induktif pada tingkat kemajuan ilmu yang lebih lanjut juga dikemukakan oleh Einstein:

Tak ada metode induktif yang mampu menuju pada konsep fundamental dari ilmu alam. Kegagalan dalam menyadari hal ini merupakan kesalahan dasar filosofis dan banyak sekali penditi dalam abad ke-19... Sekarang kita sadari dengan sepenuhnya betapa salahnya para ahli teori yang berpendapat bahwa teori datang secara induktif dari pengalaman.⁴

Pendekatan Induktif-Deduktif Modern

Metode induktif dari Bacon kemudian digantikan oleh metode induktif-deduktif—di mana Charles Darwin pada umumnya diakui sebagai pelopor—yang menggabungkan metode deduksi Aristoteles dengan metode induksi Bacon. Metode gabungan ini merupakan kegiatan beranting antara induksi dan deduksi di mana mula-mula seorang penyelidik mempergunakan metode induksi dalam menghubungkan antara pengamatan dengan hipotesis. Kemudian secara deduktif hipotesis ini dihubungkan dengan pengetahuan yang ada untuk melihat kecocokan dan implikasinya. Setelah lewat berbagai perubahan yang dirasa perlu maka hipotesis ini kemudian diuji melalui serangkaian data yang dikumpulkan untuk mengetahui sah atau tidaknya (atau dengan perkataan lain benar atau tidaknya) hipotesis tersebut secara empiris.

Pendekatan ini merupakan esensi dari metode keilmuan modern dan menandai kemajuan terakhir dari manusia dalam merijabkan ilmu yang bersifat empiris. Dalam perjalanan ke arah ini manusia telah mengembangkan ceritera-ceritera rakyat dan mistik, dogma dan tradisi, pengamatan yang tidak sistematis, dan akhirnya sampai pada pengamatan yang sistematis. Meskipun pada dasarnya proses metode

4 Albert Einstein, "Physics and Reality", *Journal of Franklin Institute*, 222, (1936) 349-89.

keilmuan ini merupakan kegiatan beranting antara induksi dan deduksi, namun secara sederhana biasanya seseorang secara induktif langsung mengembangkan hipotesis dari pengalaman dan hipotesis ini kemudian dikaji lebih lanjut secara terperinci untuk mengetahui aspek-aspeknya yang dapat diuji. Seorang ilmuwan modern tidaklah semata-mata menggantungkan diri kepada metode induksi namun juga mempergunakan secara deduktif pengetahuan yang telah ada dalam mengkaji hipotesis. Dia mempergunakan fakta dan teori selaku alat yang memperkuat satu sama lain untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dari masalah yang dihadapinya. Pendekatan yang bersifat ganda ini adalah perlu, sebab meskipun seorang ilmuwan ingin suatu kesimpulan yang bersifat umum, namun dalam penyelidikannya dia tak mungkin untuk mengamati secara keseluruhan. Hal ini mengharuskan dia untuk mengamati hanya jumlah yang terbatas dari sini dia mengambil kesimpulan yang bersifat umum.

PERKEMBANGAN ILMU

Animisme

Tugas manusia pada dasarnya adalah mengerti segenap gejala yang ditemuinya dalam kehidupan untuk mampu menghadapi masalah-masalah yang ditimbulkannya. Manusia primitif, ketika mendengar petir dan melihat kilat yang menyambar-nyambar diikuti dengan hujan deras serta mungkin diikuti banjir, harus merenung penuh kebingungan kapan semua ini berhenti dan apakah sebenarnya yang sedang terjadi.

Antropologi dan sejarah menunjukkan bahwa manusia pertama sekali menerangkan gejala-gejala seperti itu sebagai perbuatan dewa-dewa hantu, setan dan berbagai makhluk halus. Mitologi kuno penuh dengan bermacam dewa dan dewi yang kelihatannya memainkan peranan yang penting dalam kehidupan manusia primitif. Bangsa Indian umpamanya, menghubungkan sakit, kelaparan dan berbagai

bencana dengan makhluk-makhluk halus yang sedang berang. Bahkan sampai hari ini upacara-upacara pada suku-suku yang primitif masih ditujukan untuk menyenangkan **hati** makhluk-makhluk tersebut dan meminta pertolongannya. Keadaan yang bersifat gaib atau fase animistis ini belum sepenuhnya berlalu bahkan pada beberapa golongan yang beradab. Bukan hal yang aneh bagi orang modern untuk percaya pada hantu, iblis naik kuda dan berbagai makhluk halus untuk menerangkan sesuatu kejadian yang belum mampu untuk dijelaskan. Ceritera rakyat bangsa Irlandia penuh dengan mitos-mitos seperti itu, bahkan di negara seperti Amerika Serikat kepercayaan gaib akan kucing hitam, tangga, Jumat ke-13 dan menggunakan lewat boneka sihir masih juga terdapat terlepas dari peradaban bangsanya yang telah maju.

Ilmu Empiris

Lambat-laun manusia menyadari bahwa gejala alam dapat diterangkan sebab-musabab alam—suatu langkah yang paling penting yang menandai permulaan ilmu sebagai suatu pendekatan sistematis dalam pemecahan masalah. Perkembangan ke arah ini berlangsung lambat. Perkiraan yang kasar dan tidak sistematis secara lambat-laun memberi jalan kepada observasi yang lebih sistematis dan kritis; kemudian kepada pengujian hipotesis secara sistematis dan teliti di bawah kondisi yang dikontrol meskipun hipotesis-hipotesis ini masih terpisah-pisah; dan akhirnya, paling tidak dalam beberapa bidang keilmuan, kepada pengembangan teori yang menyatukan penemuan-penemuan yang terpisah-pisah itu ke dalam suatu struktur yang utuh, dan kepada formulasi pengujian secara sistematis dan teliti dari hipotesis-hipotesis yang telah terintegrasi yang diturunkan dari teori tertentu. Proses ini dapat dibagi ke dalam dua tahap perkembangan yang saling bertautan: (1) tingkat empiris, di mana ilmu terdiri dari hubungan empiris yang ditemukan dalam berbagai gejala dalam

bentuk-bentuk “X menyebabkan Y” tanpa mengetahui mengapa hal ini terjadi; dan (2) tingkat penjelasan (teoritis), yang mengembangkan suatu struktur teoritis yang tidak saja menerangkan hubungan empiris yang terpisah-pisah, namun juga mengintegrasikannya menjadi suatu pola yang berarti. Tingkat teoritis ini merupakan tahap yang paling maju dari ilmu, suatu tahap yang belum dicapai secara penuh oleh satu pun dari disiplin-disiplin ilmu yang ada sekarang, apalagi oleh ilmu-ilmu sosial.

1. Pengalaman. Kiranya jelas bahwa titik-tolak ilmu pada tahap yang paling permulaan adalah pengalaman, apakah itu hujan angin, badai salju, tabung yang pecah karena pengembangan air yang membeku, gerhana, atau keteraturan yang terlihat sehari-hari. Ilmu mulai dengan suatu observasi, di mana kemudian ditambahkan kepadanya observasi-observasi lain baik yang serupa maupun yang tidak, sampai suatu kesamaan atau perbedaan dapat dicapai. Akhirnya suatu sistem prinsip-prinsip dasar akan disusun yang akan menerangkan tentang terjadinya atau tidak terjadinya serangkaian pengalaman. Tujuan ilmu adalah memperoleh dan mensistematisasikan pengetahuan tentang gejala yang kita alami.

Dalam tahap-tahap permulaan, ilmu harus berurusan dengan penambahan pengalaman dan kritik terhadap pengalaman. Pengumpulan pengalaman individual, betapapun terang dan jelasnya, tidak cukup, karena selama pengalaman itu tetap terpisah-pisah, mereka cenderung untuk tidak mempunyai arti ditinjau dari segi pendirian keilmuan. Jumlah dan keragaman pengalaman yang terpisah-pisah ini harus direduksikan kepada dasar yang dapat menyatukan semua pengalaman tersebut, lewat sebuah proses yang melakukan klasifikasi dan sistematisasi pengalaman-pengalaman tersebut menjadi sejumlah kecil prinsip-prinsip dasar, yang bersifat lebih umum dan dapat diterapkan secara lebih luas.

2. **Klasifikasi.** Prosedur yang paling dasar untuk mengubah data terpisah menjadi dasar yang fungsional adalah klasifikasi, suatu prosedur yang pokok bagi semua penelitian—dan bagi semua kegiatan mental—karena hal ini merupakan cara yang sederhana dan cermat dalam memahami sejumlah besar data. Dengan mengetahui kelas di mana suatu gejala termasuk maka hal ini akan memberikan dasar untuk memahami gejala tersebut. Dengan memasukkan hujan lebat yang akan turun ke dalam klasifikasi topan, umpamanya, hal ini memberikan dasar untuk mengetahui secara terlebih dulu bagaimana kemungkinan akan terjadinya hujan tersebut, karena identifikasi sebuah objek atau gejala sebagai anggota dari suatu kelas dengan segera menghubungkan kita kepada sifat-sifat tertentu yang dimiliki kelas tersebut. Jadi, perkataan ikan, burung dan berlian membawa arti tersendiri. Dan, makin persis klasifikasi dibuat, makin jelas arti yang dibawanya dan makin spesifik dasar yang membentuk klasifikasi tersebut. Ciri-ciri yang berhubungan dengan kelas perkutut adalah lebih saksama dibandingkan dengan ciri-ciri kelas yang lebih umum yakni binatang.

Untuk mempunyai arti, klasifikasi harus didasarkan pada suatu tujuan tertentu. Jadi, apakah jeruk harus diklasifikasikan bersama pisang atau bersama bola baseball tergantung kepada apakah seseorang ingin memakannya atau menggelindingkannya di lantai. Kesukaran timbul karena kebanyakan objek dan gejala mempunyai sifat dan ciri yang banyak sekali, dan hal ini menyebabkan bahwa mereka dapat diklasifikasikan dengan berbagai cara. Umpamanya, meskipun buku telepon disusun menurut nama keluarga dan perusahaan, ia bisa juga disusun berdasarkan nama jalan. Masalahnya di sini adalah membedakan antara mana yang penting dan mana yang kurang berarti. Anak-anak umpamanya mungkin mengklasifikasikan mobil menurut warnanya daripada sifat-sifat mobil yang lebih penting.

Merupakan ciri yang unik bahwa klasifikasi pada tahap-tahap permulaan mempergunakan ciri-ciri yang kurang berarti ini; klasifikasi yang lebih penting baru muncul secara lambat-laun bersamaan dengan pengetahuan manusia yang makin bertambah tentang gejala yang sedang dipermasalahkan, Jadi ditinjau dari segi pengaruh guru terhadap muridnya, maka klasifikasi guru menjadi otoriter dan demokratis mungkin lebih berarti dibandingkan klasifikasi berdasarkan faktor-faktor yang konkret seperti umur, kelamin, atau status. Kenyataan bahwa perbedaan individual terdapat di antara anggota-anggota dari suatu kelas tertentu dalam hampir tiap sifat—paling tidak dalam ilmu-ilmu sosial—merupakan bukti tidak terdapatnya klasifikasi yang komplit atau sempurna.

Sistem klasifikasi dapat berkisar dari yang paling sederhana sampai paling rumit dan saksama—mungkin mempergunakan dasar majemuk bagi klasifikasi atau bahkan klasifikasi dalam klasifikasi.⁵ Mungkin klasifikasi yang paling maju yang sampai sekarang terdapat adalah label periodik dalam kimia yang penyusunannya dapat disusur jauh ke belakang kepada klasifikasi permulaan dari bangsa Yunani yang membagi unsur ke dalam tanah, udara, air dan api. Klasifikasi lain yang penting adalah klasifikasi hewan dan tumbuh-tumbuhan, sebuah klasifikasi yang meskipun sangat saksama, namun agak sukar untuk diterapkan kepada hewan lautan. Contoh lain adalah sistem klasifikasi bahan perpustakaan menurut Dewey.

Memasukkan objek atau gejala ke dalam salah satu dari kelas-kelas yang berbeda—apa pun juga kebaikan dari sistem-sistem klasifikasi itu—adalah relatif mudah jika sifat-sifatnya dapat diteliti dan jika dasar klasifikasi telah diketahui terlebih

5 Titik berat modern dalam konsep gugus (set) dalam matematika, yang pada dasarnya sebuah sistem logika matematis yang didasarkan pada klasifikasi—umpamanya, gugus angka ganjil dan gugus bilangan primer—merupakan contoh yang menarik dalam hubungan ini.

dahulu, atau jika persetujuan dapat dicapai tentang kelas yang akan dipilih tersebut di mana pemilihan ini ditetapkan secara begitu saja. Karena seekor katak adalah katak dan seekor kadal adalah kadal, sebab mereka masing-masing mempunyai sifat-sifat seekor kodok dan seekor kadal, maka klasifikasi yang benar takkan merupakan persoalan. Demikian juga, maka pun sama saja, manusia dapat diklasifikasikan sebagai tinggi, sedang dan pendek, jika kita memang setuju kepada batas-batas dari klasifikasi tersebut.

3. Kuantifikasi. Tahap yang pertama dalam perkembangan ilmu adalah pengumpulan dan penjelasan pengalaman, di mana kemudian segera menyebabkan adanya kebutuhan untuk mengkuantifikasikan observasi tersebut, karena meskipun observasi kualitatif mungkin sudah cukup memuaskan dalam tahap-tahap permulaan dari ilmu, namun hanya kuantifikasi yang dapat memberikan ketelitian yang diperlukan bagi klasifikasi dalam ilmu yang lebih matang. Sesungguhnya, makin maju suatu ilmu, makin besar kebutuhan untuk meninggalkan pencacahan pengalaman dan melangkah ke arah suatu pengukuran yang lebih teliti, agar kemungkinan dilakukannya suatu analisis yang lebih layak lewat manipulasi matematis. Walaupun begitu harus kita ingat, meskipun kuantifikasi memungkinkan dimilikinya berbagai kelebihan yang tak terbilang, namun ketelitian matematis tidak menyebabkan data memiliki ketelitian dan kelebihan-kelebihan itu yang memang tidak dia punyai sebelumnya,
4. Penemuan Hubungan-Hubungan. Lewat berbagai klasifikasi yang berbeda-beda, sering terjadi bahwa kita melihat adanya hubungan fungsional tertentu antara aspek-aspek komponennya. Mengklasifikasikan anak-anak berdasarkan jenis kelamin dan kekuatan jasmani secara bersamaan, umpamanya, kemungkinan menyebabkan kita akan melihat hubungan bahwa anak laki-laki cenderung untuk lebih kuat dibandingkan anak wanita.

Hubungan fungsional antara berbagai gejala dapat juga diobservasi lewat urutan kejadian. Umpamanya, hari yang panas cenderung untuk diikuti oleh petir dan hujan lebat. Pada tingkat yang lebih maju, ilmu empiris berusaha untuk mengemukakan hukum alam dalam bentuk persamaan angka-angka yang menghubungkan aspek kuantitatif dari variabel yang satu dengan aspek kuantitatif variabel yang—umpamanya, panjang keliling sebuah lingkaran $= 2 \pi r$.

Banyak dari hubungan yang ditemukan merupakan sesuatu yang tak lebih dari hubungan yang didasarkan pada kenyataan bahwa gejala tersebut muncul secara bersamaan. Hubungan seperti itu sering tidak mantap dan tidak langsung. Jadi, hubungan antara ukuran fisik dari kelompok anak-anak yang tidak diseleksi dengan kemampuan membaca mereka adalah hubungan yang palsu; versi yang lebih besar adalah bahwa ukuran fisik berkaitan dengan umur, di mana umur selanjutnya bertalian dengan kedewasaan mental dan kemampuan membaca. Banyak contoh yang sama dapat diberikan—umpamanya, seseorang yang menjadi mabuk karena air campur gin, air campur bourbon, dan air campur arak, yang lalu menyimpulkan bahwa air, yang merupakan unsur yang terdapat dalam keempat campuran tadi, yang merupakan penyebab dia mabuk. Fakta bahwa tingkat kematian dari tahanan penjara lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kematian dari seluruh negara dapat diterangkan berdasarkan kelompok umur dari mereka yang dipenjarakan. Dalam hal yang sama, suatu kenaikan dalam kenakalan remaja mungkin bisa mempunyai hubungan dengan pengawasan hukum yang lebih ketat.

5. Perkiraan Kebenaran. Ilmuwan pada umumnya menaruh perhatian kepada hubungan yang lebih fundamental daripada hubungan yang hanya tampak pada kulitnya. Suatu peristiwa sering terjadi sedemikian rumitnya sehingga hubungan-

hubungan yang mungkin terdapat tampaknya menjadi kabur. Oleh sebab itu perlu untuk menganalisis kejadian tersebut dengan memperhatikan unsur-unsurnya yang bersifat dasar dengan tujuan untuk menentukan secara lebih jelas hubungan-hubungan dari berbagai aspeknya.

Di sini terlihat dua langkah fundamental dalam perkembangan ilmu: proses perkiraan kebenaran yang terus-menerus dan proses pendefinisian kembali masalah ditinjau dari keberhasilan atau kegagalan perkiraan tersebut. Contoh yang terjadi akhir-akhir ini umpamanya penemuan vaksin polio, di mana kita mempunyai, secara berturut-turut, vaksin Salk, vaksin Coke dan vaksin Sabin, yang masing-masing tampak seperti jawaban satu-satunya yang kita inginkan. Banyak sekali contoh seperti ini yang dapat ditemukan dalam bidang keilmuan—dalam bidang pertanian, umpamanya, tiap tahun ditemukan berbagai varitas gandum dan padi-padian lainnya yang lebih baik. Apakah pada akhirnya, sejauh hal ini berhubungan dengan gejala alam, kebenaran akhir akan dicapai, hal ini merupakan sesuatu yang bisa kita perdebatkan; di mana debat ini, pada dasarnya, adalah sesuatu yang bersifat akademis yang mungkin tak ada gunanya. Dalam berbagai hal, kita sampai kepada perkiraan kebenaran yang cukup untuk tujuan kita—umpamanya imunisasi terhadap cacar.

Konsep ilmu sebagai suatu rangkaian dari perkiraan kebenaran, di mana kebenaran ini jarang sekali, bahkan mungkin takkan pernah, dapat dicapai, tidaklah memuaskan bagi mereka yang memandang ilmu sebagai sesuatu yang absolut dan mereka yang tidak bisa menghargai bahwa apa yang mampu dilakukan oleh ilmu hanyalah memberikan kita pengertian yang lebih dalam. Sesuatu yang menarik dalam hubungan ini, ialah terdapatnya kecenderungan yang lazim umpamanya terjadi dalam bidang kedokteran dalam bentuk pemakaian “shot-gun

approach". Dalam hal ini maka pasien diberikan obat yang berkhasiat umum umpamanya penisilin, yang mungkin akan membawa kesembuhan, tetapi karena hal ini tidak menolong kita untuk menemukan faktor penyembuh maka hal ini tidak menyediakan landasan bagi penyembuh di kemudian hari untuk kasus yang serupa, kecuali untuk pengulangan dari pendekatan umum. Untuk mendapatkan nilai keilmuan semaksimal mungkin, pendekatan yang dilakukan haruslah mempergunakan obat satu per satu, atau jika mungkin untuk mendapatkan sejumlah kasus yang cukup, mencoba berbagai jenis obat dalam suatu kombinasi dari satu, dua, tiga dan sebagainya, dalam suatu kerangka percobaan yang teliti.

Ilmu Teoritis

Tingkat yang paling akhir dari ilmu adalah ilmu teoritis, di mana hubungan dan gejala yang ditemukan dalam ilmu empiris diterangkan dengan dasar suatu kerangka pemikiran tentang sebab musabab sebagai langkah untuk meramalkan dan menentukan cara untuk mengontrol kegiatan agar hasil yang diharapkan dapat dicapai. Tahap yang maju ini kelihatannya akan lebih mampu dicapai dalam ilmu-ilmu alam dibandingkan dengan ilmu-ilmu sosial. Bertahun-tahun, umpamanya, ahli kimia menyadari bahwa benda tertentu akan terbakar, mengeluarkan panas serta asap, dan meninggalkan abu. Pengetahuan tentang hal ini sendiri sudah berguna, namun hal ini tidak menjelaskan apakah yang sebenarnya sedang terjadi. Ahli-ahli kimia lantas mengajukan berbagai teori untuk menerangkan kejadian tersebut, di antaranya terdapat suatu postulat yang diajukan tentang *phlogiston* yang dianggap terdapat dalam atmosfir yang kelihatannya adalah penyebab benda menjadi terbakar. Teori ini kemudian ditolak di mana sekarang kita berpihak kepada teori oksidasi modern yang

mampu menghubungkan proses terbakar kayu dengan pembusukan kayu, berkaratnya besi, dan berbagai reaksi kimia lainnya.

Kelebihan tingkat ilmu teoritis ilmu empiris secara mudah dapat dilihat dengan memperhatikan keterbatasan ilmu empiris tersebut. Ilmu empiris adalah canggung dan tidak mudah dipergunakan karena dia berurusan dengan gejala yang terpisah-pisah, yang menyebabkan kita sukar untuk mengerti dan memahami tiap-tiap gejala tersebut. Ilmu empiris sangat terbatas, terutama dalam peramalan dan kontrol, yang merupakan tujuan terakhir dari ilmu, Ambil contoh. ceritera tentang si kecil Bobo, yang sebagai akibat ketidaksengajaan membakar gubuknya, kelihatannya dia merupakan manusia yang pertama yang mengecap babi panggang. Dia mengetahui suatu fakta empiris, apa yang dia ketahui telah memberikan padanya babi panggang. Walaupun begitu, jika dia ingin mengecap kembali babi panggang, haruskah dia kembali membakar gubuknya? Haruskah dia mengulang semua keadaan yang mendahului terpanggangnya babi? Lebih jauh lagi, mungkin penemuan empirisnya akan menyebabkan dia percaya bahwa dia bisa menambah nikmat beras dengan jalan membakar gubuknya. Pengetahuan empiris Bobo ini ternyata mempunyai kegunaan yang terbatas, meskipun, agar lebih yakin sekarang dia mempunyai tujuan yang dapat dicarinya. Mungkin dia kemudian secara tepat dapat menemukan alasan untuk babi panggang lewat intuisi, atau dia mungkin berusaha dengan bersifat coba-coba (trial and error) untuk menghilangkan faktor demi faktor satu per satu, sehingga akhirnya dia mampu menyederhanakan penyediaan babi panggangnya.

Ilmu teoritis dapat memperpendek proses untuk sampai pada pemecahan masalah. Jika seseorang mengerti apa sebab terjadinya sesuatu, maka dia dapat mengalihkan pengetahuannya dalam pemecahan masalah lain yang serupa. Ilmu teoritis mempunyai kelebihan yang nyata dalam merangsang penelitian dan dalam memberikan hipotesis yang berharga. Nyatanya, puncak dari

keunggulan keilmuan adalah dicapai oleh ilmu seperti fisika, di mana teori telah berkembang dengan cukup (berdasarkan penemuan-penemuan empiris yang terdahulu), di mana teori ini sekarang dapat meramalkan dan mengarahkan penemuan fakta-fakta empiris. Bom atom, umpamanya, tidaklah mula-mula dibuat secara empiris lalu diterangkan; justru sebaliknya, Einstein dan rekan-rekan sejawatnya mula-mula mengembangkannya secara teoritis, dan baru berpaling kepada pengujian secara empiris kebanyakan hanya untuk tujuan menghilangkan kekurangan dalam pengoperasiannya.

Peralihan dari ilmu empiris ke ilmu teoritis, tentu saja, adalah suatu langkah yang sukar. Kiranya adalah relatif mudah untuk menemukan apa yang terjadi, akan tetapi tidak sedemikian mudahnya jika kita harus menerangkannya mengapa hal itu terjadi. Hal ini tampak pada ilmu-ilmu sosial di mana kita, umpamanya, masih belum mempunyai penjelasan secara keilmuan untuk sebagian besar masalah dari hal-hal yang paling elementer apa yang terjadi bila seorang anak belajar. Di dalam beberapa ilmu-ilmu alam yang telah lebih maju, kemajuan yang luas telah dicapai dalam arah ini, meskipun tak satu pun dari ilmu-ilmu ini mempunyai kesamaan pendapat dalam keseluruhan aspek-aspeknya. Umpamanya, fisika menerangkan gejala cahaya dengan dua buah teori yang bertentangan satu sama lain yakni teori gelombang dan teori partikel. Dalam ilmu-ilmu sosial, psikologi telah mengembangkan sejumlah teori yang menerangkan sejumlah gejala psikologis, namun tak satu pun dari teori-teori ini yang dapat diterima semua orang dan tak seorang pun yang mampu untuk memberikan keterangan mengenai seluruh aspek kelakuan manusia. Kita masih harus menerangkan, umpamanya, tentang dasar-dasar neuro-fisiologis belajar.

Sebagai ilmu, pendidikan hampir seluruhnya merupakan ilmu empiris. Namun kenyataannya kita masih juga harus menemukan lebih banyak lagi hubungan empiris yang terdapat dalam kelas. Mungkin kekurangan yang paling besar dalam ilmu ini adalah kegagalan

untuk menyusun suatu kerangka teoritis di mana dapat disintesiskan segenap penemuan empiris sampai saat ini. Dapat dikatakan bahwa sampai saat ini ilmu-ilmu sosial terlalu menitikberatkan aspek empiris dan melalaikan aspek teoritis. Hanya akhir-akhir ini saja terdapat kesadaran bahwa empirisme merupakan tahap keilmuan yang belum lengkap dan memerlukan orientasi yang lebih besar terhadap teori.

Stanley M. Honer dan Thomas C. Hunt

METODE DALAM Mencari Pengetahuan: RASIONALISME, EMPIRISME DAN METODE KEILMUAN

RASIONALISME

Kaum rasionalisme mulai dengan suatu pernyataan yang sudah pasti. Aksioma dasar yang dipakai membangun sistem pemikirannya diturunkan dari ide yang menurut anggapannya adalah jelas, tegas, dan pasti dalam pikiran manusia. Pikiran manusia mempunyai kemampuan untuk “mengetahui” ide tersebut, namun manusia tidak menciptakannya, maupun tidak mempelajari lewat pengalaman. Ide tersebut kiranya sudah ada “di sana” sebagai bagian dari kenyataan dasar, dan pikiran manusia, karena ia terlihat dalam kenyataan tersebut, pun akan mengandung ide pula. Jadi dalam pengertian inilah maka pikiran itu menalar. Kaum rasionalis berdalil, bahwa karena pikiran dapat memahami prinsip, maka prinsip itu harus “ada”; artinya, prinsip harus benar dan nyata. Jika prinsip itu tidak “ada”, orang tidak mungkin akan dapat menggambarannya. Prinsip dianggap sebagai sesuatu a-priori, atau pengalaman, dan karena itu prinsip tidak dikembangkan dari pengalaman: bahkan sebaliknya, pengalaman hanya dapat dimengerti bila ditinjau dari prinsip tersebut.

Plato memberikan gambaran klasik dari rasionalisme. Dalam sebuah dialog yang disebut Meno, dia berdalil, bahwa untuk mempelajari sesuatu, seseorang harus menemukan kebenaran yang sebelumnya belum diketahui. Tetapi, jika dia belum mengetahui kebenaran tersebut, bagaimana dia bisa mengenalinya? Plato

menyatakan bahwa seseorang tidak dapat mengatakan apakah suatu pernyataan itu benar kecuali kalau dia sebelumnya sudah tahu bahwa itu benar. Kesimpulannya adalah bahwa manusia tidak mempelajari apa pun; ia hanya “teringat apa yang telah dia ketahui”. Semua prinsip-prinsip dasar dan bersifat umum sebelumnya sudah ada dalam pikiran manusia. Pengalaman indera paling banyak hanya dapat merangsang ingatan dan membawa kesadaran terhadap pengetahuan yang selama itu sudah berada dalam pikiran.

Teori pengetahuan Plato ini kemudian diintegrasikan dengan pendapatnya tentang hakikat kenyataan. Menurut Plato kenyataan dasar terdiri dari ide atau prinsip. Ide ini disebutnya bentuk. Keindahan, kebenaran, keadilan adalah salah satu dari bentuk yang berada secara mutlak dan tidak berubah kapan pun dan bagi siapa pun. Manusia dapat mengetahui bentuk-bentuk ini lewat proses intuisi rasional—yakni suatu kegiatan yang khas dari pikiran manusia. Bukti bahwa bentuk ini ada didasarkan pada kenyataan bahwa manusia dapat menggambarannya. Jadi, Plato memandang pengetahuan sebagai suatu penemuan yang terjadi selama proses pemikiran rasional yang teratur.

Geometri (ilmu ukur) adalah salah satu dari contoh favorit kaum rasionalis. Mereka berdalil bahwa aksioma dasar geometri (umpamanya, “sebuah garis lurus merupakan jarak yang terdekat antara dua titik”) adalah ide yang jejas dan tegas yang “baru kemudian” dapat diketahui oleh manusia. Dari aksioma dasar itu dapat dideduksikan sebuah sistem yang terdiri dari subaksioma-subaksioma. Hasilnya adalah sebuah jaringan pernyataan yang formal dan konsisten yang secara logis tersusun dalam batas-batas yang telah digariskan oleh suatu aksioma dasar yang sudah pasti.

Rene Descartes, ahli matematika dan falsafah pada abad ke-17, mengajukan argumentasi yang kuat untuk pendekatan rasional terhadap pengetahuan. Hidup dalam keadaan yang penuh pertentangan ideologis, Descartes mempunyai keinginan yang besar

untuk mendasarkan keyakinannya pada sebuah landasan yang mempunyai kepastian yang mutlak. Untuk mencapai tujuan tersebut, dia melakukan pengujian yang mendalam terhadap segenap apa yang diketahuinya. Dia memutuskan bahwa jika dia menemukan suatu alasan yang meragukan suatu kategori atau prinsip dari pengetahuan, maka kategori itu akan dikesampingkan. Dia hanya akan menerima sesuatu yang terhadapnya dia tak mempunyai keberatan apa-apa.

Descartes menganggap bahwa pengetahuan memang dihasilkan oleh indera, tetapi karena dia mengakui bahwa indera itu bisa menyesatkan (seperti dalam mimpi atau khayalan), maka dia terpaksa mengambil kesimpulan bahwa data keinderaan tidak dapat diandalkan. Dia kemudian menguji kepercayaannya terhadap Tuhan Yang Mahakuasa, tetapi di sini pun dia menemukan, bahwa dia dapat membayangkan Tuhan yang mungkin bisa menipu manusia. Dalam kesungguhannya mencari dasar yang mempunyai kepastian mutlak ini, Descartes meragukan adanya surga dan dunia, pikiran dan badani. Satu-satunya hal yang tak dapat dia ragukan adalah eksistensi dirinya sendiri; dia tidak meragukan lagi bahwa dia sedang ragu-ragu. Bahkan jika kemudian dia disesatkan dalam berpikir bahwa dia ada, dia berdalih bahwa penyesatan itu pun merupakan bukti bahwa ada seseorang yang sedang disesatkan. Batu karang kepastian Descartes ini diekspresikan dalam bahasa Latin *cogito, ergo sum* (Saya berpikir, karena itu saya ada).

Diceriterakan bahwa ada seorang mahaguru yang sedang membicarakan masalah eksistensi, Mahasiswa-mahasiswanya diminta untuk membaca Descartes. Keesokan harinya datang kepadanya seorang mahasiswa yang bingung dan lesu dengan keluhan bahwa semalaman dia terus terjaga dalam usaha untuk memutuskan apakah dia itu ada atau tidak. “Katakan kepada saya, apakah saya ada?” Profesor itu, setelah menyimak pertanyaan itu balik bertanya, “Siapakah yang ingin tahu?”

Dalam usaha untuk menjelaskan mengapa kebenaran yang satu (Saya berpikir, maka saya ada) adalah benar, Descartes berkesimpulan bahwa dia merasa diyakinkan oleh kejelasan dan ketegasan dari ide tersebut. Di atas dasar ini dia menalar bahwa semua kebenaran dapat kita kenal karena kejelasan dan ketegasan yang timbul dalam pikiran kita: “Apa pun yang dapat digambarkan secara jelas dan tegas adalah benar.”

Apa yang telah diungkapkan di atas adalah contoh-contoh bagaimana falsafah rasional mempercayai bahwa pengetahuan yang dapat diandalkan bukanlah diturunkan dari dunia pengalaman melainkan dari dunia pikiran. (Dalam rasionalisme “pikiran” tidak sinonim dengan “data”). Baik Plato maupun Descartes keduanya menganggap bahwa pengetahuan yang benar sudah ada bersama kita dalam bentuk ide-ide, yang tidak kita peroleh (pelajari) melainkan merupakan bawaan. Kaum rasionalis kemudian mempertahankan pendapat bahwa dunia yang kita ketahui dengan metode intuisi rasional adalah dunia yang nyata. Kebenaran atau kesalahan terletak dalam ide dan bukan pada benda-benda tersebut.

Kritik terhadap Rasionalisme

1. Pengetahuan rasional dibentuk oleh ide yang tidak dapat dilihat maupun diraba. Eksistensi tentang ide yang sudah pasti maupun yang bersifat bawaan itu sendiri belum dapat dikuatkan oleh semua manusia dengan kekuatan dan keyakinan yang sama. Lebih jauh, terdapat perbedaan pendapat yang nyata di antara kaum rasionalis itu sendiri mengenai kebenaran dasar yang menjadi landasan dalam menalar. Plato, St. Augustine, dan Descartes masing-masing mengembangkan teori-teori rasional sendiri yang masing-masing berbeda.
2. Banyak di antara manusia yang berpikiran jauh merasa bahwa mereka menemukan kesukaran yang besar dalam menerapkan

konsep rasional kepada masalah kehidupan yang praktis. Kecenderungan terhadap abstraksi dan kecenderungan dalam meragukan serta menyangkal sahnya pengalaman keinderaan telah dikritik orang habis-habisan. Kritikus yang terdidik biasanya mengeluh bahwa kaum rasionalis memperlakukan ide atau konsep seakan-akan mereka adalah benda yang objektif. Menghilangkan nilai dari pengalaman keinderaan, menghilangkan pentingnya benda-benda fisik sebagai tumpuan, lalu menggantinya dengan serangkaian abstraksi yang samar-samar, dinilai mereka sebagai suatu metode yang sangat meragukan dalam memperoleh pengetahuan yang dapat diandalkan.

3. Teori rasional gagal dalam menjelaskan perubahan dan penambahan pengetahuan manusia selama ini. Banyak dari ide yang sudah pasti pada satu waktu kemudian berubah pada waktu yang lain. Pada suatu saat dalam sejarah, ide bahwa bumi adalah pusat dari sistem matahari hampir diterima secara umum sebagai suatu pernyataan yang pasti.

EMPIRISME

USAHA MANUSIA untuk mencari pengetahuan yang bersifat mutlak dan pasti telah berlangsung dengan penuh semangat dan terus-menerus. Walaupun begitu, paling tidak sejak zaman Aristoteles, terdapat tradisi epistemologi yang kuat untuk mendasarkan diri kepada pengalaman manusia, dan meninggalkan cita-cita untuk mencari pengetahuan yang mutlak tersebut. Doktrin empirisme merupakan contoh dari tradisi ini. Kaum empiris berdalil bahwa adalah tidak beralasan untuk mencari pengetahuan mutlak dan mencakup semua segi, apalagi bila di dekat kita, terdapat kekuatan yang dapat dikuasai untuk meningkatkan pengetahuan manusia, yang meskipun bersifat lebih lambat namun lebih dapat diandalkan. Kaum empiris cukup puas dengan mengembangkan sebuah sistem pengetahuan yang

mempunyai peluang yang besar untuk benar, meskipun kepastian mutlak takkan pernah dapat dijamin.

Kaum empiris memegang teguh pendapat bahwa pengetahuan manusia dapat diperoleh lewat pengalaman. Jika kita sedang berusaha untuk meyakinkan seorang empiris bahwa sesuatu itu ada, dia akan berkata “Tunjukkan hal itu kepada saya”. Dalam persoalan mengenai fakta maka dia harus diyakinkan oleh pengalamannya sendiri, Jika kita mengatakan kepada dia bahwa ada seekor harimau di kamar mandinya, pertama dia minta kita untuk menceritakan bagaimana kita sampai pada kesimpulan itu. Jika kemudian kita terangkan bahwa kita melihat harimau itu dalam kamar mandi, baru kaum empiris akan mau mendengar laporan mengenai pengalaman kita itu, namun dia hanya akan menerima hal tersebut jika dia atau orang lain dapat memeriksa kebenaran yang kita ajukan, dengan jalan melihat harimau itu dengan mata kepalanya sendiri.

Dua aspek dari teori empiris terdapat dalam contoh di atas tadi. Pertama adalah perbedaan antara yang mengetahui dan yang diketahui. Yang mengetahui adalah subjek dan benda yang diketahui adalah objek. Terdapat alam nyata yang terdiri dari fakta atau objek yang dapat ditangkap oleh seseorang. Kedua, kebenaran atau pengujian kebenaran dari fakta atau objek didasarkan kepada pengalaman manusia. Agar berarti bagi kaum empiris, maka pernyataan tentang ada atau tidak adanya sesuatu haruslah memenuhi persyaratan pengujian publik.

Masalah yang rumit akan timbul bila persyaratan tentang suatu objek atau kejadian ternyata tidak lagi terdapat untuk pengujian secara langsung. Jika kita menyatakan bahwa George Washington memotong pohon Cherry ayahnya, kaum empiris harus diyakinkan sekurang-kurangnya dalam tiga hal: pertama, bahwa perkataan “George Washington” dan “pohon cherry” adalah termasuk benda-benda yang dapat dialami manusia; kedua, bahwa terdapat seseorang yang melihat

kejadian itu secara langsung; dan ketiga, jika kaum empiris itu sendiri ada di sana, dia sendiri harus menyaksikan kejadian tersebut.

Aspek lain dari empirisme adalah prinsip keteraturan. Pengetahuan tentang alam didasarkan pada persepsi mengenai cara yang teratur tentang tingkah laku sesuatu. Pada dasarnya alam adalah teratur. Dengan melukiskan bagaimana sesuatu telah terjadi di masa lalu, atau dengan melukiskan bagaimana tingkah laku benda-benda yang sama sekarang, maka dengan jalan ini kaum empiris merasa cukup beralasan untuk membuat ramalan mengenai kemungkinan tingkah laku benda tersebut di masa depan.

Di samping berpegang kepada keteraturan, kaum empiris mempergunakan prinsip keserupaan. Keserupaan berarti bahwa bila terdapat gejala-gejala yang berdasarkan pengalaman adalah identik atau sama, maka kita mempunyai cukup jaminan untuk membuat kesimpulan yang bersifat umum tentang hal itu. Jika kita mengetahui bahwa sebuah pisang adalah enak dan bergizi, kita ingin merasa yakin dengan alasan yang cukup, bahwa objek yang lain yang bentuk dan rasanya seperti pisang, tidaklah mempunyai racun yang mematikan. Makin banyak pengalaman kita dengan benda-benda yang seperti pisang, maka makin banyak kita peroleh pengetahuan yang makin dapat diandalkan tentang pisang: apakah pisang itu dan apa artinya dalam pengalaman kita.

Secara khusus, kaum empiris mendasarkan teori pengetahuannya kepada pengalaman yang ditangkap oleh pancaindra kita. John Locke, yang dipanggil sebagai bapak kaum empiris Inggris, mengajukan sebuah teori pengetahuan yang menguraikan dengan jelas sifat-sifat empirisme di atas. Locke berpendapat bahwa pikiran manusia pada saat lahir dianggap sebagai selembar kertas lilin yang licin (*tabula rasa*) di mana data yang ditangkap pancaindra lalu tergambar di situ. Makin lama makin banyak kesan pancaindra yang tergambar. Dari kombinasi dan perbandingan berbagai pengalaman maka ide yang rumit dapat dihasilkan. Locke memandang pikiran sebagai

suatu alat yang menerima dan menyimpan sensasi pengalaman. Pengetahuan merupakan hasil dari kegiatan keilmuan (pikiran) yang mengkombinasikan sensasi-sensasi pokok.

Mereka yang berkeras pada pendapat bahwa semua pengetahuan dapat disederhanakan menjadi pengalaman indera, dan apa yang tidak dapat tersusun oleh pengalaman indera bukanlah pengetahuan yang benar, disebut kaum empiris radikal atau “sensasionalis”. Kaum empiris modern akan mengemukakan pendapat Locke dengan kata-kata sebagai berikut: Pengetahuan adalah hasil dari proses neuro-kimiawi yang rumit, di mana objek luar merangsang satu organ pancaindera atau lebih, dan rangsangan ini menyebabkan perubahan material atau elektrik di dalam organ badani yang disebut otak.

Kritik terhadap Empirisme

1. Empirisme didasarkan pada pengalaman. Tetapi apakah yang disebut pengalaman? Sekali waktu dia hanya berarti rangsangan pancaindera. Lain kali dia muncul sebagai sebuah sensasi ditambah dengan penilaian. Sebagai sebuah konsep, ternyata pengalaman tidak berhubungan langsung dengan kenyataan objektif yang, sangat ditinggikan oleh kaum empiris. Kritikus kaum empiris menunjukkan bahwa fakta tak mempunyai apa pun yang bersifat pasti. Fakta itu sendiri tak menunjukkan hubungan di antara mereka terhadap pengamat yang netral. Jika dianalisis secara kritis maka “pengalaman” merupakan pengertian yang terlalu samar untuk dijadikan dasar bagi sebuah teori pengetahuan yang sistematis.
2. Sebuah teori yang sangat menitikberatkan pada persepsi pancaindera kiranya melupakan kenyataan bahwa pancaindera manusia adalah terbatas dan tidak sempurna. Pancaindera kita sering menyesatkan di mana hal ini disadari oleh kaum empiris itu sendiri. Empirisme tidak mempunyai perlengkapan untuk membedakan antara khayalan dan fakta.

3. Empirisme tak memberikan kita kepastian. Apa yang disebut pengetahuan yang mungkin, dalam pengertian di atas, sebenarnya merupakan pengetahuan yang seluruhnya diragukan. Tanpa terus berjaga-jaga dan mempunyai urutan pengalaman indera yang tak terputus-putus, kita takkan pernah merasa yakin, bahwa mobil yang kita masukkan ke dalam garasi pada malam hari adalah juga mobil yang sama yang kita kendarai pada pagi harinya.

METODE KEILMUAN:

KOMBINASI ANTARA RASIONALISME DAN EMPIRISME

Terdapat suatu anggapan yang luas bahwa ilmu pada dasarnya adalah metode induktif empiris dalam memperoleh pengetahuan. Memang terdapat beberapa alasan untuk mendukung penilaian yang populer ini, karena ilmuwan mengumpulkan fakta-fakta yang tertentu, melakukan pengamatan, dan mempergunakan data inderawi. Walaupun begitu, analisis yang mendalam terhadap metode keilmuan akan menyingkapkan kenyataan, bahwa apa yang dilakukan oleh ilmuwan dalam usahanya mencari pengetahuan lebih tepat digambarkan sebagai suatu kombinasi antara prosedur empiris dan rasional. Epistemologi keilmuan rumit dan penuh kontroversi, namun akan diusahakan di sini, untuk memberikan analisis filosofis yang singkat dari metode keilmuan, sebagai suatu teori pengetahuan yang terkemuka.

Secara sederhana, dapat dikatakan bahwa metode keilmuan adalah satu cara dalam memperoleh pengetahuan. Suatu rangkaian prosedur yang tertentu harus diikuti untuk mendapatkan jawaban yang tertentu dari pernyataan yang tertentu pula. Mungkin epistemologi dari metode keilmuan akan lebih mudah dibicarakan, jika kita mengarahkan perhatian kita kepada sebuah rumus yang mengatur langkah-langkah proses berpikir, yang diatur dalam suatu

urutan tertentu. Kerangka dasar prosedur ini dapat diuraikan dalam enam langkah sebagai berikut:

- a. Sadar akan adanya masalah dan perumusan masalah.
- b. Pengamatan dan pengumpulan data yang relevan.
- c. Penyusunan atau klasifikasi data.
- d. Perumusan hipotesis.
- e. Deduksi dan hipotesis.
- f. Tes dan pengujian kebenaran (verifikasi) dari hipotesis.

Marilah kita lihat keenam tangkai itu satu per satu agar analisis kita menjadi lebih tajam, dengan demikian kita bisa menunjukkan secara lebih langsung, unsur-unsur empiris dan rasional mana yang terdapat dalam metode keilmuan untuk mendapatkan pengetahuan.

Kesadaran dan Perumusan Masalah

Dunia yang dihadapi para ilmuwan terdiri dari fakta dan kejadian yang terpisah-pisah dan tak terbilang banyaknya, di mana keadaan seperti ini tidak memberikan suatu keteraturan yang berarti. Ketika manusia menemukan beberapa kesulitan dalam menghadapi dunia ini dalam rangka memecahkan kesulitan tersebut secara berakal, maka pemikiran akan mulai berbentuk. Atau dengan perkataan lain, manusia menciptakan masalah dan mengajukan sesuatu yang menurut pikirannya adalah pertanyaan yang dapat dijawab. Tanpa adanya suatu masalah yang didefinisikan secara jelas, manusia tak akan mempunyai jalan untuk mengetahui fakta apa yang harus dikumpulkan. Metode keilmuan pada tahap permulaan ini menekankan kepada pernyataan yang jelas dan tepat dari sebuah masalah.

Tahap permulaan metode keilmuan menganggap dunia sebagai suatu kumpulan objek dan kejadian yang dapat diamati secara empiris, dan kepada dunia itu kemudian kita terapkan suatu peraturan atau

struktur hubungan, di mana suatu lingkup yang terbatas dari fakta-fakta yang tertangkap oleh indera dapat diberi arti. Paham kaum rasionalis pada tahap ini didukung oleh metode keilmuan dengan argumentasi bahwa penalaran itulah yang membangun struktur dan mengarahkan penyelidikan. Penalaran memberikan manusia “kepekaan terhadap masalah” dan tanpa kepekaan itu tak mungkin kita dapat mengatur fakta-fakta dalam cara yang dapat dipahami. Jika tak terdapat pertanyaan lantas bagaimana terdapat jawaban?

Pengamatan dan Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan sesuatu yang paling dikenal dalam metode keilmuan. Disebabkan oleh banyaknya kegiatan keilmuan yang diarahkan kepada pengumpulan data ini maka banyak orang yang menyamakan keilmuan dengan pengumpulan fakta. Pengamatan yang teliti yang dimungkinkan oleh terdapatnya berbagai alat, yang dibuat manusia dengan penuh akal, memberikan dukungan yang dramatis terhadap konsep keilmuan sebagai suatu prosedur yang pada dasarnya adalah empiris dan induktif. Tumpuan terhadap persepsi indera secara langsung atau tidak langsung, dan keharusan untuk melakukan pengamatan secara teliti, seakan menyita perhatian kita terhadap segi empiris dari penyelidikan keilmuan tersebut.

Penyusunan dan Klasifikasi Data

Tahap metode keilmuan ini menekankan kepada penyusunan fakta dalam kelompok-kelompok, jenis-jenis dan kelas-kelas. Dalam semua cabang-cabang ilmu, usaha untuk mengidentifikasi, menganalisis, membandingkan, dan membedakan fakta-fakta yang relevan tergantung kepada adanya sistem klasifikasi ini disebut taxonomi, dan ilmuwan modern terus berusaha untuk menyempurnakan taxonomi khusus bidang keilmuan mereka.

Deskripsi dan klasifikasi memang merupakan suatu hal yang pokok dalam ilmu, tetapi menyesatkan bila kita mengacaukan deskripsi dan penyusunan ini dengan seluruh urutan kegiatan yang merupakan metode keilmuan. Apa yang dinamakan sejarah alam terbatas pada deskripsi dan perbandingan, namun ilmu membutuhkan penjelasan, dan oleh sebab itu maka ilmu melebihi ruang lingkup sejarah alam. Seorang tukang pengumpul kupu-kupu atau batu-batu yang berharga tak dapat dianggap memenuhi syarat sebagai ilmuwan, betapa pun besarnya atau bagaimana pun hati-hatinya dia menyusun koleksinya.

Perumusan Hipotesis

Fakta tidak berbicara untuk diri mereka sendiri. Dalam dunia yang ditelaah ilmu, sekelompok molekul atau sel tidak meloncat-loncat, melambaikan tangan, bersuit-suit, dan mengatakan, “Hai, lihat saya! Di sini! Saya adalah batu, atau pohon, atau kuda.” Apanya suatu benda tergantung kepada merek yang diberikan manusia kepada benda tersebut. Bagaimana suatu benda bisa dijelaskan tergantung kepada hubungan konseptual yang dipakai menyorot benda tersebut. Kenyataan ini membawa kita kepada salah satu segi yang paling sulit dari metodologi keilmuan yakni peranan dari hipotesis.

Hipotesis adalah pernyataan sementara tentang hubungan antara benda-benda. Hubungan hipotesis ini diajukan dalam bentuk dugaan kerja, atau teori, yang merupakan dasar dalam menjelaskan kemungkinan hubungan tersebut. Hipotesis diajukan secara khas dengan dasar coba-coba (*trial-and-error*). Hipotesis hanya merupakan dugaan yang beralasan, atau mungkin merupakan perluasan dari hipotesis terdahulu yang telah teruji kebenarannya, yang kemudian diterapkan pada data yang baru. Dalam kedua hal di atas, hipotesis berfungsi untuk mengikat data sedemikian rupa, sehingga hubungan yang diduga dapat kita gambarkan, dan penjelasan yang mungkin dapat kita ajukan. Sebuah hipotesis biasanya dinyatakan dalam

bentuk pernyataan “jika X, maks. Y”. Jika kulit manusia kekurangan pigmen, maka kulit itu mudah terbakar bila disinari matahari secara langsung. Hipotesis ini memberikan penjelasan sementara paling tidak tentang beberapa hubungan antara pigmentasi dengan sinar matahari. Hipotesis ini juga mengungkapkan kepada kita syarat mana yang harus dipenuhi dan pengamatan apa yang diperlukan jika kita ingin menguji kebenaran dari dugaan kerja tersebut.

Dalam konsep mengenai hipotesis yang peranannya sangat menentukan dalam metode keilmuan, kita menemukan baik unsur empiris maupun unsur rasional. Di dalam konsep ini, pertama-tama harus terdapat data empiris dalam bentuk fakta yang dapat diamati dan diukur, di samping itu harus terdapat pula konsep yang bersifat kategoris, yang memisahkan macam-macam data logis dan kemudian menyusunnya sedemikian rupa sehingga kemungkinan hubungan-hubungannya dapat dijajagi.

Deduksi dari Hipotesis

Mereka yang berpikir bahwa ilmu adalah metode yang semata-mata berpegang teguh kepada jalan pikiran induktif, yang melangkah secara langsung dari fakta kepada penjelasan, harus memperhatikan secara saksama peranan dari hipotesis. Hipotesis menyusun pernyataan logis yang menjadi dasar untuk penarikan kesimpulan atau deduksi mengenai hubungan antara benda-benda tertentu yang sedang diselidiki. Di samping itu, hipotesis dapat menolong kita dalam memberikan ramalan dan menemukan fakta yang baru. Penalaran deduktif, yang sedemikian penting dalam tahap hipotesis ini, ditunjukkan oleh fakta bahwa kebanyakan apa yang kita kenal sebagai pengetahuan keilmuan adalah lebih bersifat teoritis daripada empiris, dan bahwa ramalan tergantung kepada bentuk logika silogistik.

Tes dan Pengujian Kebenaran (Verifikasi) Hipotesis

Pengujian kebenaran dalam ilmu berarti mengetes alternatif-alternatif hipotesis dengan pengamatan kenyataan yang sebenarnya atau lewat percobaan. Dalam hubungan ini maka keputusan terakhir terletak pada fakta. Jika fakta tidak mendukung satu hipotesis maka hipotesis yang lain dipilih dan proses diulangi kembali. Hakim yang terakhir dalam hal ini adalah data empiris: kaidah yang bersifat umum, atau hukum, haruslah memenuhi persyaratan pengujian empiris. Tetapi kaum rasionalis tidak menyerah dalam tahap pengujian kebenaran ini. Mereka mengemukakan bahwa suatu hipotesis hanya baru bisa diterima secara keilmuan bila dia konsisten dengan hipotesis-hipotesis yang sebelumnya telah disusun dan teruji kebenarannya.

Secara singkat dapat dikatakan bahwa metode keilmuan adalah sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan manusia dalam memberikan jawaban tertentu terhadap suatu pernyataan. Metode ini menitikberatkan kepada suatu urutan prosedur yang saksama di mana diperoleh sekumpulan pengetahuan yang diperluas secara terus-menerus dan bersifat mengoreksi diri sendiri. Metode keilmuan mendasarkan diri pada anggapan, bahwa terdapat keteraturan yang dapat ditemukan dalam hubungan antara gejala-gejala, dan bahwa alat pancaindera manusia, (atau alat yang dibuat secara teliti), pada dasarnya dapat berfungsi secara layak. Lewat pengorganisasian yang sistematis dan pengujian pengamatan, manusia telah mampu mengumpulkan pengetahuan secara kumulatif, walaupun yang terus-menerus bertumbuh dan mempunyai peluang yang besar untuk benar. Walaupun begitu, metode keilmuan tidak mengajukan diri sebagai sebuah metode yang membawa manusia kepada suatu kebenaran akhir yang takkan pernah berubah.

Kritik terhadap Metode Keilmuan

1. Metode keilmuan membatasi secara begitu saja mengenai apa yang dapat diketahui manusia, yang hanya berkisar pada benda-

benda yang dapat dipelajari dengan alat dan teknik keilmuan. Jika seorang ahli kimia memakai postulat dan teknik dari disiplin keilmuannya, dia hanya bisa mempelajari benda-benda yang terikat oleh ruang lingkup pengertian kimia. Tuntutan bahwa ilmu adalah satu-satunya cara dalam memperoleh pengetahuan secara sah mempunyai arti bahwa kita hanya mempertahankan dunia seluas apa yang diketahui lewat metode tersebut.

2. Ilmu memperkenalkan tafsiran yang banyak terhadap suatu benda atau kejadian. Tiap tafsiran mungkin saja benar sejauh apa yang dikemukakan. Berbagai-bagai hipotesis yang semuanya adalah sah dapat diajukan dalam nienjelaskan serangkaian fakta tertentu, meskipun tiap hipotesis mungkin mempergunakan bahasa atau sistem klasifikasi yang berbeda. Kesatuan dan konsistensi dari pengetahuan keilmuan ternyata tidak sejelas apa yang kita duga.
3. Ilmu menggambarkan hakikat mekanistik—bagaimana benda-benda berhubungan satu sama lain secara sebab akibat—namun ilmu tidak mengemukakan apakah hakikat benda itu, apalagi mengapa benda itu ada seperti itu. Pengujian kebenaran keilmuan pada dasarnya bersifat pragmatis; tentu saja banyak gunanya dalam mengetahui bahwa “jika X, maka Y”, tetapi juga manusia ingin tahu apakah sebenarnya kenyataan itu dan apakah maknanya—alasan eksistensi dari benda-benda itu. Dalam hal-hal seperti di atas ilmu tetap membisu.
4. Pengetahuan keilmuan, meskipun sangat tepat, tidaklah berarti bahwa hal ini merupakan keharusan, universal maupun tanpa persyaratan tertentu. Pengetahuan keilmuan hanyalah pengetahuan yang mungkin dan secara tetap harus terus-menerus berubah. Karena ilmu mengakui bahwa dia tidak mampu untuk menyediakan pengetahuan yang pasti dan lengkap, kita mempunyai cukup alasan untuk berpaling kepada metode-metode yang lain, dalam mengisi pengetahuan yang tidak terjangkau oleh kegiatan keilmuan.

Peter R. Senn

STRUKTUR ILMU

ILMU merupakan salah satu hasil dari usaha manusia untuk memperadab dirinya. Lebih dari seribu tahun, lewat berbagai kurun zaman dan kebudayaan, ketika manusia merenung dalam-dalam tentang apa artinya menjadi seorang manusia, secara lambat-laun mereka sampai pada kesimpulan bahwa mengetahui kebenaran adalah tujuan yang paling utama dari manusia. Perkembangan ilmu pada waktu lampau dan sekarang merupakan jawaban dari rasa keinginan manusia untuk mengetahui kebenaran. Tetapi masih terdapat jarak yang jauh antara akhir tujuan itu dan posisi kita sekarang. Ilmu meliputi baik pengetahuan maupun cara yang dikembangkan manusia dalam mencapai tujuan tersebut. Baik pengetahuan (yang merupakan produk ilmu) maupun cara (proses dari ilmu) terdiri dari berbagai jalan dan langkah. Metode-metode keilmuan telah dikembangkan untuk membimbing kita dalam perjalanan ini.

Tetapi, apakah yang disebut benar? Seperti semua ide yang bersifat fundamental, ide tentang kebenaran juga berubah-ubah. Seperti juga dengan kata-kata lainnya, “benar” mewakili ide yang berbeda. Sekarang kebenaran mempunyai berbagai konotasi yang lebih penting atau kurang penting tergantung dari pendapat individual. Terdapat mereka yang menemukan kebenaran dalam agama, yang lainnya dalam seni, juga terdapat mereka yang menemukan kebenaran dalam kesusasteraan. Kebanyakan para ilmuwan mengakui bahwa tidak semua pengalaman manusia mampu diselidiki dewasa ini secara keilmuan. Para ilmuwan pada umumnya membatasi penelaahan mereka pada daerah pengalaman di mana secara objektif, logis, dan

sistematis mereka mungkin dapat mengumpulkan pengetahuan yang dapat dipercaya.

Untuk kebanyakan ilmuwan, kebenaran baru diketahui jika mereka dapat meramalkan apa yang akan terjadi di bawah persyaratan tertentu. Jelaslah kiranya bahwa tidak semua gejala dapat dipikirkan secara ini. Oleh karena itu para ilmuwan tidak memajukan tuntutan seakan-akan metode ini dapat mencakup semua lapangan. Mereka puas dengan falsafah “biarlah masing-masing mengatur dirinya sendiri”, dan terserah kepada masing-masing untuk menentukan spesifikasi yang eksak dari tujuan akhir yang dikejarinya. Mereka tahu garis besar dari arah yang dituju tetapi tujuan terakhir masih jauh sekali. Proses perjalanan ke arah kebenaran itu sendiri sudah merupakan kepuasan.

Sistem Ilmu

Ilmu dapat dianggap sebagai suatu sistem yang menghasilkan kebenaran. Dan seperti juga sistem-sistem yang lainnya dia mempunyai komponen-komponen yang berhubungan satu sama lain. Komponen utama dari sistem ilmu adalah: (1) perumusan masalah; (2) pengamatan dan deskripsi; (3) penjelasan; (4) ramalan dan kontrol.

Tiap-tiap komponen ini mempunyai metode tersendiri. Apa yang sering disebut dengan metode keilmuan adalah cara yang singkat dalam mendeskripsikan sistem ilmu yang menghasilkan pengetahuan yang dapat dipercaya beserta metode-metode yang spesifik dari tiap-tiap komponen sistem tersebut. Seorang ilmuwan yang bergelut tiap waktu dengan masalah keilmuan akan mempergunakan keseluruhan sistem ini dengan berbagai metode yang dipakainya. Dia mengenal keseluruhan sistem ini dengan sangat intim seperti seorang sopir mengenal sebuah mobil. Proses pengenalan ilmu harus dimulai dengan pengenalan kita kepada komponen-komponen dari sistem ilmu, sama seperti ketika kita mulai belajar mengendarai mobil, kita

pun memulainya dengan belajar tentang komponen-komponen mobil, atau jika kita belajar menjahit, kita pun mulai dengan mempelajari komppnen-komponen mesin jahit tersebut. Keseluruhan sistem ini adalah sangat rumit untuk bisa dimengerti sekaligus secara cepat.

Hal yang sangat menolong dalam mempelajari komponen-komponen ini adalah pengertian tentang salah satu dari ciri utama ilmu yakni bahwa ilmu mempunyai sifat mengoreksi dirinya sendiri. Tiap-tiap komponen dari sistem mempunyai unsur yang dapat menemukan kesalahan tersebut. Dalam jangka waktu yang panjang kesalahan yang dilakukan oleh orang ilmuwan, atau asumsi yang salah yang diterima oleh kegagatan keilmuan secara umum, ternyata akan gagal untuk menghasilkan pemecahan yang tepat terhadap masalah-masalah baru yang timbul, dan dengan demikian maka para ilmuwan harus mengkaji kembali konsep kebenaran mereka yang terdahulu. Jadi bila kesalahan ditemukan maka seluruh sistem akan bergerak untuk memperbaikinya. Tak ada cara lain dalam mencari kebenaran yang mempunyai ciri yang khas seperti ini, dan karena disebabkan ciri inilah, maka kebanyakan manusia menganggap ilmu sebagai alat yang paling mampu dalam mencari dan mengetahui kebenaran. Namun hal ini bukan berarti bahwa ilmu tak pernah melakukan kesalahan. Tentu saja hal ini tidak benar. Tetapi hal yang lebih penting di sini adalah kenyataan, bahwa sistem ilmu dibuat sedemikian rupa, sehingga tiap kesalahan yang dilakukan cepat atau lambat akan diketahui dan diperbaiki.

Perumusan Masalah

Penelaahan keilmuan dimulai dengan masalah. Mengapa manusia bertingkah seperti itu? Apakah penyebab sakit jiwa? Bagaimana kita harus mendidik anak-anak kita? Bagaimana mulai terjadinya syak wasangka terhadap minoritas? Apakah yang harus dilakukan untuk mencegah Perang Duriia Ketiga? Dapatkah kita mengurangi jurang

dengan negara-negara yang paling miskin? Mengapa air membeku pada temperatur nol derajat Celsius? Bagaimana caranya gene menurunkan sifat-sifat bawaannya? Apakah penyebab pelacuran? Singkatnya, terdapat banyak sekali masalah dalam ilmu. Hal ini memang tak aneh bila diingat betapa rumitnya hakikat manusia dan kehidupan. Akibat dari kerumitan ini maka tiap masalah keilmuan sudah harus merupakan seleksi dari data yang diberikan oleh penghidupan kepada kita. Ini juga berarti bahwa tak seorang pun, dalam memecahkan suatu masalah, dapat memilih seluruh fakta. Dalam merumuskan masalah, para ilmuwan harus membatasi dirinya dengan ruang lingkup yang terbatas yang diketahuinya.

Sering dikatakan bahwa hal yang paling penting dalam penelaahan keilmuan adalah perumusan masalah dengan baik. Dalam sejarah ilmu, kemajuan yang pesat sering terjadi disebabkan orang merumuskan masalah yang lama dalam perumusan baru dalam usahanya untuk mencari pemecahan yang lebih baik. Akan tetapi kita tidak tahu dengan tepat bagaimana memilih masalah yang berguna dalam ilmu. Masalah ini merupakan salah satu segi yang paling kurang dimengerti dalam penelaahan keilmuan. Walaupun begitu, kita harus menyadari bahwa tidak semua masalah adalah tepat bagi ilmu. Umpamanya, “Apakah bulan terbuat dari kiju hijau?” Jelas bukan suatu masalah yang dapat dianggap oleh para ilmuwan telah dirumuskan secara baik, maupun bahwa masalah itu secara keilmuan ada gunanya. Perkembangan ilmu pengetahuan, dalam hal ini, dapat memberi kita pengarahannya mengenai karakteristik dan cara pemilihan masalah keilmuan.

Suatu cara yang biasanya dilakukan dalam menemukan dan merumuskan masalah adalah melewati persepsi kita dalam menghadapi kesulitan tertentu. Kita bisa merasakan, umpamanya, bahwa kita mengalami kesukaran ketika pulang pergi ke tempat pekerjaan dan kita pun lalu mulai merumuskan masalah transportasi. Atau mungkin kita melihat adanya kontradiksi dari dua orang ilmuwan

yang bagi kita merupakan masalah, Atau kita melihat adanya perbedaan antara hal-hal yang kita percayai dengan apa yang kita lihat. Atau, kita mencatat adanya kenaikan harga dan bertanya-tanya; di mana pertanyaan ini merupakan masalah.

Merasakan adanya kesukaran juga bisa terjadi bila kita ingin melakukan sesuatu yang tak bisa kita lakukan. Bisa saja terjadi bahwa kita tak mampu mengidentifikasikan sebuah objek atau situasi yang menarik perhatian kita. Kesukaran yang bisa dirasakan mungkin timbul bila kita ingin mengerti seseorang namun tak dapat melakukannya, umpamanya seperti hal yang mungkin terjadi antara orang tua dengan anaknya yang sedang remaja. Kesulitan seperti ini dapat kita rasakan bila kita menghadapi suatu kejadian yang tak diharapkan, seperti depresi ekonomi yang mengancam umat manusia.

Masalah yang lebih spesifik kebanyakan ditemukan oleh para ilmuwan sendiri. Salah satu syarat utama dalam hubungan antara ilmuwan dengan masalah yang sedang dihadapinya adalah bahwa dia menaruh perhatian yang sangat besar kepada masalah tersebut. Sayang sekali, sejarah keilmuan ditandai dengan banyaknya peneliti yang kurang menaruh minat kepada masalah yang sedang diselidikinya. Definisi yang tepat mengenai minat terhadap masalah yang sedang dihadapi adalah sukar untuk disusun. Walaupun begitu dapat kita katakan bahwa karya keilmuan yang terbaik biasanya ditandai dengan api hasrat yang menyala-nyala yang menyinari ilmuwan dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Persyaratan Masalah Keilmuan

Disebabkan banyak sekali situasi yang bisa membangkitkan rasa kepekaan kita terhadap kesulitan, yang kemudian menghasilkan perumusan masalah, kiranya sukar sekali untuk menentukan ciri utama dari sebuah masalah yang baik. Sebenarnya sukar untuk mendapatkan beberapa definisi tentang masalah yang baik dalam

ilmu. Walaupun begitu, kita tak usah mengkaji aspek filosofis dari pertanyaan ini, namun dengan langsung kita bisa memusatkan perhatian kepada masalah yang dianggap sebagai pertanyaan. Ilmu telah memberikan arah kepada kita tentang hakikat pertanyaan yang seyogyanya kita ajukan. Dengan mengetahui pengarahannya ini, kita tak akan tersesat jauh dalam cara bagaimana kita harus merumuskan masalah dalam ilmu.

Ciri yang idel dari sebuah masalah keilmuan adalah bahwa masalah itu penting. Masalah keilmuan mungkin penting disebabkan karena beberapa hal. Pertama, masalah itu penting karena pemecahannya berguna. Umpamanya, bila kita mengetahui sebab-sebab kenakalan remaja, maka kita dapat mencegah terjadinya kenakalan tersebut. Masalah keilmuan adalah penting bila masalah menghubungkan dalam suatu kesatuan pengetahuan yang sebelumnya dianggap berdiri sendiri-sendiri. Studi di bidang komputer telah memberikan kita jalan dalam mengerti bagaimana otak kita berfungsi. Studi di bidang berbagai kebudayaan menunjukkan bahwa lingkungan sosial adalah lebih penting dibandingkan dengan sifat-sifat turunan. Atau suatu masalah adalah penting karena dia mampu mengisi celah yang masih ketinggalan dalam khazanah pengetahuan kita.

Penilaian apakah suatu masalah itu penting atau tidak masih merupakan sesuatu yang bersifat individual dalam ilmu disebabkan karena kita belum mempunyai aturan yang spesifik tentang perumusan masalah. Para ilmuwan biasanya meneliti masalah yang menurut anggapan mereka adalah penting. Kebanyakan dari mereka membiarkan orang lain mengerjakan apa yang dianggapnya penting. Ilmu bersifat demokratis dalam berbagai hal seperti juga tampak pada keadaan di atas. Tiap orang merdeka untuk menempuh jalannya sendiri asalkan tujuannya adalah kebenaran dan dia mengikuti prosedur yang berlaku dalam kegiatan keilmuan. Beragam-ragamnya masalah yang dikerjakan dalam ilmu, seperti juga beragam-ragamnya para ilmuwan yang berkarya dalam bidang keilmuan, akan menjamin bahwa tiap

masalah yang penting akhirnya akan dikerjakan oleh seseorang. Kiranya tampak dengan jelas di sini bahwa ilmu berkembang ke semua jurusan.

Sekali masalah yang menarik dan penting telah dipilih, terdapat beberapa ciri tertentu dari perumusan masalah secara keilmuan. Sebuah masalah haruslah secara tepat dinyatakan agar memungkinkan kita untuk memilih fakta-fakta yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah tersebut. Umpamanya, pertanyaan yang kita ajukan bila kita bertemu dengan seorang teman “Apa kabar?” adalah bukan pertanyaan keilmuan. Teman itu tak tahu apakah dia harus menceritakan perasaannya tentang sekolahnya, orang tuanya, kekasihnya atau mobilnya. Masalah dalam ilmu harus dinyatakan sedemikian rupa sehingga seseorang dapat memberi jawaban yang tepat terhadap pertanyaan yang diajukan, dan secara jelas memberikan arah terhadap fakta-fakta yang harus dipilih untuk menjawab pertanyaan tersebut.

Ciri yang lain dari sebuah masalah dalam ilmu adalah bahwa masalah itu mesti dapat dijawab dengan jelas, atau dengan perkataan lain, bahwa sebuah masalah tak boleh dirumuskan sedemikian rupa sehingga berapa pun jumlah jawaban yang diberikan akan tetap memenuhi syarat. Umpamanya, pertanyaan “Apakah Anda telah berhenti dari memukuli isterimu ?” adalah suatu masalah yang dapat dijawab dengan jelas, sebab jika dia menjawab “ya” berarti bahwa dia biasa memukuli isterinya, sedangkan bila dia menjawab “tidak” maka kebiasaan memukuli isterinya itu masih juga dilakukan. Juga kita tak dapat menentukan dari pertanyaan ini apakah orang itu tak pernah memukuli isterinya. “Apakah anak-anak menonton televisi terlalu banyak?” merupakan pertanyaan yang tidak jelas karena beberapa hal. Anak-anak umur berapa? Seberapa jauh yang dinamakan terlalu banyak? Pertunjukkan televisi yang mana?

Ciri selanjutnya dari masalah keilmuan adalah bahwa tiap jawaban terhadap permasalahan itu mesti dapat diuji oleh orang lain. Artinya tiap ilmuwan yang mengajukan pertanyaan yang mana akan

mendapatkan jawaban yang sama pula. Jadi, “Apakah sakit kepalamu lebih buruk hari ini?” bukanlah merupakan masalah keilmuan. Hanya orang yang menderita sakit kepala itulah yang bisa menjawab pertanyaan ini dan orang lain takkan bisa mengujinya. Sebaliknya, pertanyaan seperti “Apakah anak yang pertama mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk menyesuaikan diri terhadap tekanan kelompok dibandingkan dengan anak-anak yang lain?” dapat dijawab oleh ilmuwan mana saja yang tersedia bekerja dalam menjawab pertanyaan itu.

Ciri-Ciri Lainnya dari Masalah Keilmuan

Sebuah masalah keilmuan juga harus dirumuskan sedemikian sehingga pengumpulan data dapat dilakukan secara objektif. Objektif artinya bahwa data dapat tersedia untuk penelaahan keilmuan tanpa ada hubungannya dengan karakteristik individual dari seorang ilmuwan.

Ciri yang paling penting lainnya dari masalah keilmuan adalah bahwa masalah itu harus dapat dijawab lewat penelaahan keilmuan di mana tersedia data secara nyata atau secara potensial tersedia. Pertanyaan seperti “Apakah yang akan terjadi bila tiap orang mempunyai satu juta dollar?” belum cocok untuk kegiatan keilmuan pada saat ini. Tak mungkin bagi kita untuk melakukan kegiatan penelitian untuk menjawab pertanyaan ini. Namun harus ditandaskan di sini bahwa tidaklah berarti bahwa semua pertanyaan yang bersifat spekulatif adalah tidak penting, sebab sering sekali terjadi bahwa masalah seperti itu justru memang penting. Umpamanya, “Apakah negara-negara yang ada dalam zaman modern mampu hidup tanpa peperangan?” jelas merupakan masalah yang penting bagi seluruh kemanusiaan, namun karena masalah ini tidak bisa dibentuk sedemikian rupa sehingga penelitian empiris dapat menjawabnya, maka hal ini tidak dapat dianggap sebagai pertanyaan keilmuan yang telah dirumuskan secara baik.

Masalah keilmuan juga harus mengandung unsur pengukuran dan definisi dari variabel yang terdapat dalam masalah tersebut. Jika hal ini tidak dicantumkan secara eksplisit maka keadaan ini merupakan kekurangan dari suatu masalah keilmuan dalam dua hal. Pertama, tanpa adanya ukuran dan definisi maka orang lain tak dapat menguji hasilnya. Kedua, ilmu tidak mengizinkan pengukuran dan definisi yang bersifat pribadi dari seorang ilmuwan. Ukuran dan definisi haruslah objektif sehingga tiap ilmuwan yang mempergunakannya dalam hubungannya dengan masalah yang sama akan mendapat jawaban yang serupa pula.

Perumusan masalah merupakan titik-tolak dari penelaahan keilmuan. Tidak semua pertanyaan penting dapat ditanggulangi secara keilmuan. Tiap ilmuwan bersifat terbatas dalam tingkat keilmuan sekarang di mana konsep, data, pengalaman, nilai dan ide bersifat terbatas pula. Keterbatasan ini mampu menjelaskan mengapa ilmu tak bisa memecahkan seluruh permasalahan manusia. Walaupun begitu, sampai saat ini kiranya ilmu telah mampu memecahkan berbagai hal.

Jika masalah telah dirumuskan dengan baik, hasil perumusan ini biasanya disebut hipotesis. Hipotesis ini adalah sebuah pernyataan. Hipotesis merupakan pernyataan yang dapat diuji tentang hubungan-hubungan sesuatu yang sedang diselidiki yang mempunyai konsekuensi yang dapat kita jabarkan secara deduktif. Dengan demikian, maka langkah lebih lanjut dalam penelaahan keilmuan adalah menguji hipotesis, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, yakni dengan menguji konsekuensi yang dijabarkan secara deduktif. Umpamanya, suatu hipotesis yang berbunyi “kemiskinan menimbulkan kenakalan remaja”. Dalam hal ini, setelah kita mendefinisikan dengan baik kemiskinan dan kenakalan remaja, kita dapat melakukan penjabaran secara deduktif dengan mengatakan bahwa jika hipotesis ini benar maka anak yang dilahirkan dalam kemiskinan akan tumbuh menjadi seorang yang nakal. Kemudian kita dapat menguji hipotesis tersebut dengan mengamati apakah semua

anak yang dilahirkan dalam kemiskinan tumbuh menjadi remaja yang nakal. Jika ternyata bahwa tidak semua anak tersebut menjadi nakal, dan jika kita masih beranggapan bahwa pengetahuan ini belum cukup untuk menolak hipotesis tersebut, maka penyelidikan dapat diteruskan dengan memeriksa seluruh anak-anak remaja untuk melihat apakah mereka datang dari keluarga yang miskin. Dan, bila hal ini ternyata tidak juga benar, dalam hal ini hipotesis tersebut harus ditolak.

Pengamatan dan Deskripsi

Klasifikasi, pemberian nama dan penataan sifat-sifat tertentu, merupakan bagian yang penting dari bagaimana caranya para ilmuwan melakukan pengamatan dan deskripsi. Sebelum nomenklatur—yakni sistem penamaan yang menguraikan sifat-sifat tertentu dari tumbuhan dan hewan—dikembangkan dalam abad ke-18, biologi modern tidak bisa berkembang secara sistematis. Begitu juga sampai beberapa bagian dari atom diberi nama dan diklasifikasikan dalam akhir abad ke-19, ahli ilmu alam dan kimia tak mampu untuk mengembangkan “tabel periodik” yang merupakan alat yang sangat berguna dalam pengorganisasian ilmu modern.

Ahli ilmu sosial menghadapi masalah yang rumit dalam klasifikasi karena banyak hal yang pokok dalam bidang penelitiannya, yakni manusia dan masyarakat, ternyata telah mempunyai nama dan klasifikasi dan umum dalam bahasa sehari-hari. Sayang sekali hal ini sering kurang cocok untuk tujuan keilmuan. Umpamanya, dalam pertanyaan mengenai masalah rasial maka persepsi umum, pemikiran dan bahasa sehari-hari telah menamakan negro Amerika didasarkan pada warna kulitnya serta mengklasifikasikannya sebagai seseorang yang lebih rendah tingkatnya di mata hukum, pendidikan dan hampir dalam tiap indeks kehidupan di Amerika Serikat. Jika seorang ahli ilmu sosial mulai meneliti masalah ini secara lebih teliti,

mereka menemukan bahwa klasifikasi semacam ini yang dibikin oleh masyarakat tadi akan mendorong terjadinya kerusuhan rasial dan sama sekali tidak cocok untuk tujuan keilmuan. Karena itu maka klasifikasi rasial seorang ahli ilmu sosial akan berlainan dengan apa yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

Karena manusia kebanyakan berpikir dalam bahasa, semua cabang ilmu pengetahuan mencoba mengembangkan bahasa khusus untuk mengamati dan menguraikan aspek-aspek yang lebih luas yang dapat dicakup secara teknis keilmuan. Merupakan ciri dari ilmu yang sedang berada dalam tahap perintisan di mana diperlukan nama-nama bagi benda baru atau kombinasi dari benda-benda lama.

Tak satu pun dari komponen ilmu yang tidak tergantung dari komponen lainnya. Jadi baik dalam tahap permulaan di mana dirumuskan atau sesudah hipotesis diajukan, maupun dalam langkah-langkah selanjutnya, seperti persiapan untuk pengumpulan data, prosedur keilmuan membutuhkan adanya langkah perantara. Langkah perantara ini pada hakikatnya berbentuk suatu pemeriksaan. Satu langkah perantara umpamanya adalah memeriksa apakah masalah yang kita telaah itu memang ada. Hal ini berarti suatu pemeriksaan apakah tiap segi dari masalah didefinisikan dan penelaahan telah dibatasi sedemikian rupa yang memungkinkan pengumpulan data.

Langkah perantara yang lain adalah memikirkan metode mana yang akan dipakai dalam pengujian hipotesis dengan memperhatikan waktu, ongkos, tenaga kerja dan efisiensi dari tiap-tiap metode yang mungkin dapat diterapkan. Fakta tak ada artinya tanpa kita beri makna. Sebelum kita mulai melakukan pengamatan dan memberikan uraian, harus ditentukan lebih dulu apakah yang akan kita amati dan bagaimana hubungan antara fakta tersebut dengan hipotesis. Ilmu memberikan rencana dan struktur kegiatan keilmuan, namun dasar-dasar penelaahan tersebut harus dilandaskan secara teliti untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

Tinjauan Pustaka

Langkah selanjutnya dalam sistem penelaahan keilmuan adalah meninjau kepustakaan tentang apa yang telah dilakukan orang lain di masa lalu. Karakteristik yang penting dari pengetahuan keilmuan ialah bersifat kumulatif di mana tiap pengetahuan disusun di atas pengetahuan sebelumnya. Jika seorang ilmuwan mulai menyelidiki suatu masalah, maka langkah pertama yang diambilnya sesudah dia merumuskan masalah tersebut adalah melakukan tinjauan pustaka. Dengan teliti dia membaca semua publikasi yang ada hubungannya dengan hipotesis yang sedang diselidikinya. Tinjauan pustaka menggambarkan apa yang telah dilakukan para ilmuwan yang lain dan hal ini akan mencegah duplikasi yang tidak perlu. Memang beberapa segi dari proses keilmuan memerlukan adanya duplikasi di mana seorang penyelidik dapat menguji atau membenarkan penyelidikan orang lain. Namun sekali telah tercapai suatu konsensus, bahwa sesuatu telah dapat dilakukan—umpamanya, bahwa roket dapat diterbangkan ke bulan—maka tak ada gunanya lagi untuk menyelidiki kembali pertanyaan tersebut, kecuali bila secara spesifik kita mengarahkan pertanyaan kepada cara-cara baru dalam menggali pengetahuan tadi. Jadi, yang kita maksudkan dengan duplikasi yang tak ada gunanya adalah melakukan kembali pencarian pengetahuan yang telah ada tanpa menambahkan sesuatu yang baru.

Tinjauan pustaka sering sekali memberikan jalan tentang langkah mana yang harus ditempuh dalam mendekati hipotesis. Bagaimana cara membikin kerangka penelitian, melakukan studi, dan mengumpulkan data jelas merupakan masalah yang penting. Dengan mempelajari apa yang telah dilakukan orang lain, dia mungkin bisa mendapatkan ide yang berguna tentang cara bagaimana hal itu harus dilakukan. Kadang kita bisa melihat kesalahan yang seyogyanya patut dihindari. Mungkin juga jika kita mujur, kita dapat menemukan cara baru dalam melakukan sesuatu sesudah membaca apa yang telah dilakukan orang lain sebelumnya. Tinjauan pustaka juga memberikan

jalan mengenai data, model, atau instrumen keilmuan yang mungkin berguna dalam memecahkan masalah. Kadang juga tinjauan pustaka memberikan kita ide-ide baru yang belum terpikirkan atau suatu pengertian yang lebih mendalam tentang hipotesis yang sedang kita telaah.

Pengetahuan yang luas dan banyak dalam ilmu-ilmu sosial kadang-kadang membikin tinjauan pustaka menjadi sangat sulit. Terdapat beratus-ratus bibliografi untuk suatu subjek tertentu. Tetapi tiap ilmuwan harus tetap berusaha untuk melakukan tinjauan pustaka tersebut, di mana terdapat alat yang memudahkan kita seperti bibliografi, ekstrak dan ahli perpustakaan yang baik.

Pada tinjauan pustaka ini maka masalah yang penting adalah bagaimana membuat catatan dan sistem indeks dari segenap informasi yang kita dapatkan dari membaca. Sedikit sekali manusia yang mempunyai ingatan yang kuat yang hanya mendasarkan pada ingatannya untuk mempertahankan segenap yang telah dibaca, kebanyakan ilmuwan mengembangkan suatu sistem pencatatan tentang pengetahuan yang menjadi minatnya. Ilmuwan telah mengembangkan berbagai sistem untuk dapat mengikuti perkembangan pengetahuan yang pesat. Tahap ini merupakan bagian yang penting dari penelaahan keilmuan yang akan berguna dalam tahap-tahap lainnya, yang mencakup umpamanya pengembangan catatan dan sistem indeks yang baik.

Persepsi Memengaruhi Penafsiran

Tiap diskusi yang lanjut mengenai metode keilmuan memperingatkan kita bahwa fakta tak dapat berbicara sendiri. Fakta baru dapat kita mengerti hanya dalam ruang lingkup sistem pengetahuan. Sejak dari permulaan kehidupan manusia telah melihat bintang-bintang, akan tetapi apa yang dilihat mereka sangat berbeda dengan apa yang dilihat oleh ahli astronomi sekarang. Manusia waktu itu mungkin akan

melihat binatang, atau mungkin juga pahlawan dari mitologi mereka, terpampang di bintang-bintang. Ahli astronomi modern sebaliknya akan melihat galaksi dan sistem perbintangan. Keadaan seperti ini terjadi dalam hampir keseluruhan aspek kehidupan manusia. Manusia telah melihat perbedaan kulit dari bangsa-bangsa lain, namun hal ini waktu dulu tidak mengakibatkan suatu diskriminasi rasial. Meskipun manusia telah lama sekali melihat lebah mengumpulkan madu ternyata bahwa hanya baru-baru ini saja kita dapat mengetahui bagaimana caranya mengkomunikasikan adanya madu dari lebah yang satu kepada lebah yang lain. Kita tidak bisa membuat persepsi tanpa melakukan suatu penafsiran. Jadi seorang ilmuwan harus mulai kegiatan dalam pengamatannya dengan menyadari hal ini terlebih dulu dan baru menetapkan apa yang akan dia cari yang bisa disebut keilmuan.

Ditinjau dari segi hipotesis yang diajukan, seorang ilmuwan pertama-tama harus memutuskan tingkah laku apa atau benda mana yang akan diamati atau dideskripsikan, yang tentu saja kemudian dicatat, untuk mendapatkan informasi yang dia perlukan. Ini berarti bahwa dia harus juga memutuskan dalam kondisi apa pengamatan itu akan dilakukan. Seperti juga kondisi temperatur dan tekanan sangat penting jika kita ingin menyelidiki reaksi gas dalam ilmu alam, maka dalam ilmu sosial seorang ahli yang ingin melihat pengaruh kelompok terhadap individu harus menetapkan kondisi yang spesifik di mana penelitiannya akan dilakukan. Bukan saja dia harus menetapkan apa yang akan diamati dan dalam kondisi mana, namun terlebih lagi, dia harus mengerti bagaimana kesemuanya ini bertalian dengan hipotesisnya. Di samping itu, dia masih mempunyai satu kewajiban dalam pengamatannya. Jika dia ingin mendapatkan sesuatu yang tepat, dia harus berusaha untuk melakukan pendekatan kuantitatif atau mengukur dengan suatu unit standar tertentu untuk bisa melakukan perbandingan. Dia harus berhati-hati dalam membikin standar atau membikin kerangka pengamatannya sehingga orang

lain juga dapat melakukan pengujian. Atau dengan perkataan lain, dia harus melakukan pekerjaannya sedemikian rupa sehingga para ilmuwan yang lain dapat membenarkan atau meniru penemuannya.

Teknologi Menolong Pengamatan

Ilmu yang berbeda-beda mempergunakan teknik-teknik yang berbeda pula. Umpamanya, dalam astronomi maka pengamatan harus dilakukan dengan pertolongan alat-alat, seperti teleskop, spektograf, berbagai alat pemotret dan berbagai tipe peralatan radio. Dalam pengamatan psikologis maka instrumen yang dipakai adalah alat seperti latest dan reaksi verbal terhadap gambar-gambar. Pada umumnya, seorang ilmuwan mempergunakan alat apa saja yang sekiranya akan menolong dalam menyelidiki hipotesisnya. Walaupun begitu, dia harus tetap berhati-hati karena dalam kenyataannya persepsi indera manusia bersifat temporer dan tak dapat dipercaya; apa yang dilihat atau didengarnya hanya diingat, baik secara teliti maupun tidak. Oleh sebab itu, sebuah potret atau rekaman tape adalah pencatat yang lebih baik dan merupakan sesuatu yang bisa dipelajari berulang kali. Tambahan lagi pancaindera kita tidak bisa mencakup ruang lingkup gejala yang luas, baik fisik maupun sosial. Umpamanya kita hanya mampu mendengar mulai dari 15 sampai 20.000 cycle, sedangkan bunyi yang terdapat berkisar dari nol sampai frekuensi yang tinggi sekali. Alasan lain dalam mempergunakan instrumen yang bermacam-macam ini juga disebabkan karena di samping pancaindera kita terbatas sifatnya, juga pancaindera kita tak mungkin untuk mengamati variabel yang jumlahnya banyak yang timbul dalam suatu situasi yang kompleks. Umpamanya, katakanlah bahwa kita berada dalam kerumunan manusia, dan dalam hal ini maka kita hanya mampu mengetahui apa yang sedang terjadi di sekeliling kita; sedangkan sebaliknya seseorang yang mempergunakan teleskop dari jauh, tidak saja dapat melihat kita namun juga apa yang sedang terjadi dalam kerumunan manusia tersebut.

Pengukuran

Hampir semua metode keilmuan memerlukan pengukuran. Pengukuran berarti membandingkan suatu objek tertentu dan memberi angka kepada objek tersebut menurut cara-cara tertentu. Meskipun terdapat paling tidak enam cara pengukuran, namun para ahli ilmu sosial kebanyakan mempergunakan dua tipe perbandingan, yakni ordinal dan kardinal. Perbandingan ordinal adalah perbandingan yang meletakkan benda-benda dalam urutan ditinjau dari segi tertentu. Umpamanya, jika murid-murid dalam sebuah kelas disuruh berdiri memanjang menurut urutan tingginya, maka kita akan mendapatkan yang paling tinggi, kedua dari yang paling tinggi, dan sebagainya, di mana dalam hal ini kita melakukan perbandingan ordinal. Atau, jika sesudah ujian, prestasi murid diurut berdasarkan hasil ujian tersebut, maka seorang pelajar akan ditempatkan pada nomor satu, yang lain nomor dua, dan sebagainya. Karena perbandingan ordinal memberi jawaban atas pertanyaan seperti siapa yang pertama, siapa yang kedua, dan sebagainya, atau A lebih besar dari B, B lebih besar dari C, maka kita tidak mempergunakan bilangan atau standar dalam melakukan pengukuran ordinal. Akan tetapi perbandingan kardinal mempergunakan bilangan penghitung. Berapa banyaknya murid dalam satu kelas? Angka-angka ini merupakan lambang yang mengabstraksikan objek yang diukur secara berulang dalam satu kelompok. Perbandingan kardinal tidak memperhatikan ciri-ciri seperti warna rambut, tinggi, IQ, dan hanya memusatkan perhatian pada suatu ciri (yakni murid yang berada dalam kelas). Perbandingan kardinal juga tidak memperhatikan urutan siapa yang tertinggi dan sebagainya.

Ilmu mempergunakan kedua cara perbandingan tersebut dan untuk menjaga ketelitian juga dipergunakan cara ketiga, yakni satuan pengukuran. jika kita ingin membandingkan, umpamanya, ukuran otak manusia dan binatang, maka kita akan memudahkan untuk menjajarkan mereka untuk diukur. Karena itu satuan

pengukuran harus ditetapkan—umpamanya sistem metrik—yang dapat dipergunakan ilmuwan untuk mengukur dan mencatat untuk perbandingan kemudian. Sekali unit pengukuran telah ditetapkan maka perbandingan kardinal dan ordinal dapat dilakukan dengan mudah. Ahli-ahli ilmu sosial biasanya mempergunakan unit dasar waktu (detik, menit, jam, hari, tahun), panjang (meter, sentimeter), dan berat (gram, kilogram) yang telah dikembangkan oleh ahli-ahli ilmu alam. Sebagai tambahan ahli ilmu sosial telah mengembangkan unit pengukuran sendiri, umpamanya sebagai contoh rupiah, yang dipergunakan oleh ahli ekonomi sebagai unit dasar perhitungan. Di sini terlihat betapa besar hakikat perbedaan antara detik dengan rupiah sebagai satuan pengukuran, yang menunjukkan betapa sulitnya pengukuran dilakukan dalam ilmu-ilmu sosial. Dengan mempergunakan jam atom atau alat pengukur elektronik lainnya kita dapat membandingkan interval waktu yang mana dengan ketelitian sampai seperbiliun detik. Akan tetapi nilai rupiah berubah tiap waktu, dan para ahli ekonomi harus cukup puas dengan manipulasi statistik untuk mendapatkan suatu standar rupiah untuk tujuan perbandingan. Tentu saja, meskipun para ahli ilmu sosial tidak mempunyai ukuran yang teliti seperti yang dipunyai ahli ilmu alam maka hal ini tidak berarti bahwa hasil karya mereka lantas terbengkalai. Untuk berbagai hal, seperti untuk memberikan penilaian terhadap guru, pengukuran ordinal dapat dilakukan. Untuk tujuan lain, seperti kegiatan yang dilakukan Biro Pusat Statistik, maka pengukuran kardinal sudah cukup. Di samping itu besaran pengukuran seperti rupiah, meskipun memang kurang teliti, masih tetap memenuhi syarat untuk berbagai tujuan. Sementara itu ahli ilmu-ilmu sosial terus melanjutkan usahanya untuk mengembangkan besaran pengukuran untuk aspek-aspek yang penting seperti inteligensi dan interaksi sosial.

Penjelasan

Setelah ilmuwan melakukan pengamatan, membuat deskripsi dan mencatat data menurut dia adalah relevan dengan masalahnya, dia

menghadapi salah satu segi yang terpenting dari usahanya, yakni memberi penjelasan. Seperti kita lihat, keragaman manusia dalam alam menyebabkan timbulnya beragam masalah. Keragaman masalah ini menyebabkan pula kebutuhan untuk mengembangkan berbagai alat untuk bermacam pengamatan dan deskripsi, juga di samping itu, cara pengumpulan data yang berbeda akan menghasilkan penjelasan yang berbeda pula yang dapat diterima dalam sistem ilmu.

Penjelasan dalam ilmu pada dasarnya adalah menjawab pertanyaan “mengapa”. Terdapat empat cara berbeda yang dipergunakan dalam ilmu dalam menjawab pertanyaan ini yakni deduktif, probabilistik, genetis dan fungsional. Tiap tipe penjelasan ini menjawab mengenai mengapa namun untuk pertanyaan yang berbeda-beda.

Penjelasan Deduktif. Sebuah penjelasan deduktif terdiri dari serangkaian pertanyaan di mana kesimpulan tertentu disimpulkan setelah menetapkan aksioma atau postulat. Contoh yang klasik adalah sebagai berikut: Semua manusia adalah fana. Socrates adalah manusia. Oleh sebab itu, Socrates adalah fana. Fakta bahwa Socrates adalah fana merupakan konsekuensi langsung karena dia adalah manusia. Jadi pertanyaan “Mengapa Socrates fana?” dalam cara penjelasan ini adalah karena dia manusia. Ilmuwan, jika menerima fakta semua manusia fana, dan dia menemukan fakta bahwa Socrates adalah manusia, maka dia bisa melakukan kesimpulan deduktif bahwa Socrates adalah fana. Walaupun begitu, seorang ilmuwan tak akan berhenti sampai di sini, dia akan berusaha untuk mengembangkan beberapa tes untuk melihat apakah Socrates secara fakta adalah fana. Penjelasan deduktif, meskipun merupakan alat yang sangat berguna dalam beberapa cabang ilmu, dapat menyesatkan kita karena cara itu hanya memperhatikan beberapa karakteristik dari gejala. Terlebih lagi, hubungan logika belum tentu berlaku untuk hubungan antar manusia. Ahli ilmu sosial tidak pernah menerima argumentasi deduktif tanpa pertama-tama memeriksa benar tidaknya premise yang dipergunakan—umpamanya, bahwa semua orang, faktanya, memang

fana—sebelum menguji bahwa Socrates secara fakta adalah seorang manusia. Akhirnya, dia akan melakukan pengujian tersendiri untuk melihat apakah Socrates memang benar-benar fana.

Penjelasan deduktif menjawab pertanyaan “mengapa” dengan melakukan abstraksi dari karakteristik tertentu dan secara jelas merumuskan hubungan antara karakteristik-karakteristik tersebut. Ilmu ekonomi, umpamanya, banyak mempergunakan metode deduktif dalam menjawab pertanyaan seperti: Mengapa terjadi pengangguran? Mengapa harga naik turun sesuai dengan perubahan permintaan uang? Mengapa manusia yang satu lebih kaya dari yang lainnya?

Penyusunan model adalah usaha untuk mengabstraksikan beberapa sifat semua gejala yang terdapat dan kebanyakan model dalam ilmu mempergunakan metode deduksi. Ilmu ekonomi kaya sekali dengan contoh-contoh pembuatan model tersebut.

Penjelasan Probabilistik (Kemungkinan). Terdapat semacam pertanyaan dalam ilmu yang tidak dapat dijawab secara pasti seperti yang dilakukan dalam metode deduktif. Pertanyaan semacam ini hanya mungkin dijawab dengan kata-kata seperti “mungkin”, “hampir pasti”, atau “dalam batas 5%” dan jawaban ini disebut probabilistik. Hal ini terjadi bila kita berurusan dengan sejumlah besar manusia, atau individu dengan bermacam tingkah lakunya, di mana kita tidak tahu semua faktor yang memengaruhi tindakan mereka. Umpamanya, jika seorang bertanya, “Mengapa Presiden Kennedy dibunuh?” kita mungkin menjawab, “Mungkin karena pembunuh itu gila.” Jika kita bertanya hal lain, umpamanya, tentang mengapa keluarga yang berpenghasilan tinggi mengeluarkan biaya yang besar untuk pendidikan keluarganya, dalam hal ini pula kita hanya mampu memberikan jawaban dalam batas-batas kemungkinan. Ilmu politik sering sekali mempergunakan cara penjelasan seperti ini.

Penjelasan Genetis, Penjelasan genetis menjawab pertanyaan “mengapa” dengan apa yang telah terjadi sebelumnya. Umpamanya,

jika kita ingin menerangkan mengapa seorang anak mempunyai tipe rambut tertentu, maka cara penjelasan genetis dapat dipakai di sini, yakni dengan memakai faktor keturunan yang dihubungkan dengan karakteristik orang tua si anak tersebut. Ahli ilmu jiwa sering sekali mempergunakan penjelasan genetis ini. Mengapa manusia melakukan tindakan tertentu? Jawaban yang baik terhadap pertanyaan ini mungkin didasarkan pada apa yang terjadi padanya semasa kecil. Mengapa manusia melihat warna? Mengapa manusia melihat? Pertanyaan semacam ini dapat dijawab dengan penjelasan genetis dengan berusaha menerangkan hal-hal yang terjadi sebelumnya. Karena hal inilah maka penjelasan genetis ini kadang-kadang disebut penjelasan historis.

Penjelasan Fungsional. Bentuk penjelasan yang lain yang sering dijumpai dalam ilmu, adalah penjelasan fungsional, yang memberikan jawaban terhadap pertanyaan “mengapa” dengan jalan menyelidiki tempat dari objek yang sedang diteliti dalam keseluruhan sistem di mana objek tersebut berada. Jadi jika kita bertanya mengapa anak-anak sekolah menghormati bendera, penjelasan fungsional mungkin akan memberikan jawaban bahwa penghormatan tersebut akan menjadikan anak-anak itu lebih patriotik, dan sifat lebih patriotik akan menjamin kelangsungan bangsa dan cita-citanya. Studi antropologi sering mempergunakan penjelasan fungsional ini. Mengapa terdapat masyarakat yang berbeda-beda? Mengapa terdapat cara yang berbeda-beda dalam menjadi manusia? Pertanyaan semacam ini sering dapat dijawab dengan mendasarkan apa peranan manusia dalam masyarakat yang berbeda-beda.

Patut ditandaskan di sini bahwa dari semua cara penjelasan yang telah kita sebutkan di atas, tak satu pun yang dapat menjawab semua pertanyaan yang diajukan oleh ilmu. Oleh sebab itu maka para ilmuwan mempergunakan cara yang berbeda pula untuk menjelaskan masalah yang berbeda. Kadang-kadang penelaahan keilmuan telah selesai sebelum kita sempat menjelajahi semua bagan dari sistem

yang telah kita kembangkan. Suatu masalah yang relatif sederhana, dengan suatu pengamatan yang baik, mungkin dapat dijelaskan secara sederhana pula, di mana secara langsung hipotesis dapat ditolak atau diterima kebenarannya.

Macam-macam Ramalan

Kebanyakan ilmuwan belum puas kalau hipotesis yang diajukan tidak disahkan kebenarannya dengan cara yang memungkinkan adanya ramalan dan kontrol. Seperti dapat diduga, keragaman ilmu menyebabkan terdapatnya berbagai cara dalam mengemukakan ramalan dan kontrol, yang disebabkan masalah dan penjelasan masing-masing berbeda.

Hukum. Salah satu bentuk ramalan yang tertua yang dicari oleh ilmuwan adalah hukum. Hukum dalam ilmu sosial berarti beberapa keteraturan yang fundamental yang dapat diterapkan kepada hakikat manusia. Dalam ilmu alam, hukum gravitasi, umpamanya, merupakan contoh yang sering dipakai dalam menjetaskan ramalan tersebut. Beberapa orang dalam ilmu sosial mengira bahwa mereka telah menemukan hukum yang menjelaskan kapitalisme dan komunisme. Hukum seperti ini memperlakukan manusia dan benda tanpa memperhatikan kehendak mereka. Meskipun fisika dan biologi mencari hukum-hukum seperti ini, para ahli ilmu sosial pada dasarnya sudah meninggalkan usaha tersebut. “Hukum” yang dicari oleh para ahli ilmu sosial adalah bentuk yang dapat meramalkan dalam cara-cara seperti tampak di bawah ini.

Proyeksi. Bentuk ramalan yang lain dapat didasarkan atas ekstrapolasi atau proyeksi. Ramalan seperti ini mempelajari kejadian terdahulu dan membuat pernyataan tentang hari depan didasarkan kejadian tersebut. Di bidang ilmu-ilmu sosial, memproyeksikan masa lalu—atau dengan perkataan lain, meramalkan masa depan berdasarkan masa lalu—sering lebih berhasil untuk jangka waktu

yang relatif pendek dibandingkan dengan jangka waktu yang relatif panjang. Ramalan seperti ini juga sering mempergunakan faktor peluang.

Struktur. Ramalan juga dapat didasarkan atas struktur dari benda atau intuisi atau manusia yang bersangkutan. Tiap manusia yang menempuh karir dalam angkatan bersenjata dapat diharapkan untuk mendapat kenaikan pangkat dari tamtama menjadi kopral lalu naik menjadi sersan dan sebagainya. Kenaikan ini terjadi, karena dalam struktur angkatan bersenjata, kenaikan pangkat dalam kenyataannya memang kebanyakan dilakukan seperti itu.

Institutional. Masih dalam hubungannya dengan struktur adalah ramalan yang berdasarkan cara suatu institusi beroperasi. Seorang ahli ilmu sosial bangsa Amerika, Ruth Benedict, waktu Perang Dunia Kedua, diminta oleh Departemen Penerangan Amerika Serikat untuk mempelajari bangsa Jepang. Dia tidak mengenal bangsa itu dan dia tidak pernah berkunjung ke Jepang, namun dengan menyelidiki institusi-institusi sosialnya, dia dapat meramalkan secara sangat tepat bagaimana kelakuan bangsa Jepang bila mereka dikalahkan, serta bagaimana cara angkatan bersenjata Amerika Serikat harus bertindak untuk mengontrol kelakuan tersebut, agar selaras dengan apa yang dikehendaki oleh Amerika.

Masalah. Cara ramalan yang lain adalah didasarkan pada pencntuan masalah apa yang dihadapi oleh manusia dan masyarakatnya. Jika negara seperti India, dengan penduduknya yang melebihi setengah biliun jiwa, tidak dapat meningkatkan produksi pangannya, maka bukan sesuatu yang tidak masuk akal bila bahwa masalah gawat yang mungkin akan dihadapinya adalah kekurangan pangan. Jadi dalam hal-hal tertentu, adalah mungkin bagi kita untuk meramalkan berdasarkan penentuan masalah apa yang akan menonjol. Dapat kita bayangkan bahwa negara seperti Amerika Serikat, bila terlihat dalam suatu peperangan atom, jelas akan

menghadapi masalah dalam hampir tiap segi kehidupan sosial yang disebabkan akibat peperangan tersebut.

Tahap. Terdapat cara lain untuk meramalkan sesuatu yang berdasarkan tahap dari suatu perkembangan yang berurutan. Dalam biologi hal ini merupakan ramalan yang umum digunakan, dan ternyata merupakan sesuatu yang sangat tepat. Biji yang diberi makanan dengan baik akan tumbuh dalam tahap-tahap yang dapat dirumuskan dengan jelas. Kadang-kadang hal ini berlaku untuk manusia, sebagaimana umpamanya perkembangan anak waktu dia mulai belajar berjalan dan berkata-kata. Beberapa ahli ilmu sosial bahkan telah mencoba menerapkan ramalan seperti ini kepada masyarakat secara keseluruhan, dengan mempertahankan pendapat, umpamanya, bahwa negara-negara yang sedang berkembang harus mulai dengan industri berat jika mereka ingin maju, atau, seperti apa yang telah dikemukakan beberapa ahli sejarah: bahwa suatu masyarakat itu tumbuh lalu kemudian runtuh.

Utopia. Cara ramalan yang terakhir dalam ilmu adalah Utopia. Dalam cara semacam ini, ilmuwan membayangkan apa yang mungkin terdapat atau tefjadi berdasarkan pengetahuan yang kita ketahui sekarang. Mereka kemudian meramalkan berdasarkan pengetahuan teoretis di atas. Pada ilmuwan telah membayangkan perjalanan ke antariksa jauh sebelum hal ini dapat dilakukan manusia. Bulan yang mengelilingi planet Jupiter adanya telah diramalkan berdasarkan pengetahuan teoretis waktu itu sebelum ditemukan teleskop yang cukup kuat untuk melthatnya dengan mata kepala sendiri.

Laporan Hasil Penalaahan Keilmuan

Aspek yang lain, yakni terakhir, dari sistem ilmu untuk tiap hasil karya keilmuan adalah penulisan laporan. Setelah seorang ilmuwan menyelesaikan karyanya dalam satu soal, atau suatu tahap dari sebuah soal, biasanya dia ingin mengkomunikasikan informasi tersebut

kepada orang lain. Asalkan, tentu saja, soal itu mempunyai nilai bagi dirinya dan bagi orang lain mempunyai minat dalam bidang yang sama. Dia, dalam hal ini, mempublikasikan karyanya.

Hasil penemuannya dapat dilaporkan dalam bermacam-macam cara, dan cara yang paling umum adalah lewat jurnal keilmuan. Cara yang lain adalah dengan menerbitkan buku atau monograph—yakni suatu laporan yang lebih panjang dari sebuah artikel keilmuan namun lebih pendek dari sebuah buku dan lebih bersifat teknis. Terdapat pula mereka yang lebih senang melakukan korespondensi pribadi, berbicara pada konperensi, atau membuat laporan kepada universitas atau lembaga tertentu. Tiap disiplin ilmu telah mengembangkan cara yang kurang lebih bersifat untuk disiplin tersebut. Pemikiran juga tiap jurnal atau lembaga sering mempunyai persyaratan tersendiri mengenai gaya, bentuk, dan isi yang tercakup. Apa pun juga perinciannya ilmu memintakan beberapa persyaratan minimum: yakni kejujuran mutlak, jelas serta mudah dipahami, cukup terperinci sehingga orang lain dapat menilai karya tersebut, serta pengakuan terhadap ide orang lain.

Persyaratan kejujuran adalah penting sekali. Tak satu pun persyaratan yang salah atau menyesatkan yang diperkenankan. Pembakuan kejujuran dalam ilmu adalah tinggi bahkan lebih tinggi dari bidang pengadilan. Pembakuan ini disusun dan diawasi pelaksanaannya oleh para ilmuwan itu sendiri. Terdapat beberapa contoh khusus yang ekstrem dalam sejarah ilmu, di mana mereka yang memimpin penelitian, setelah menemukan bahwa para peneliti yang dia pimpin ternyata memalsukan data, lalu melakukan bunuh diri. Sekali saja seorang ilmuwan mengemukakan suatu pernyataan yang salah, atau menyesatkan, sukar sekali bagi para ilmuwan lainnya untuk bisa mempercayai lagi dirinya atau karyanya. Dalam sebuah kasus dalam ilmu sosial pernah terdapat seorang yang mengajukan terjemahan hasil karya orang lain dan mengakui sebagai hasil karyanya sendiri. Ketika para redaksi mengetahui hal ini, mereka

mengumumkan hal itu dalam kolom yang dibatasi garis-garis hitam—seperti pengumuman suatu berita kematian. Beberapa waktu yang lalu, di Amerika Serikat, seorang yang telah dianugerahi gelar Doktor lalu ditemukan bahwa dia telah melakukan pemalsuan dalam disertasinya, universitas yang bersangkutan lalu mencabut kembali gelarnya.

Sifat jelas dapat dipahami adalah perlu agar orang yang lain mengerti apa yang sedang dilaporkan. Perincian yang cukup adalah memerlukan agar ilmuwan dapat melakukan penilaian terhadap karya tersebut atau melakukan pengulangan bila mereka mau.

Pengakuan terhadap ide orang lain adalah perlu karena dua hal. Pertama adalah sopan santun terhadap mereka yang idenya kita pergunakan. Lebih penting lagi, tinjauan pustaka dan daftar kepustakaan akan memungkinkan pembaca untuk menempatkan hasil karya itu dalam urutan perkembangan sejarah ilmu secara tepat dan mudah. Kemampuan untuk melukiskan ini secara baik akan memudahkan penelitian lain disebabkan adanya pemikiran yang sistematis.

Ilmu merupakan milik umum disebabkan alasan lain. Ilmu-ilmu sosial membutuhkan banyak sekali ahli untuk pertumbuhannya—lebih banyak dari ilmu-ilmu lainnya. Hal ini disebabkan banyak kejadian sosial tidak bisa diulang dan terjadi hanya sekali saja atau jangka waktu yang jarang sekali. Ilmu telah lama menyadari, bahwa sebaiknya terdapat banyak orang yang melakukan pengamatan secara sendiri-sendiri, dan setelah itu memakai hasilnya bersama-sama.

B. Suprpto

ATURAN PERMAINAN DALAM ILMU-ILMU ALAM

SALAH satu faktor yang telah membawa ilmu-ilmu alam ke bentuknya yang sekarang ini adalah aturan permainan yang digunakan dalam proses pengembangannya. Sebenarnya memang tidak ada perjanjian tertulis yang membatasi lingkup kerja serta pola para pengembang ilmu-ilmu alam. Namun dalam perjalanan sejarahnya yang cukup panjang itu rupanya telah tumbuh saling pengertian dan kesepakatan yang hidup dan dihayati oleh masyarakat pengembang ilmu-ilmu alam. Di bawah ini akan dicoba diuraikan bagaimana kira-kira pokok-pokok aturan itu dalam bentuk yang sederhana.

1. Pengamatan berulang

Ilmu-ilmu alam membatasi diri dengan hanya membahas gejala-gejala alam yang dapat diamati. Tentu saja kata pengamatan yang dimaksud di sini lebih luas daripada hasil interaksi langsung dengan pancaindera kita, yang lingkup kemampuannya memang sangat terbatas. Banyak gejala alam yang hanya teramati dengan pertolongan alat pembantu, misalnya gelombang radio yang berkeliaran di sekitar kita tanpa mengusik mereka yang ingin tidur nyenyak di malam hari. Tuntutan lebih lanjut bagi gejala alam yang lazim dibahas dalam ilmu-ilmu alam adalah bahwa pengamatan gejala itu dapat diulangi orang lain (*reproducible*). Jadi jika seseorang ingin menyatakan bahwa ia mendapatkan suatu gejala alam baru yang belum terdaftar dalam perbendaharaan ilmu-ilmu alam maka ia perlu memberitahukan semua informasi tentang lingkungan, peralatan serta cara pengamatan

yang digunakan, sehingga memungkinkan orang lain mengamati kembali jika keadaan mengizinkan. Jadi suatu gejala alam baru akan terdaftar dalam perbendaharaan ilmu-ilmu alam (dalam arti dikenai masyarakat pengembang ilmu-ilmu alam) setelah melalui ujian berulang kali sehingga tidak perlu diragukan lagi kebenarannya.

Dalam kenyataan sejarah tentu banyak juga orang yang pernah menyatakari penemuan gejala-gejala baru tetapi tidak memenuhi persyaratan seperti di atas. Adakalanya pernyataan itu disangkal orang lain, tetapi yang lebih sering (barangkali juga lebih sopan) adalah pernyataan itu sekedar tidak ditanggapi. Oleh karena itu seorang pengamat (eksperimentalist) mempertaruhkan reputasinya yang baik pada informasinya yang dapat diandalkan untuk dipakai oleh pengembang ilmu-ilmu alam lainnya sebagai tempat bertumpu bagi perkembangan ilmu lebih lanjut. Mekanisme saringan semacam ini banyak dibantu oleh saluran komunikasi yang efektif berupa majalah ilmu (journals) dengan lingkup pembaca yang luas.

Sekali lagi, dalam praktek tentunya banyak majalah yang dapat diterbitkan. Tetapi tidak semuanya memiliki reputasi yang sama dalam kaca mata masyarakat pengembang ilmu-ilmu alam; reputasi yang baik tumbuh dari kepandaian majalah itu untuk menyaring dan hanya menerbitkan informasi yang kiranya aria dalam lingkup aturan permainan yang berlaku dalam ilmu-ilmu alam.

Pembatasan yang ketat tentang gejala-gejala alam yang lazim dibahas dalam ilmu-ilmu alam itu tentu saja merupakan jaminan untuk membangun ilmu yang tangguh. Akan tetapi di pihak lain hal itu berarti bahwa ilmu-ilmu alam terpaksa melepaskan diri dari masalah-masalah yang mempunyai spektrum variabel yang amat luas, di mana karakterisdik hasil pengamatan sangat tidak menentu, seperti misainya perangai manusia sebagai individu.

2. Jalinan antara teori dengan pengamatan

Ilmu-ilmu alam bukan hanya berupa kumpulan lukisan gejala alam. Ada semacam keyakinan bahwa masing-masing gejala alam itu tidak berdiri sendiri, tetapi saling berkaitan dalam suatu pola sebab akibat yang dapat dipahami dengan penalaran yang saksama. Ini menjadi tugas teori dalam ilmu-ilmu alam. Jika diteliti, sekelompok gejala dapat dirangkum dalam suatu wadah yang meletakkan masing-masing gejala itu pada jalur-jalur yang berkaitan menurut penalaran yang serasi dari aturan sebab akibat yang akan dinamakan Hukum Alam. Teori yang disusun/direka tadi juga perlu memiliki syarat-syarat: pertama harus bertumpu pada gejala alam yang “sah”, yang kedua jika digarap terus-menerus teori tersebut tetap bebas dari konflik penalaran. Untuk memudahkan diadakannya ujian konsistensi yang cermat (kualitatif dan kuantitatif) banyak teori ilmu-ilmu alam terpaksa dilukiskan dalam bahasa matematika. “Bahasa” itu memungkinkan penurunan penalaran dengan jangkauan yang amat jauh, sebab mekanisme sebab akibat bisa dirumuskan secara tepat. Maksudnya dalam matematika terdapat aturan yang merangkaikan penalaran: “jika A maka B, jika B maka C, jika C maka D dan seterusnya” yang sudah dibuktikan kebenarannya. Dengan bentuk perumusan semacam itu teori-teori yang mengandung konflik penalaran lekas tampak dan segera dapat ditanggalkan dari perbendaharaan ilmu-ilmu alam.

Adakalanya gejala-gejala alam yang tersedia masih berupa bahan mentah, jauh dari siap untuk dirangkaikan dalam suatu teori. Untuk itu perlu dikembangkan konsep-konsep baru sebagai penolong. Konsep-konsep tersebut meskipun kadang-kadang sangat abstrak (dan pakai nama mentereng) namun harus tetap murni, artinya ada pengamatan atau pengukuran yang sanggup memberi informasi tentang nilai konsep tersebut. Contoh yang sederhana adalah konsep energi (sekarang populer gara-gara krisis energi). Jika ada proses alam, energi akan terkait pada masing-masing komponen yang ikut serta. Salah satu teori ilmu-ilmu alam dirumuskan dengan menyatakan

bahwa apa pun gejala atau proses alam yang terjadi, jumlah energi tidak berubah (dikenal dengan nama Hukum Kekekalan Energi). Hukum ini hanya ada artinya setelah dirumuskan cara yang operasional untuk mengaitkan nilai energi pada setiap komponen, dan cara itu tidak boleh berubah untuk kasus-kasus yang berbeda.

Kecermatan yang diperoleh dari perumusan teori ilmu-ilmu alam dalam bahasa matematika serta penggunaan konsep-konsep dengan nama mentereng itu rupanya harus dibayar amat mahal. Bahasa matematika menggunakan simbol-simbol yang sering kali susah dipahami oleh masyarakat luas, ini menyebabkan ilmu-ilmu alam menjadi ilmu yang tidak populer. Masih ada yang lebih menyedihkan lagi. Bersamaan dengan berkembangnya ilmu-ilmu alam, kisah-kisah khayalan ilmu juga ikut muncul sebagai hiburan yang menarik. Karena khayalan ilmu perlu memberi kesan seperti ilmu maka digunakan pula istilah atau simbol yang mirip dengan istilah dan simbol dalam ilmu-ilmu alam. Akibatnya, sering kali sukar bagi merjika yang tidak sempat mendalami ilmu-ilmu alam untuk membedakan mana yang khayalan dan mana yang bukan khayalan. Di negara-negara di mana ilmu-ilmu alam masih hampir seratus persen merupakan barang impor, mudah terjadi tragedi masyarakat tertipu oleh berita orang menemukan gejala alam baru ataupun teori ilmu-ilmu alam baru. Masyarakat perlu terlatih untuk menyadari bahwa konsep-konsep dengan nama mentereng dan simbol-simbol matematika yang rumit bukanlah jaminan bahwa yang diungkapkannya dapat digolongkan dalam ilmu-ilmu alam. Cerita tentang buah apel yang jatuh di kepala Isaac Newton dan mengilhami teori gravitasinya yang terkenal itu memang sering memberi kesan yang keliru tentang lahirnya teori dalam ilmu-ilmu alam, seolah-olah suatu teori yang besar dapat lahir dari argumentasi satu orang saja dan didasarkan atas satu hasil pengamatan. Teori Newton lahir melalui proses yang cukup panjang, dibuka oleh revolusi pemikiran Copernicus, didahului oleh teori dan pengamatan Galileo, dirintis oleh tumpukan data Tycho Brahe

yang digarap oleh Kepler. Teori Relativitas Einstein juga dibangun bertumpu sekurangnya pada hasil percobaan Michelson Morley, aturan-aturan yang dikembangkan oleh Lorentz dan matematika yang disiapkan oleh Minkovski. Teori kuantum juga harus dirintis dahulu oleh rentetan eksperimen dan teori (Planck, Rydberg, Bohr, Einstein dan Somerfeld) sebelum dapat dirumuskan oleh Schrodinger dan Heisenberg. Dengan perkataan lain teori yang besar dalam ilmu-ilmu alam umumnya lahir sebagai karya bersama dari rentetan pengamatan dan teori yang saling menopang.

3. Kemampuan meramalkan gejala alam yang lain

Ilmu yang hanya sanggup mengumpulkan informasi dan merangkaiannya akan berupa ilmu yang pasif. Memang, dengan mengumpulkan gejala-gejala alam serta menyusunnya dalam pola sebab-akibat yang serasi kita sudah dapat merasa senang, sebab sudah memahami apa yang terjadi di alam ini. Lebih dari itu, jika pola susunan rangkaian gejala itu sangat rapi maka kita dapat menikmati keindahan alam dalam kerangka ilmu yang menarik. Rupanya ilmu-ilmu alam belum puas dengan ilmu semacam itu dan sudah melangkah lebih jauh lagi. Ini sudah sewajarnya sebab gejala-gejala alam yang dikumpulkan tentunya akan selalu bertambah, berarti banyak yang masih harus digali. Jika itu harus dilaksanakan dengan coba-coba maka area penggaliannya akan terbatas oleh persepsi dan kemampuan coba-coba itu yang tentunya mempunyai lingkup yang sangat terbatas. Di samping itu apakah teori yang sanggup merangkum gejala-gejala yang sudah terkumpul itu boleh dikatakan sebagai satu-satunya teori yang berlaku betapapun teori itu bebas dari konflik penalaran? Kalau ternyata banyak teori lain yang juga sanggup merangkai gejala-gejala itu dalam pola yang lain, mana yang akan dipilih? Tanpa pedoman pemilihan, ilmu-ilmu alam akan menjadi ilmu yang tawar. Maka diambil pedoman untuk menuntut

suatu teori ilmu-ilmu alam agar tidak hanya sanggup merangkai gejala-gejala yang telah diketahui tetapi juga sanggup meramalkan gejala alam lain yang belum dikenal, sebagai konsekuensi logis dari pola penalaran yang dipergunakannya. Gejala ramalan itu pun harus dirumuskan dalam bentuk operasional sehingga memungkinkan untuk diuji dengan eksperimen. Dengan tuntutan ini dapat disaring teori yang paling meyakinkan dan sekaitgus dapat dibuka cakrawala baru bagi usaha pengumpulan gejala-gejala alam seterusnya.

Sebagai contoh yang sederhana dapat dikemukakan kisah penemuan gelombang radio yang kini kita pergunakan sebagai alat telekomunikasi. Gejala kelistrikan dalam bentuk pengamatan dan teori ditemukan dan disusun oleh banyak orang: Coulomb, Faraday, Ampere, dan sebagainya. Maxwell berusaha merangkai hasil-hasil tersebut dalam bahasa matematika yang lebih bagus (cermat dan sederhana). Dalam usahanya itu didapatinya sesuatu “kekurangan” jika teori itu harus menjadi teori yang bebas dari konflik penalaran. Maka ditambahkan sesuatu untuk menutup “kekurangan” itu, tetapi tambahan ini kalau diungkapkan secara operasional akan membawa akibat adanya gejala baru: suatu getaran listrik akan memancarkan pengaruh sekelilingnya secara berantai tanpa memerlukan media. Ramalan itu diamati oleh Hertz beberapa tahun kemudian setelah peralatannya memungkinkan. Kini daftar gejala alam yang diramalkan lebih dahulu sebelum dapat diamati sudah cukup panjang.

Begitulah kira-kira aturan permainan yang berlaku. Lingkup kerja ilmu-ilmu alam sangat terbatas, dan belum semua gejala alam diketahui. Jadi jangan mengharapkan ilmu-ilmu alam untuk menjawab semua pertanyaan tentang peristiwa alam. Tetapi jika jawaban itu ada, maka jawabannya dapat diandalkan, dan pada abad kedua puluh ini cukup banyak yang dapat dijawab oleh ilmu-ilmu alam.

Deobold B. Van Dalen

ILMU-ILMU ALAM DAN ILMU-ILMU SOSIAL: BEBERAPA PERBEDAAN

DIBANDINGKAN dengan ilmu-ilmu alam yang telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, ilmu-ilmu sosial agak tertinggal di belakang. Beberapa ahli bahkan berpendapat bahwa ilmu-ilmu sosial takkan pernah menjadi ilmu dalam artian yang sepenuhnya. Di pihak lain terdapat pendapat bahwa secara lambat-laun ilmu-ilmu sosial akan berkembang juga meskipun tak akan mencapai derajat keilmuan seperti apa yang dicapai ilmu-ilmu alam. Menurut kalangan lain adalah tak dapat disangkal bahwa dewasa ini ilmu-ilmu sosial masih berada dalam tingkat yang belum dewasa. Walaupun begitu mereka beranggapan bahwa penelitian-penelitian di bidang ini akan mencapai derajat keilmuan yang sama seperti apa yang dicapai ilmu-ilmu alam. Terdapat beberapa kesulitan untuk merealisasikan tujuan ini karena beberapa sifat dari objek yang diteliti ilmu-ilmu sosial. Seperti diketahui ilmu-ilmu sosial mempelajari tingkah laku manusia. Karangan di bawah ini akan mencoba menjelaskan beberapa asas yang melandasi tingkah laku tersebut yang menyebabkan ahli-ahli ilmu sosial mendapatkan kesulitan untuk menerangkan, meramalkan dan mengontrol gejala-gejala sosial.

Objek Penelaahan yang Kompleks

Gejala sosial adalah lebih kompleks dibandingkan dengan gejala alami. Ahli ilmu alam berhubungan dengan satu jenis gejala yakni gejala yang bersifat fisik. Gejala sosial juga mempunyai karakteristik fisik namun diperlukan penjelasan yang lebih dalam untuk mampu menerangkan gejala tersebut. Untuk menjelaskan hal ini berdasarkan

hukum-hukum seperti yang terdapat dalam ilmu alam atau ilmu hayat adalah tidak cukup. Jika seorang guru menghukum anak didiknya dengan jalan merotan maka hukum-hukum ilmu kimia, ilmu alam dan ilmu fisiologi akan mampu menerangkan sebagian dari kejadian tersebut. Akan tetapi hal yang lebih asasi tidak terjangkau oleh penjelasan tersebut. Mengapa guru tersebut menghukum anak didiknya? Bagaimana perasaan anak tadi terhadap hukumannya? Apakah reaksi si orang tua murid dan staf pengajar lainnya terhadap perlakuan ini?

Ahli ilmu alam berhubungan dengan gejala fisik yang bersifat umum. Penelaahannya meliputi beberapa variabel dalam jumlah yang relatif kecil yang dapat diukur secara tepat. Ilmu-ilmu sosial mempelajari manusia baik seiaku perseorangan maupun selaku anggota dari suatu kelompok sosial yang menyebabkan situasinya bertambah rumit. Variabel dalam penelaahan sosial adalah relatif banyak yang kadang-kadang membingungkan si peneliti.

Jika seorang ahli ilmu alam mempelajari suatu eksplosi kimiawi maka hanya beberapa faktor fisik yang berhubungan dengan kejadian tersebut. Jika seorang ahli ilmu sosial mempelajari suatu eksplosi sosial yang berupa huru-hara atau kejahatan maka terdapat faktor yang banyak sekali di mana terdapat di antaranya faktor-faktor yang tidak bersifat fisik: senjata yang digunakan, kekuatan dan arah tusukan, urat darah yang tersayat, si pembunuh yang meluap-luap, dendam kesumat pertikaian, faktor biologis keturunan, tekanan dari kalangan masyarakat, kurangnya perlindungan keamanan, malam yang panas dan memberangsang, pertikaian dengan orang tua, kemiskinan, dan masalah ketegangan rasial.

Sejumlah penjelasan yang bersifat fisik bisa diketengahkan untuk suatu kejahatan atau gejala sosial lainnya. Walaupun begitu, gejala sosial tidak hanya mencakup faktor-faktor fisik saja melainkan mencakup aspek-aspek sosiologis, psikologis atau biologis, atau kombinasi dari aspek-aspek ini. Gejala tersebut dapat diterangkan

lewat berbagai pola pendekatan urupamanya perkembangan, waktu, tipe, tempat, kegiatan, motivasi, atau kecenderungan. Tingkat-tingkat kejadian suatu peristiwa sosial selalu menyulitkan ahli ilmu sosial untuk menetapkan aspek-aspek apa saja yang terlibat, pola pendekatan mana yang paling tepat dan variabel-variabel apa saja yang termasuk.

Kesukaran dalam Pengamatan

Pengamatan langsung gejala sosial lebih sulit dibandingkan dengan gejala ilmu-ilmu alam, ahli ilmu sosial tak mungkin melihat, mendengar, meraba, mencium, atau mengecap gejala yang sudah terjadi di masa lalu. Seorang ahli pendidikan yang sedang mempelajari sistefn persekolahan di zaman penjajahan dulu kala tidak dapat melihat dengan mata kepala sendiri kejadian-kejadian tersebut. Seorang ahli ilmu kimia atau ahli ilmu fisika yang bisa mengulang kejadian yang sama tiap waktu dan mengamati suatu kejadian tertentu secara langsung. Hal ini berlainan sekali dengan ahli ilmu jiwa yang tak mungkin mencampurkan ramuan-ramuan ke dalam tabung reaksi untuk bisa merekonstruksi masa kanak-kanak seorang manusia dewasa. Hakiki dari gejala ilmu-ilmu sosial tidak memungkinkan pengamatan secara langsung dan berulang.

Ahli ilmu sosial mungkin bisa mengamati beberapa gejala sosial secara langsung walaupun begitu terdapat beberapa kesulitan untuk melakukan hal tersebut secara keseluruhan. Di dalam laboratorium di mana diteliti tingkah laku anak-anak yang sedang belajar mungkin saja si peneliti mengamati kapan si A memukul si B, atau hal-hal lain seperti berapa kalimat mampu dibaca seorang anak dalam waktu satu menit dan daya pendengaran anak tersebut. Namun beberapa faktor sosial seperti kesukaan, motivasi dan impian merupakan sesuatu yang bersifat pribadi dan tertutup yang tak terjamah oleh pengamatan umum. Dalam hal ini si peneliti bisa melakukan dua pilihan: apakah dia akan menginterpretasikan hal-hal yang tertutup tadi berdasarkan

pengalamannya pribadi, suatu hal yang sangat mungkin untuk membuat kekeliruan; ataukah dia akan mendasarkan pada pengakuan anak-anak tersebut yang juga tidak terlepas dari kemungkinan tidak benar.

Gejala sosial lebih bervariasi dibandingkan dengan gejala fisik. Pada umumnya pengamatan tiap cc dari sejumlah volume asam sulfat menghasilkan kesimpulan yang tidak berbeda mengenai mutu asam tersebut. Pengamatan terhadap 30 orang anak kelas 1 Sekolah Menengah Pertama di kota tertentu akan lain sekali kesimpulannya dengan pengamatan terhadap jumlah murid dan sekolah yang sama di kota lain, umpamanya, ditinjau dari segi umur anak-anak tersebut. Tinggi tubuh, berat badan, jumlah khujanan kata-kata yang dikuasai, partisipasi dalam permainan dan kemampuan berhitung dari seorang anak umur 10 tahun akan bervariasi sekali dari anak yang satu ke anak yang lain yang sebaya. Di dalam situasi tertentu seorang ahli ilmu sosial akan memperlakukan setiap individu secara sama rata umpamanya dalam tabulasi waktu lahir mereka. Akan tetapi karena variasi yang nyata dari hakiki manusia maka pengambilan kesimpulan secara umum dari pengambilan contoh (sample) dalam ilmu-ilmu sosial kadang-kadang adalah berbahaya.

Objek Penelaahan yang tak Terulang

Gejala fisik pada umumnya bersifat seragam dan gejala tersebut dapat diamati sekarang. Gejala sosial banyak yang bersifat unik dan sukar untuk terulang kembali. Abstraksi secara tepat dapat dilakukan terhadap gejala fisik lewat perumusan kuantitatif dan hukum yang berlaku secara umum. Masalah sosial sering kali bersifat spesifik dalam konteks historis tertentu. Kejadian tersebut bersifat mandiri di mana mungkin saja terjadi pengulangan yang sama dalam waktu yang berbeda namun tak pernah serupa seluruhnya. Beberapa kesimpulan yang bersifat umum mungkin saja dapat ditarik dari

kejadian-kejadian yang mempunyai faktor-faktor yang serupa. Umpamanya antara peperangan, penyerbuan dan revolusi atau antara makhluk dewasa, remaja dan anak-anak. Walaupun begitu suatu kejadian sosial mempunyai hakikat yang unik dan tak terulang yang menyebabkan si peneliti harus memahami kejadian tersebut dalam konteks secara keseluruhan. Usaha untuk mengadakan abstraksi dalam rangka menyusun kesimpulan yang bersifat umum terhadap beberapa kejadian sosial tak mungkin dilakukan sepenuhnya untuk tidak menghilangkan hakikat sebenarnya dari kejadian-kejadian tersebut. Bervariasinya kejadian-kejadian sosial ditambah dengan sulitnya pengamatan secara langsung waktu penelaahan dilakukan menyebabkan sukarnya mengembangkan dan menguji hukum-hukum sosial.

Hubungan antara Ahli dan Objek Penelaahan Sosial

Gejala fisik seperti unsur kimia bukanlah suatu individu melainkan barang mati, Ahli ilmu alam tidak usah memperhitungkan tujuan atau motif dari planet atau lautan. Tetapi ahli ilmu sosial mempelajari manusia yang merupakan makhluk yang penuh tujuan dalam tingkah lakunya. Manusia bertindak sesuai dengan keinginannya dan mempunyai kemampuan untuk melakukan pilihan atas tindakan yang akan diambilnya. Hal ini menyebabkan manusia untuk melakukan perubahan dalam tindakannya. Karena objek penelaahan ilmu sosial sangat dipengaruhi oleh keinginan dan pilihan manusia maka gejala sosial berubah secara tetap sesuai dengan tindakan manusia yang didasari keinginan dan pilihan tersebut.

Ahli ilmu alam menyelidiki proses alami dan menyusun hukum yang bersifat umum mengenai proses tadi. Dia tidak bermaksud untuk mengubah alam atau harus setuju dan tidak setuju dengan proses tersebut. Dia hanya berharap bahwa pengetahuan mengenai gejala fisik dari alam akan memungkinkan manusia untuk memanfaatkan

proses alam. Jika seorang ahli ilmu alam menyusun suatu hipotesis untuk menerangkan gejala fisik tertentu maka dia tahu dengan pasti bahwa kesimpulannya yang bersifat umum tidak akan mengubah karakteristik objek yang ditelaah. Jika seorang ahli astronomi merumuskan suatu kesimpulan umum mengenai orbit dari planet-planet maka dia tak mengharapkan bahwa planet-planet tersebut akan memberikan reaksi terhadap teorinya. Benda-benda dirgantara tersebut akan tetap tidak berubah oleh kesimpulan tersebut. Mereka tak akan mengadakan kongres untuk berkampanye dalam rangka mendukung hukum perorbitan yang baru.

Ilmu-ilmu sosial tak bisa terlepas dari jalinan unsur-unsuf kejadian sosial. Kesimpulan umum mengenai suatu gejala sosial bisa memengaruhi kegiatan sosial tersebut. Jika masyarakat menerima suatu teori mengenai gejala sosial tertentu maka terdapat kemungkinan bahwa mereka memutuskan untuk mengadakan penyesuaian sesuai dengan pengetahuan baru tersebut sehingga untuk selanjutnya kesimpulan itu tak berlaku lagi. Hal ini menyebabkan lebih sukarnya membuat ramalan di bidang ekonomi dan pendidikan dibandingkan dengan astronomi atau fisika. Jika seorang ahli sosial meramalkan bahwa sejumlah 600 orang akan meninggal karena kecelakaan lalu lintas selama hari Lebaran yang akan datang, maka besar kemungkinan ramalan itu akan meleset. Masyarakat akan terkejut oleh pengumuman tersebut dan melakukan usaha-usaha untuk mengurangi bahaya kecelakaan dengan berbagai usaha penyelamatan, Penemuan di bidang ilmu alam baru akan kehilangan artinya setelah digantikan oleh penemuan baru yang mampu menerangkan objek penelaahan yang sama secara lebih baik. Penemuan di bidang ilmu-ilmu sosial akan kehilangan artinya setelah pengetahuan tersebut menyebabkan manusia mengubah kondisi sosial mereka.

Ahli ilmu sosial tidaklah bersikap sebagai penonton yang menyaksikan suatu proses kejadian sosial. Dia merupakan bagian integral dari objek kehidupan yang ditelaahnya. Manusia bisa meneliti

gejala fisik seperti struktur protoplasma tanpa terlibat secara pribadi namun hal ini lain sekali dengan objek penelaahan sosial. Minatnya, nilai-nilai hidupnya, kegemarannya, dan tujuan penelaahannya akan memengaruhi pertimbangan-pertimbangan dalam mempelajari gejala sosial tersebut. Sukar sekali bagi seorang manusia untuk tetap bersikap objektif dalam masalah rasial, umpamanya, dibandingkan dengan reaksi kimia dalam tabung. Atau dalam mempelajari sistem komunisme dalam masyarakat dibandingkan dengan sistem tata surya dalam jagat raya. Keterlibatan secara emosional terhadap nilai-nilai tertentu menyebabkan seorang ahli ilmu-ilmu sosial cenderung untuk ikut bersetuju atau menolak suatu proses sosial tertentu. Menghilangkan kecenderungan-kecenderungan yang bersifat pribadi untuk tetap objektif adalah sukar dalam penelaahan ilmu-ilmu sosial.

Ahli ilmu alam mempelajari fakta di mana dia memusatkan perhatiannya pada keadaan yang terdapat pada alam. Ahli ilmu sosial juga mempelajari fakta umpamanya mengenai kondisi-kondisi yang terdapat dalam suatu masyarakat. Untuk maksud tersebut dia mempelajari faktor-faktor seperti ciri-ciri dan sebab kemiskinan, kenakalan remaja, tingkat kegiatan membaca dan lain sebagainya. Namun seorang ahli ilmu sosial tidak berhenti di sini, dia tidak tertarik hanya pada pola masyarakat seperti yang sekarang dia hadapi, dia akan cenderung untuk mengembangkan pemikiran mengenai pola masyarakat yang lebih didambakan. Beberapa ahli ilmu sosial mencoba untuk tidak terlibat dalam persoalan ini namun secara tak sadar mereka beranggapan bahwa pola masyarakat yang ada sekarang cukup idel untuk tidak diubah. Beberapa peneliti mungkin juga tidak mencakup persoalan mengenai pola yang seharusnya ini dalam penemuan mereka namun peneliti-peneliti selanjutnya mungkin akan mengembangkannya berdasarkan penemuan-penemuan tadi. Karena objek penelaahan ilmu-ilmu sosial sangat intim berhubungan dengan manusia yang bersifat penuh tujuan tertentu, makhluk yang selalu mencari nilai-nilai dalam aspek kehidupannya, ilmu-ilmu sosial

menghadapi masalah yang unik yang tidak terdapat dalam ilmu-ilmu alam.

Ahli ilmu sosial harus mengatasi berbagai rintangan jika mereka berharap untuk membuat kemajuan yang berarti dalam menerangkan, meramalkan, dan mengontrol kelakuan manusia. Kemajuan ini hanya dapat dicapai lewat penyelidikan yang gigih dan sabar. Disebabkan kemajuan yang sangat pesat yang dicapai ahli-ahli ilmu alam dalam menyingkap rahasia dunia fisik dalam abad yang lewat, ahli-ahli ilmu sosial harus memecahkan masalah kemanusiaan dengan tenaga baru. Perkembangan tenaga atom, transportasi berkecepatan tinggi, dan proses otomatisasi telah menyebabkan masalah sosial berlipat ganda dan berbagai masalah ini harus dipecahkan bila masyarakat ingin terus hidup. Di dalam dunia modern terdapat suatu kebutuhan yang mendesak dalam penelitian psikologi, pendidikan, sosiologi, dan ekonomi. Usaha yang sungguh-sungguh harus dilakukan untuk mendidik sarjana yang dapat membawa kemajuan sosial sejajar dengan kemajuan ilmu-ilmu alam.

Richard S. Rudner

PERBEDAAN ANTARA ILMU-ILMU ALAM DAN ILMU-ILMU SOSIAL: SUATU PEMBAHASAN

SELAMA bertahun-tahun, ilmu-ilmu sosial telah menjadi arena bagi sejumlah kritik; di mana kritik yang dikemukakan adalah bermacam-macam, mulai dari keraguan tentang kegiatan ahli ilmu-ilmu sosial karena “ilmu-ilmu sosial adalah tidak mungkin” sampai kepada rasa ngeri terhadap kegiatan ahli ilmu-ilmu sosial karena “terlalu banyak pengetahuan sosial akan membahayakan kebebasan manusia”. Pembahasan ini akan mencoba memberikan penilaian terhadap beberapa pokok permasalahan yang penting yang disuarakan oleh para kritikus yang ragu-ragu terhadap status keilmuan dari ilmu-ilmu sosial.

Marilah kita mulai dengan mempelajari argumentasi dari mereka yang berpendapat bahwa gejala sosial adalah terlalu rumit untuk diselidiki secara keilmuan, suatu kritik yang kadang-kadang dimulai dengan suatu pendapat bahwa hukum ilmu-ilmu sosial, jika memang ada, paling jauh hanya berupa “semata-mata kemungkinan (probabilistik)”. Kadang orang menganggap bahwa kegagalan ahli ilmu-ilmu sosial dalam menerapkan hukum yang non-probabilistik adalah disebabkan oleh rumitnya gejala yang harus dihadapinya, suatu hal yang kontras sekali bila dibandingkan dengan bidang keilmuan dari disiplin-disiplin lain yang lebih beruntung. Adakah dasar bagi kritik ini?

Sebenarnya kritik ini agak sukar untuk dinilai karena beberapa kritikus yang melontarkannya mempunyai pendapat yang berbeda-beda. Sebagai contoh, beberapa kritikus tidak saja menyerang rumitnya gejala sosial sebagai dasar untuk menyimpulkan bahwa ilmu-ilmu

sosial adalah tidak mungkin, namun juga menyerang semua ilmu yang menurut mereka adalah tidak mungkin karena rumitnya semua gejala. Dalam hal ini maka bukan saja perilaku manusia yang terlalu kompleks “untuk ditangkap” atau diterangkan oleh ilmu namun juga termasuk di dalamnya bidang-bidang yang bukan sosial, seperti liku-liku dari pola sehelai daun, permainan cahaya dan bayang-bayang di tengah padang rumput pada suatu petang yang redup, mengalirnya secara perlahan suatu anak sungai—pada kenyataannya mencakup semua gejala fisika dan biologi—di mana eksistensi mereka yang rumit dan unik tak mungkin untuk dikotak-kotakkan secara keilmuan tanpa memutarbalikkan keadaan yang sebenarnya. Ada baiknya untuk meninggalkan tesis tersebut sebelum mempelajari tuduhan yang serupa yang hanya menempatkan ilmu-ilmu sosial dalam suatu kedudukan yang tak menyenangkan ini.

Ternyata bahwa baik argumentasi mengenai ketidakmungkinan semua ilmu maupun ilmu sosial ditinjau dari segi deskripsi yang kasar, keunikan objek, abstraksi, pemutarbalikan penelaahan keilmuan dan ketidakmampuan untuk menangkap kenyataan, semuanya didasarkan pada anggapan salah tentang hakikat ilmu.

Kesalahan tentang Hakikat Ilmu

Kesalahan di sini dimulai dengan salah pengertian mengenai apa yang dinamakan ilmu dan apa yang dikerjakannya. Kesalahan dalam menjawab pertanyaan ini adalah demikian asasi, sebenarnya sukar untuk percaya bahwa orang akan membuat kesalahan ini, di mana terdapat anggapan bahwa fungsi ilmu adalah mereproduksi kenyataan, dan oleh sebab itu maka ilmu yang tidak berhasil melakukannya adalah ilmu yang gagal. Pada hakikatnya kesalahan ini terletak pada kekacauan antara sebuah deskripsi dengan apa yang dideskripsikan. Albert Einstein pernah mengemukakan bahwa bukanlah fungsi ilmu untuk “memberikan rasa lezat semangkuk

sup”. Suatu deskripsi tentang kelezatan sup jelas bukanlah kelezatan sup itu sendiri. Bila dipikirkan lebih jauh kiranya tak terdapat alasan apa pun bagi kita untuk menganggap bahwa suatu deskripsi tentang sifat-sifat semangkuk sup haruslah mempunyai rasa seperti sup itu sendiri. Sungguh pun demikian tuntutan seperti ini terhadap ilmu menimbulkan kekacauan yang mengejutkan. Tentu saja, jika kita cukup cerdas dan beruntung, dan mengkaji dengan akal sehat informasi yang terkandung dalam pernyataan keilmuan, maka deskripsi ilmu mendudukan kita pada sebuah posisi yang memungkinkan kita mampu untuk mengecap rasa sup. Namun hal ini amat berbeda dengan tuduhan bahwa pernyataan-pernyataan ilmu (yang berhubungan dengan rasa sup) adalah kurang sempurna, atau sampai batas-batas tertentu adalah gagal, karena mereka tidak mempunyai rasa seperti sup.

Suatu kekacauan lain yang ada kaitannya dengan hal ini, namun tidak terlalu menonjol, adalah kekacauan tentang sifat dan fungsi dari ilmu, di mana terdapat anggapan bahwa fungsi ilmu bukan saja untuk memproduksi alam secara harfiah, namun juga bahwa pernyataan keilmuan harus membawakan sensasi, reaksi atau tanggapan terhadap rangsang yang betul-betul sama, atau hampir sama, atau dengan perkataan lain memberikan pengalaman yang sama. Terdapat anggapan bahwa kegiatan-kegiatan tersebut merupakan fungsi seni—puisi atau seni lukis—dan fungsi itu tidak sesuai dengan tujuan perumusan keilmuan, di mana penggambaran pengalaman seperti ini adalah tidak cocok dengan penggunaannya dalam meramalkan, menjelaskan dan fungsi-fungsi keilmuan lainnya. Jadi, dasar tuduhan bahwa “kenyataan adalah terlalu rumit untuk ditangkap” adalah terletak pada kekacauan tentang pernyataan keilmuan dalam hubungan dengan apa yang dideskripsikan dalam dunia sebenarnya, dan oleh sebab itu tuduhan ini tak dapat diterima. Suatu kesalahan yang asasi yang disebabkan salah pengertian tentang hakikat dan fungsi pernyataan keilmuan.

Tuduhan terhadap Ilmu-Ilmu Sosial

Tuduhan terhadap ilmu-ilmu sosial yang dianggap gagal dalam menangkap (yakni memproduksi atau memberikan gambaran psikologis yang ekuivalen) gelak tertawa seorang bayi yang bermain dengan orang tuanya, kebingungan yang sendu dari seorang remaja, keunikan interaksi sosial dari sebuah rapat Dewan Direktur atau perjamuan tidak resmi, sering sekali didasarkan pada kegagalan dalam membedakan antara pernyataan beserta sistematika yang dipakainya dengan gejala sosial yang dinyatakan oleh pernyataan tersebut.

Namun tidak semua argumentasi tentang kerumitan gejala sosial yang menyebabkan ketidakmungkinan ilmu-ilmu sosial (atau suatu ilmu sosial yang metodologinya adalah sama dengan ilmu-ilmu yang lainnya) berdasarkan anggapan di atas. Rangkaian argumentasi yang lain didasarkan pada tuduhan bahwa metode keilmuan tidak mampu untuk menangkap “keunikan” gejala sosial dan manusiawi. Karena penelaah-penelaah sosial tertarik kepada keunikan tiap-tiap kejadian sosial, padahal metode keilmuan hanya mampu mensistematikan berdasarkan generalisasi, maka keadaan ini menyebabkan harus diterapkannya metode yang lain dalam ilmu-ilmu sosial.

Untuk menentukan sejauh mana argumentasi semacam ini mampu meyakinkan kita maka pertama-tama haruslah ditanyakan dulu kepada diri kita sendiri apa yang diartikan dengan unik dan istilah-istilah yang serupa dalam lingkup ini. Kiranya jelas bahwa suatu bentuk adalah unik secara hakiki, jika dan hanya jika, bentuk itu berbeda dari bentuk-bentuk lainnya. Tetapi secara hakiki juga berarti bahwa sebuah bentuk berbeda dengan semua bentuk lainnya, jika dan hanya jika, tidak terdapat bentuk-bentuk lain yang mempunyai sifat-sifat yang sama. Jadi dari setiap dua benda yang berbeda A dan B, akan terdapat paling tidak satu sifat yang dipunyai yang satu namun tidak dipunyai oleh yang lainnya. Ini bukanlah semata-mata suatu

tentang penemuan fakta; ini adalah suatu masalah logika, karena ini merupakan bagian dari apa yang dimaksud dengan mengatakan bahwa bentuk-bentuk adalah berbeda atau tidak identik.

Kesimpulan akhir dari uraian di atas adalah bahwa tiap-tiap bentuk adalah berbeda dari bentuk-bentuk lainnya, yakni tidak terdapat dua bentuk yang identik, karena jika mereka identik maka mereka tidak akan berjumlah dua. Konsekuensinya adalah bahwa semua gejala, dan bukan semata-mata gejala ilmu-ilmu sosial adalah unik. Lebih lanjut dapat kita katakan bahwa jika anggapan mengenai keunikan ini adalah benar, dan jika pengertian yang dimaksud mengenai keunikan adalah seperti apa yang diuraikan di atas, maka bukan hanya ilmu-ilmu sosial namun semua ilmu adalah tidak mungkin. Karena jelas, dalam pengertian ini, setiap gejala fisik adalah “sama uniknya” seperti setiap gejala atau bentuk sosial. Selaras dengan itu maka argumentasi berdasarkan pengertian keunikan ini tidak mendukung sama sekali suatu pandangan bahwa harus terdapat perceraian yang radikal antara metodologi ilmu-ilmu sosial dan nonsosial.

Tentang Pemunculan (Emergentisme)

Erat hubungannya dengan argumentasi tentang harus adanya suatu perbedaan radikal dalam metodologi terdapat anggapan yang lebih maju yakni argumentasi mengenai pemunculan. Kaum emergentis sering berpendapat lebih moderat, di mana menurut mereka terdapat beberapa gejala sosial (dan juga, beberapa gejala fisik dan biologi), namun tidak seluruhnya, yang tidak dapat diteliti secara keilmuan, sejauh penelitian ini menyangkut hukum sebab akibat. Keraguan ini kadang-kadang didasarkan pada suatu tesis khusus—yakni tesis tentang pemunculan mutlak—yang mengemukakan kepercayaan bahwa beberapa peristiwa, pada prinsipnya, adalah tidak dapat diramalkan (atau dengan perkataan lain, terdapat peristiwa-peristiwa yang peramalannya secara logis adalah tidak mungkin), karena

mereka tidak dihubungkan dengan peristiwa-peristiwa lainnya dalam suatu bentuk yang berupa hukum. Di pihak lain, tesis pemunculan relatif mengemukakan bahwa disebabkan keadaan-keadaan tertentu (seperti tingkat perkembangan teknologi atau pengetahuan kita, atau tidak terjangkaunya gejala oleh pengamatan kita pada suatu waktu tertentu), secara teknis tidak mungkin untuk meramalkan peristiwa-peristiwa tertentu.

Meskipun tesis tentang pemunculan relatif kebenarannya tidak lagi diragukan namun hal ini tidaklah berarti bahwa setiap gejala sosial tertutup bagi penyelidikan dengan menggunakan metode keilmuan. Karena dalam tesis pemunculan mutlak, suatu tesis yang berdalil bahwa metode keilmuan sama sekali tak dapat diterapkan, tidak mempunyai bukti yang mendukungnya. Tesis ini adalah sangat asasi. Untuk menyusun tesis tersebut maka seseorang bukan saja harus membuktikan bahwa tidak ada hipotesis yang serupa yang telah dirumuskan yang diterapkan pada peristiwa yang disangka muncul tersebut, atau, takkan terdapat suatu hipotesis apa pun yang akan dirumuskan di masa mendatang, namun juga ia harus membuktikan bahwa secara logis tidak mungkin untuk merumuskan hipotesis semacam itu. Dalam hal ini pendukung-pendukung tesis tersebut belum dapat memberikan bukti-bukti tersebut dan sebenarnya sukar untuk dibayangkan bagaimana bukti-bukti tersebut dapat diberikan. Sejarah ilmu telah mempunyai contoh di mana beberapa kejadian dianggap sebagai suatu pemunculan mutlak, di mana kemudian terbukti bahwa hal ini tidaklah bersifat liar biasa, yang merupakan kekecualian dari pola kejadian-kejadian yang biasa.

Verstehen

Tak ada diskusi yang sungguh-sungguh tentang tuduhan bahwa gejala sosial tidak dapat dicakup oleh penyelidikan keilmuan tanpa pertama-

tama membahas apa yang dinamakan *Verstehen** atau pengertian yang mendalam. Seperti dalam hal di atas maka pendukung tesis ini berpendapat bahwa metodologi ilmu-ilmu sosial haruslah berbeda secara radikal dengan ilmu-ilmu yang lainnya.

Dalam mengkaji masalah ini adalah penting untuk membedakan dengan jelas dalam pikiran kita antara pengertian metodologi dengan teknik, antara pengesahan dan penemuan. Masalah di sini bukanlah persoalan apakah dengan tercapainya suatu pengertian yang mendalam tentang beberapa pokok persoalan (di mana hal ini mungkin dicapai dengan pendekatan psikologis yang memberikan kita gambaran dengan jalan “menempatkan diri kita pada kedudukan objek yang ditelaah”) adalah berguna, atau apakah *Verstehen* merupakan teknik dalam menemukan dan hipotesis. Masalahnya juga bukan persoalan apakah teknik-teknik penemuan seperti itu adalah khusus bagi ilmu-ilmu sosial.

Masalah yang sebenarnya adalah apakah *Verstehen* merupakan metode yang dapat diandalkan dalam proses pengesahan hipotesis gejala sosial. Pertanyaan ini sebaiknya ditinjau dalam dua tahap. Pertama, dalam pengertian apa, jika memang ada, bahwa *Verstehen* adalah suatu metode pengesahan? Kedua, apakah memang *Verstehen* merupakan metodologi yang penting hanya bagi ilmu-ilmu sosial itu sendiri?

Berkenaan dengan pertanyaan pertama kiranya jelas bahwa beberapa kali metodologi ilmu-ilmu sosial berpendapat bahwa tujuan dari penelaahan sosial adalah untuk mendapatkan pengertian yang

* *Verstehen* adalah metode dalam memperoleh pengetahuan yang secara harfiah berarti “pengertian”, suatu kontras dengan apa yang disebut *Witien* yang berarti “mengetahui”. Dalam hal ini dianggap bahwa tujuan ilmu-ilmu sosial bukan “mengetahui” namun harus “mengerti” suatu kejadian sosial. Oleh sebab itu metode untuk ilmu-ilmu sosial harus berbeda dengan ilmu-ilmu alam. Pengertian ini didapat dengan jalan menempatkan diri kita pada tempat objek yang diteliti; umpamanva seperti pada contoh dalam karangan di atas, kita menempatkan diri kita sebagai seorang martir; dan dengan introspeksi berdasarkan pengalaman intuitisi yang langsung maka kita akan mendapatkan pengertian tersebut. (Redaksi)

mendalam dari gejala-gejala yang sedang diselidiki, di mana hal ini dapat dicapai dan disahkan baik dengan *Verstehen* maupun dengan cara berpartisipasi dari penyelidik. Dalam hubungan ini terdapat pendapat bahwa tesis ini harus dikaitkan dengan pernyataan bahwa kegiatan sosial mempunyai makna atau arti di mana hipotesis tentang makna tersebut dapat disahkan dengan *Verstehen*.

Max Weber dan ahli-ahli lainnya yang mendukung pendapat tentang pengertian yang mendalam beranggapan bahwa untuk sampai pada suatu pengertian yang diperlukan dalam ilmu-ilmu sosial, katakanlah umpamanya tentang para martir keagamaan, maka hal ini haruslah lewat pengertian para martir tersebut. Untuk memahami sedalam-dalamnya tentang martir dan untuk “mensahkan hipotesis tentang martir dalam lingkup sosial budaya mereka, jika kita ingin menangkap apakah arti semua ini bagi para martir, maka kita harus membayangkan kita sendiri sebagai martir atau menciptakan kembali keadaan psikologis para martir tersebut, untuk sampai pada pengertian dan bahkan pengesahan yang diperiukan. (Untuk Weber dan ahli-ahli lainnya, metode ini bukan saja merupakan suatu metode namun metode satu-satunya untuk mencapai tujuan tersebut. Lebih lanjut disebutkan bahwa metode ini adalah khas bagi ilmu-ilmu sosial karena sifat yang hakiki dari ilmu-ilmu tersebut).

Penjelasan di atas kiranya dapat memberi gambaran tentang pendapat mengenai pengertian yang mendalam. Sekarang marilah kita mengkaji anggapan-anggapan tersebut. Pertama sekali, hakikat tentang “pengertian” dalam lingkup ini pun masih samar, terlebih lagi terdapat keanehan lain dari tesis ini yang kurang meyakinkan. Pertanyaan yang timbul dalam pemikiran kita adalah: Faktor penguji apa yang dipunyai untuk mengesahkan bahwa pengertian yang di dapat secara menempatkan diri kita pada suatu kejadian tertentu dapat dipercaya? Di sini kita usah memperdebatkan apakah kita setuju atau tidak terhadap metode ini, atau meninggalkannya sebagai metode pengesahan, namun yang jelas bahwa untuk menerima

sesuatu yang diajukan dengan metode ini sebagai sesuatu yang sah, maka sebelumnya kita harus menganggap bahwa terdapat suatu penyelidikan yang mengemukakan hipotesis yang kemudian akan disahkan kebenarannya. Pendek kata, dalam rangka untuk memberikan dasar yang dapat diandalkan untuk menolak atau menerima hipotesis suatu kejadian yang sedang diselidiki, maka kita harus menyusun secara terpisah suatu gambaran sebelumnya tentang apa yang akan terjadi.

Namun bagaimana kita dapat menyusun secara terpisah suatu gambaran yang dapat dipercaya tanpa adanya pengetahuan sebelumnya (yakni tanpa menerima terlebih dulu sebuah hipotesis tentang sifat-sifat) dari keadaan psikologis objek yang sedang diselidiki? Dan jika kita memang telah mempunyai pengetahuan semacam ini (yakni bahwa kita telah menerima sebuah hipotesis tentang hakikat psikologis objek yang diselidiki) lalu apa lagi yang diperlukan secara metodologis? Jika konfirmasi lebih lanjut ternyata bahwa hipotesis tentang psikologis objek yang diselidiki adalah sama, maka dalam hal ini berarti bahwa secara logis terdapat beberapa cara yang lain, yang terpisah dari metode *Verstehen*, untuk mendapatkan pengetahuan tersebut.

Kiranya jelas bahwa argumentasi di atas akan dapat menjawab pertanyaan yang pertama dan kedua mengenai pengertian yang mendalam. Jawaban terhadap pertanyaan pertama adalah bahwa jika kita menyingkirkan kesulitan dalam mendefinisikan pengertian seperti “penuh arti” dan “pengertian” maka kita bisa menerima *Verstehen* sebagai suatu metode pengesahan untuk memperkuat kasus-kasus di mana pengujiannya telah dilakukan. secara terpisah. Jawaban terhadap pertanyaan kedua adalah bahwa *Verstehen* bukanlah metode satu-satunya dalam ilmu-ilmu sosial. Cara penggunaan metode *Verstehen* tersebut mengharuskan adanya metode lain untuk hipotesis yang dipergunakannya yang selanjutnya ingin disahkan dengan mempergunakan *Verstehen*.

Rudolf Carnap

**BEBERAPA KONSEP DALAM ILMU:
KLASIFIKASI, PERBANDINGAN, KUANTITATIF,
DAN PELUANG**

KONSEP ILMU, seperti juga konsep dalam semua kehidupan kita sehari-hari, dapat dibagi ke dalam tiga golongan yakni klasifikasi, perbandingan dan kuantitatif. Konsep klasifikasi adalah suatu konsep yang meletakkan objek yang sedang ditelaah dalam suatu kelas tertentu. Semua konsep taxonomi dalam botani dan zoologi—dengan bermacam species, famili, genus, dan sebagainya—merupakan konsep klasifikasi. Ketiga konsep ini hanya berbeda dalam jumlah keterangan yang diberikan kepada kita mengenai suatu objek yang dimaksud. Umpamanya bila kita mengemukakan bahwa sebuah objek adalah biru, atau hangat, atau berupa kubus, maka dalam hal ini kita membuat suatu pernyataan yang lemah mengenai objek tersebut. Bila kita tempatkan objek tadi dalam suatu kelas yang lebih sempit maka keterangan yang diberikan akan meningkat meskipun tetap bahwa keterangan tersebut belumlah lengkap. Sebuah pernyataan yang menyatakan bahwa sebuah objek adalah makhluk hidup akan berceritera lebih banyak dibandingkan dengan pernyataan bahwa objek itu adalah hangat. Kemudian bila dikatakan lebih lanjut, “Objek itu adalah binatang”; dan lebih lanjut lagi, “Objek itu adalah vertebrata”, dan demikian selanjutnya, maka kelas itu makin lama makin sempit—mamalia, anjing, poodle, dan seterusnya—maka keterangan yang diberikan tentang objek itu makin lama makin meningkat, meskipun tetap relatif kecil. Klasifikasi adalah konsep yang paling dikenal oleh kita semua, Kata-kata yang paling mula sekali dipelajari anak-anak

seperti “anjing”, “kucing”, “rumah”, “pohon”—pada dasarnya adalah klasifikasi.

Konsep yang lebih efektif dalam memberikan informasi adalah konsep perbandingan (komparatif). Konsep ini berperan sebagai perantara antara konsep klasifikasi dan konsep kuantitatif. Perlu kiranya untuk memberi perhatian yang lebih lanjut terhadap konsep perbandingan ini, karena bahkan di kalangan para ilmuwan, nilai dan kekuatan konsep ini sering terlupakan. Seorang ilmuwan sering berkata, “Memang kami berharap untuk mampu mempergunakan konsep kuantitatif, konsep yang dapat diukur dalam sebuah skala, dalam bidang kami, namun sayang sekali hal itu belum dapat dilaksanakan. Kami belum lagi mengembangkan teknik-teknik pengukuran dan oleh sebab itu kami harus membatasi diri pada sesuatu yang nonkuantitatif, yakni bahasa kualitatif. Mungkin di kemudian hari, jika bidang keilmuan ini telah berkembang lebih lanjut, maka kami akan mampu mengembangkan bahasa kuantitatif.” Ilmuwan tersebut mungkin benar dalam membuat pernyataan ini, namun ia membuat kesalahan dalam mengambil kesimpulan, bahwa karena dia harus bercakap dalam norma kualitatif, maka dia hanya terbatas pada konsep klasifikasi. Sering sekali terjadi sebelum suatu bidang keilmuan mempergunakan konsep kuantitatif, bidang “keilmuan tersebut telah mengembangkan konsep perbandingan yang lebih efektif dibandingkan dengan konsep klasifikasi yang lebih besar.

Sebuah konsep klasifikasi, seperti “panas” atau “dingin”, hanyalah menempatkan objek tertentu dalam sebuah kelas. Suatu konsep perbandingan, seperti “lebih panas” atau “lebih dingin”, mengemukakan hubungan mengenai objek tersebut dalam norma yang mencakup pengertian lebih atau kurang, dibandingkan dengan objek lain. Jauh sebelum ilmu mengembangkan konsep temperatur, yang dapat diukur, waktu itu kita sudah dapat mengatakan, “Objek ini lebih panas dibandingkan dengan objek itu”. Konsep seperti ini mempunyai kegunaan yang sangat banyak. Katakanlah, umpamanya,

bahwa terdapat tiga puluh lima orang yang sedang melamar suatu pekerjaan yang membutuhkan kemampuan tertentu, dan perusahaan yang akan menerima pegawai tersebut mempunyai seorang ahli psikologi yang harus menetapkan cara-cara para pelamar tersebut dalam memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Pertimbangan yang berdasarkan klasifikasi tentu saja lebih baik daripada tak ada pertimbangan sama sekali. Ahli psikologi tersebut umpamanya dapat memutuskan bahwa ilmu orang dari pelamar mempunyai imajinasi yang baik, sepuluh orang mempunyai imajinasi yang agak rendah, dan sisanya tak tergolong baik atau rendah. Dengan jalan serupa, ahli psikologi itu juga akan mampu membuat klasifikasi yang kasar berdasarkan keterampilan, kemampuan di bidang matematika, stabilitas emosional, dan sebagainya. Tentu saja, konsep-konsep ini dapat dipakai sebagai konsep perbandingan, meskipun merupakan konsep yang lemah; kita dapat mengatakan bahwa seseorang yang mempunyai “imajinasi yang baik” adalah lebih baik dibandingkan mereka yang mempunyai “imajinasi yang buruk”. Walaupun begitu, andaikata ahli psikologi tersebut mengembangkan suatu metode perbandingan yang mampu menempatkan ketiga puluh lima orang tersebut dalam suatu urutan berdasarkan kemampuannya masing-masing, maka kita akan lebih mengetahui secara lebih banyak lagi tentang mereka dibandingkan dengan pengetahuan yang berdasarkan klasifikasi seperti kuat, lemah, dan sedang.

Kita tak boleh mengecilkan kegunaan konsep klasifikasi terutama pada bidang-bidang di mana metode keilmuan dan metode kuantitatif belum berkembang. Sekarang psikologi telah mempergunakan metode kuantitatif secara lebih sering namun masih terdapat daerah-daerah dalam psikologi di mana konsep perbandingan yang bisa diterapkan. Bidang antropologi hampir tak mempunyai konsep kuantitatif sama sekali. Bidang ini kebanyakan bertalian dengan konsep klasifikasi dan membutuhkan sekali adanya kriteria empiris yang dapat dipergunakan sebagai dasar untuk perbandingan. Dalam bidang seperti ini, penting

sekali untuk mengembangkan konsep perbandingan tersebut, yang lebih mantap dibandingkan dengan klasifikasi, meskipun belum mungkin untuk melakukan pengukuran kuantitatif.

Sering terjadi bahwa sebuah konsep perbandingan kemudian dijadikan dasar untuk sebuah konsep kuantitatif. Contoh yang klasik adalah konsep tentang “lebih panas” yang kemudian berkembang menjadi temperatur. Suatu konsep perbandingan, terlepas dari pertanyaan apakah konsep itu diterapkan atau tidak, dia terikat oleh struktur hubungan logis. Akan tetapi tidak demikian halnya dengan konsep klasifikasi, di mana dalam mendefinisikan sebuah konsep tentang kelas kita bisa menetapkan persyaratan apa saja yang kita mau. Tentu dalam hal ini kita harus memperhitungkan agar tak terdapat kontradiksi dalam persyaratan kita secara logis. Dalam batas-batas ini maka kita bebas untuk mendefinisikan sebuah kelas menurut kemauan kita asal dilakukan secara konsisten, tanpa mempedulikan apakah kelas itu mempunyai anggota atau tidak dalam kehidupan kita ini. Contoh yang klasik adalah konsep tentang “unicorn”. Kita mendefinisikan “unicorn” sebagai binatang seperti kuda namun mempunyai tanduk di dahinya. Ini adalah definisi yang amat baik dalam pengertian bahwa definisi tersebut memberikan arti kepada terminologi unicorn. Di sini terminologi itu mendefinisikan sebuah kelas. Memang kelas ini tidak ada gunanya bagi ahli zoologi karena ini adalah kosong secara empiris—dia tidak mempunyai anggota—namun hal itu bukanlah suatu masalah yang harus dihadapi seorang ahli logika.

Keadaan seperti di atas berbeda sekali dengan konsep perbandingan. Tidak seperti halnya dalam konsep kelas, konsep perbandingan melibatkan suatu struktur hubungan logis yang rumit. Sekali kita menetapkan struktur ini maka kita tidak bebas lagi untuk menolak dan mengubahnya. Jadi kita melihat dua segi di mana konsep perbandingan dalam ilmu tidak bersifat konvensional: mereka harus

diterapkan kepada fakta-fakta alami dan mereka harus sesuai dengan struktur hubungan logis.

Sekarang kita sampai kepada konsep kuantitatif. Tiap konsep kuantitatif mempunyai pasangan yang berhubungan dengan konsep komparatif, di mana, dalam perkembangan sebuah bidang keilmuan, biasanya berfungsi sebagai langkah pertama terhadap kuantitatif. Di dalam contoh kita terdahulu, konsep perbandingan tentang “kurang berat” dan “sama berat” dengan mudah akan membawa kita kepada konsep tentang berat, yang dapat diukur dan diekspresikan dengan bilangan. Sekarang kita akan membicarakan tentang hakikat kuantitatif, mengapa konsep itu demikian berhasil dalam bidang-bidang di mana dia diterapkan, dan apakah terdapat bidang-bidang di mana memang konsep ini tak dapat diterapkan. Persoalan yang terakhir ini adalah penting sekali dalam metodologi ilmu dan oleh sebab itulah maka kita akan melangkah lebih jauh dengan lebih terperinci. Tetapi sebelum kita membicarakan masalah ini, terlebih dulu saya akan membuat pernyataan yang bersifat umum, dan arti dari pernyataan ini kemudian akan tampak dengan jelas dalam perkembangan pembahasan kita.

Pertama sekali, kita harus menandakan bahwa perbedaan antara kualitatif dan kuantitatif bukanlah suatu perbedaan dalam hakikat, namun hanya perbedaan dalam sistem konsep kita—dalam bahasa kita, kita bisa katakan, kalau yang dimaksudkan dengan bahasa adalah konsep sistem. Saya mempergunakan “bahasa” dalam arti yang dipakai ahli logika, bukan dalam pengertian bahwa bahasa Inggris adalah sebuah bahasa dan bahasa Cina adalah bahasa yang lainnya. Kita mempunyai bahasa fisika, bahasa antropologi, bahasa teori gugus, dan sebagainya. Dalam hal ini, sebuah bahasa dibentuk oleh aturan dalam perbendaharaan kata, aturan dalam penyusunan kalimat, aturan dalam deduksi logis dari kalimat tersebut, dan berbagai aturan lainnya. Jenis konsep yang terbentuk dalam bahasa keilmuan adalah sangat penting. Yang ingin saya jelaskan adalah

bahwa perbedaan antara kualitatif dan kuantitatif adalah perbedaan dalam bahasa.

Bahasa kualitatif dibatasi predikat (umpamanya “rumput adalah hijau”), sedangkan bahasa kuantitatif mempergunakan apa yang disebut simbol pemberi fungsi yakni simbol fungsi yang mempunyai nilai bilangan. Kenyataan ini adalah penting, karena terdapat pendapat di kalangan para ahli falsafah, bahwa terdapat dua hakikat dalam alam, yakni kuantitatif dan kualitatif. Beberapa ahli tetap mempertahankan pendapat bahwa ilmu modern, karena membatasi perhatiannya pada aspek kuantitatif, melupakan aspek kualitatif dari alam, dan dengan demikian memberikan gambaran yang tidak sesuai dengan kenyataan. Pendapat itu adalah salah, di mana kita dengan mudah dapat melihat kesalahan itu, andaikan kita meletakkan perbedaan tersebut pada tempat yang sebenarnya. Jika kita melihat alam, kita tak dapat bertanya; “Apakah gejala yang saya lihat ini kualitatif atau kuantitatif?” Ini bukanlah pertanyaan yang tepat. Namun jika seseorang menguraikan gejala tersebut bersifat memudahkan dalam terminologi tertentu, mendefinisikan terminologi tersebut dan memberikan aturan bagaimana mempergunakannya, sekarang kita bisa bertanya, “Apakah terminologi ini bahasa kuantitatif, ataukah terminologi prakuantitatif, yakni bahasa kualitatif?”

Satu hal lain yang penting diingat adalah peranan konvensi (perjanjian) yang mempunyai fungsi yang penting dalam pemakaian konsep kuantitatif. Kita tak boleh melupakan peranan ini, meskipun di pihak lain, kita tidak boleh pula terlalu membesar-besarkan segi konvensi tersebut. Kesalahan seperti ini dilakukan beberapa ahli falsafah umpamanya Hugo Dingier. Dia sampai kepada suatu pendapat yang ekstrem tentang konvensi ini yang menurut saya adalah salah. Dia mengatakan bahwa semua konsep, bahkan hukum-hukum ilmu, adalah sesuatu yang berdasarkan konvensi. Menurut pendapat saya, pernyataan ini adalah terlalu jauh. Poincare juga dituduh karena konvensionalisme yang ekstrem, namun hal ini

saya kira, karena salah pengertian orang tentang tulisan-tulisannya. Memang dia menekankan peranan konvensi yang penting dalam ilmu namun dia cukup menyadari bahwa komponen empiris juga turut mengambil bagian, Dia sadar bahwa kita selalu bebas untuk meletakkan pilihan begitu saja dalam pengembangan sebuah sistem; kita harus menyesuaikan sistem kita kepada fakta yang kita temui. Alam kadang-kadang tidak dapat selalu kita kontrol. Poincare dapat disebut seorang konvensionalis, hanya dalam pengertian, bahwa dia adalah ahli falsafah yang menitikberatkan fungsi yang penting dari konvensi tersebut. Dia memang lebih tandas dalam hal ini dibandingkan dengan orang-orang sebelumnya, namun dia bukanlah seorang konvensionalis yang radikal.

Sebelum kita membicarakan peranan pengukuran dalam pengembangan konsep kuantitatif, terlebih dulu kita harus menyebutkan suatu metode kuantitatif yang lebih mudah dan lebih asasi yakni metode menghitung. Jika sebelumnya kita tak dapat menghitung maka kita tak akan mampu mengukur. Menghitung tak lebih dari mempergunakan bilangan yang tidak negatif. Saya katakan bilangan tidak negatif, dan tidak bilangan positif, karena nol juga adalah hasil menghitung, jika yang kita maksudkan adalah menghitung dalam pengertian yang luas. Dengan suatu kelas yang terbatas—katakanlah umpamanya kelas semua kursi dalam sebuah ruangan—maka menghitung adalah suatu metode untuk menentukan bilangan kardinal dari kelas tersebut. Kita menghitung kursi—satu, dua, tiga dan seterusnya sampai selesai, umpamanya pada hitungan kedua puluh.

Dalam kesempatan lain umpamanya kita ingin menghitung jumlah piano dalam sebuah ruangan, kita pun menengok ke kanan dan ke kiri, namun tak terdapat satu piano pun. Kejadian ini dapat dianggap sebagai suatu kasus degenerasi dalam menghitung. Nol adalah bilangan yang dapat diterapkan kepada sebuah kelas sebagai

angka kardinal dari kelas tersebut. Dalam keadaan seperti ini maka kita sebut sebuah kelas kosong.

Prosedur menghitung yang sama akan memberikan angka kardinal dari sebuah kelas terbatas yang berurutan. Kita menghitung berapa kali kita mendengar petir menggelegar atau jam berbunyi. Menghitung seperti ini mungkin sekali telah dilakukan lebih dulu dalam saat-saat permulaan sejarah kemanusiaan, dibandingkan dengan menghitung kelas yang dari sejumlah benda yang terdapat bersamaan, seperti kursi-kursi dalam sebuah ruangan. Sesungguhnya, dengan cara inilah seorang anak-anak mulai belajar berhitung. Dia melangkah sekeliling ruangan dan menyentuh tiap kursi sambil menyebutkan bilangan. Apa yang dia hitung sebenarnya adalah serangkaian kejadian di mana dia menyentuh kursi-kursi itu. Jika kita menyuruh anak-anak menghitung jumlah pohon yang letaknya agak jauh maka agak sukar bagi mereka untuk menunjuk sambil menyentuh pohon itu satu demi satu. Tetapi jika dia menunjuk dengan hati-hati, dengan menunjuk sekali dan hanya sekali pada satu pohon, maka dapat dikatakan bahwa akan terdapat isomorfisme antara jumlah pohon dan jumlah kejadian menunjuk. Jika jumlah kejadian ini delapan, maka kita pun memberikan angka kardinal yang sama terhadap kelas pohon yang letaknya di kejauhan sana. Anak yang lebih tua atau orang dewasa mungkin sanggup menghitung pohon-pohon itu tanpa menunjuk, kalau pohon-pohon itu berjumlah sedikit seperti tiga atau empat pohon, yang dapat kita kenali secara selintas lalu. Walaupun begitu, dia pun sebenarnya mengkonsentrasikan dirinya pada pohon pertama, pohon kedua, dan kemudian pohon-pohon berikutnya.

Prosedur ini tetap merupakan suatu penghitungan dari jumlah kejadian yang berurutan. Bahwa angka kardinal yang didapatkan dengan cara ini adalah sama dengan angka kardinal dari jumlah dalam kelas dapat dibuktikan secara formal, namun hal ini kiranya tak usah untuk diperinci di sini. Yang penting adalah, bahwa dalam menghitung sebuah kelas yang terdiri dari sejumlah objek, sebenarnya

kita menghitung sesuatu yang lain di luar objek itu, yakni serangkaian kejadian. Kita lalu mengambil kesimpulan berdasarkan isomorfisme dan menyatakan bahwa angka kardinal dari serangkaian kejadian adalah angka kardinal dari kelas tersebut.

Induksi dan Peluang Statistika

Dalam logika deduktif, kesimpulan yang diambil berdasarkan premis sebelumnya adalah pasti seperti premis tersebut. Jika kita mempunyai alasan untuk mempercayai premis itu maka kita pun mempunyai alasan sama yang sah untuk mempercayai kesimpulan yang merupakan konsekuensi logis dari premis tadi. Jika premis itu benar maka kesimpulan yang diambil juga tak mungkin salah. Akan tetapi dalam induksi keadaannya adalah lain sama sekali. Kebenaran suatu kesimpulan induksi tak pernah pasti. Ketidakpastian ini bukanlah disebabkan karena kesimpulannya didasarkan pada premis yang kebenarannya tidak diketahui secara pasti. Karena pun jika premisnya dapat dianggap benar, dan kesimpulan yang ditarik adalah kesimpulan deduktif yang sah, masih juga terdapat kemungkinan bahwa kesimpulan itu mungkin salah. Paling jauh yang bisa kita katakan adalah, bahwa didasarkan pada premis tertentu, kesimpulan yang ditarik mempunyai peluang untuk benar, Logika induktif mengajari kita bagaimana caranya kita menghitung nilai peluang tersebut.

Kita tahu bahwa pernyataan tentang suatu fakta, yang didapat dari suatu pengamatan, tak pernah pasti secara mutlak, karena kita mungkin melakukan kesalahan dalam pengamatan. Tetapi bila hal ini ditinjau dari hakikat hukum keilmuan maka terdapat ketidakpastian yang jauh lebih besar. Sebuah hukum mengenai alam biasanya menyebutkan sebagai berikut: bahwa dalam keadaan

tertentu, tempat tertentu, dan waktu tertentu, jika hal yang satu adalah benar, maka hal yang lainnya juga adalah benar. Pernyataan ini mencakup kemungkinan kejadian yang tak terbatas. Meskipun kejadian yang sebenarnya mungkin bukan sesuatu yang tak terbatas, namun secara teoritis terdapat kemungkinan untuk bisa terjadi secara tak terbatas. Sebuah hukum fisiologi umpamanya menyebutkan: jika kita menusukkan sebilah pisau ke jantung manusia maka dia akan mati. Karena tak pernah melihat kekecualian dari hukum ini yang pernah terjadi, maka hal ini dianggap sebagai sesuatu yang bersifat universal. Adalah benar, bahwa sebegitu jauh jumlah kejadian yang diamati tentang pisau ditusukkan ke jantung manusia adalah terbatas. Mungkin saja bahwa suatu hari manusia tidak lagi hidup; dalam hal itu maka jumlah manusia, baik masa lampau maupun masa yang akan datang, adalah terbatas. Tetapi kita tak tahu kapan manusia akan berhenti hidup. Oleh sebab itu kita harus mengatakan bahwa terdapat kemungkinan kejadian yang tak terbatas, di mana semuanya tercakup dalam hukum di atas. Dan jika terdapat kejadian yang tak terbatas, maka tak mungkin terdapat jumlah pengamatan, betapapun besarnya, yang dapat membuat hukum yang bersifat universal adalah pasti.

Tentu saja, kita bisa melanjutkan dan melakukan lebih banyak lagi pengamatan, melakukannya secara berhati-hati dan bersifat keilmuan, sampai akhirnya kita mampu berkata, "Hukum ini telah mengalami pengujian yang banyak sekali dan kita mempunyai keyakinan yang penuh atas kebenarannya. Pernyataan ini merupakan hukum yang disusun dengan baik dan mempunyai dasar yang baik pula." Namun jika kita berpikir lebih lanjut, ternyata, bahwa bahkan hukum-hukum fisika yang mempunyai dasar yang terbaik pun hanya tergantung kepada sejumlah pengamatan yang terbatas. Masih selalu terdapat kemungkinan bahwa pada suatu hari akan ditemukan suatu kejadian yang bersifat sebaliknya. Bagaimanapun tak mungkin tersedia waktu yang cukup untuk melakukan pengujian yang lengkap dari sebuah hukum. Sebenarnya kita jangan berbicara tentang pengujian

kebenaran (verifikasi)—jika kita maksudkan adalah ketetapan yang pasti dari kebenaran—melainkan hanya satu pengesahan konfirmasi).

Suatu hukum deterministik adalah hukum yang menyebutkan bahwa dengan syarat-syarat tertentu maka suatu kejadian akan berlaku. Hukum ini dapat dinyatakan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pernyataan bahwa “sebatang logam jika dipanaskan maka panjangnya akan memuai” adalah suatu pernyataan kualitatif. Pernyataan lain bahwa “jika sebatang logam dipanaskan sampai temperatur tertentu maka panjangnya akan memuai dengan pertambahan tertentu” adalah pernyataan kuantitatif. Suatu hukum deterministik yang bersifat kuantitatif menyatakan “bahwa jika besaran-besaran tertentu mempunyai harga tertentu maka suatu besaran yang lain atau salah satu dari besaran terdahulu pada waktu yang berbeda akan mempunyai nilai yang tertentu pula”. Singkatnya hukum tersebut mengekspresikan hubungan fungsional nilai-nilai dari dua besaran atau lebih.

Hukum statistika hanya menyatakan distribusi kemungkinan dari nilai suatu besaran dalam kasus-kasus individual. Dia hanya memberikan harga rata-rata dari sebuah besaran dalam sebuah kelas yang mempunyai anggota yang banyak. Umpamanya, sebuah hukum statistika menyebutkan bahwa jika sebuah dadu dilemparkan 60 kali, maka permukaan dadu yang tertentu diharapkan akan muncul sebanyak 10 kali. Hukum ini tidak meramalkan apa yang akan terjadi dalam suatu lemparan dadu, atau juga tidak mengatakan apa yang pasti akan terjadi dalam 60 kali lemparan. Hukum itu hanya menyatakan bahwa jika jumlah lemparan dadu itu banyak sekali maka tiap muka dadu dapat diharapkan untuk muncul sama seringnya. Karena dadu terdiri dari enam sisi, maka peluang untuk melempar satu sisi dadu adalah $1/6$. Peluang di sini adalah dalam pengertian statistik, artinya frekuensi relatif dalam jangka panjang, dan bukan dalam pengertian logis atau induktif, yang saya namakan tingkat konfirmasi. Hukum-hukum statistika sudah merupakan hal

yang biasa pada abad kesembilan belas, namun tak seorang ahli pun yang membayangkan pada waktu itu bahwa hukum-hukum seperti itu menunjukkan tidak adanya determinisme dalam hukum-hukum dasar dari alam. Mereka beranggapan bahwa hukum-hukum statistika disusun baik untuk alasan-alasan yang bersifat memudahkan dalam penggunaan atau karena tidak terdapatnya pengetahuan yang cukup untuk menguraikan suatu situasi secara deterministik.

Pernyataan yang dikeluarkan pemerintah, setelah adanya sensus penduduk, merupakan contoh yang mudah dikenal di mana pernyataan diekspresikan dalam bentuk-bentuk statistik untuk alasan kemudahan tersebut dan bukan disebabkan ketidaktahuan. Selama berlangsungnya sebuah sensus, pemerintah mencoba untuk mengumpulkan dari tiap individu data tentang umur, seks, ras, tempat lahir, jumlah keluarga, keadaan kesehatan, dan sebagainya. Dengan menghitung semua fakta ini secara teliti, pemerintah mampu untuk mengeluarkan informasi statistik yang berharga (Waktu dulu penghitungan dan perhitungan dilakukan dengan tangan. Biasanya terdapat interval waktu selama 10 tahun antara sensus yang satu dengan sensus berikutnya, di mana ketika sensus yang baru mulai dilakukan, perhitungan sensus yang lama belum selesai. Sekarang data disimpan dalam punch card dan komputer mengolahnya dengan cepat). Data tersebut mengungkapkan bahwa sekian persen dari penduduk adalah mereka yang berumur lebih dari enam puluh tahun, sekian persen adalah dokter, sekian persen mempunyai penyakit tbc, dan sebagainya. Pernyataan statistik semacam ini perlu untuk mengurangi sejumlah besar fakta-fakta menjadi bentuk yang dapat kita kuasai. Hal ini bukan berarti bahwa fakta-fakta individual tidak terdapat; namun sangat menyusahkan untuk mengekspresikan hal itu sebagai fakta-fakta individual. Daripada membuat berjuta-juta pernyataan individual seperti “dan juga terdapat si Polan, dari Jagorawi, yang lahir di Jabotabek yang berumur 75 tahun, mempunyai 4 orang anak dan 10 orang cucu”, keterangan ini ditekan menjadi

pernyataan-pernyataan statistik yang singkat. Hal ini dilakukan untuk alasan-alasan kemudahan, meskipun terdapat semua fakta yang mendukungnya.

Kadang-kadang fakta tunggal tidak terdapat, tetapi adalah mungkin untuk memperolehnya. Umpamanya, daripada membuat sensus yang lengkap dari tiap individu dalam populasi yang besar maka hanya sampel dari populasi itu yang diselidiki. Jika contoh itu menunjukkan bahwa sekian persen dari populasi sampel yang mempunyai rumah, dari sini dapat disimpulkan bahwa kira-kira persentase yang sama dari seluruh populasi mempunyai rumah. Mungkin saja bagi kita untuk mengecek tiap individu, tetapi daripada membuang waktu dan biaya untuk usaha tersebut, maka cek dalam bentuk sampel dapat dilakukan. Jika contoh dipilih secara hati-hati, yang menyebabkan contoh itu dapat mewakili populasi, maka memungkinkan untuk mendapat angka perkiraan yang baik.

Bahkan dalam fisika dan biologi, memudahkan untuk membuat pernyataan statistik, sekalipun fakta-fakta individual diketahui dan tidak sukar untuk diperoleh. Seorang ahli pemuliaan tanaman mungkin mengungkapkan bahwa kira-kira seribu tanaman yang berbunga merah yang mendapat perlakuan tertentu, dalam generasi tanaman selanjutnya, kira-kira 75 persen ternyata berbunga putih. Ahli pemuliaan itu mungkin mengetahui jumlah yang tepat dari bunga merah dan putih, atau jika dia mengetahuinya, adalah mungkin untuk memperoleh angka-angka tersebut dengan jalan menghitungnya. Tetapi, jika tidak perlu untuk sampai seteliti itu, maka lebih mudah baginya untuk menyatakan hasilnya dalam persentase yang kasar. Kadang-kadang sangat sukar, bahkan tidak mungkin, untuk memperoleh informasi yang pasti tentang kasus-kasus individual, meskipun kelihatannya mudah untuk memperoleh data tersebut. Umpamanya, jika kita mengukur semua besaran yang relevan dalam jatuhnya sebuah dadu—posisi yang tepat ketika ia meninggalkan tangan, kecepatan yang tepat yang diberikan, berat dan elastisitasnya,

bentuk permukaan di mana dia memantul, dan sebagainya—adalah mungkin untuk meramalkan dengan tepat bagaimana dadu tersebut akan berhenti. Karena mesin untuk melakukan pengukuran semacam itu sekarang belum terdapat, maka kita harus puas dengan hukum statistik yang menggambarkan frekuensi jangka panjang.

John G. Kemeny

PENGUKURAN

“Bukankah lima malam adalah lebih hangat dari satu malam, kalau begitu?” tanya Alice memberanikan dirinya:

“Lima kali lebih hangat tentu saja.”

“Tetapi mereka harus juga lima kali lebih dingin, kalau berpegang pada pengertian itu”.

“Memang begitu”, teriak kartu Queen Merah”, lima kali lebih hangat, dan lima kali lebih dingin – seperti juga aku lima kali lebih kaya daripada kau, dan lima kali lebih pandai!”

Alice in the Wonderland

KITA SERING MENDENGAR bahwa kegiatan dasar dari seorang ilmuwan adalah melakukan pengukuran. Menurut mereka tanpa pengukuran maka tak akan terjadi kemajuan dalam ilmu modern. Kita juga sering mendengar kemajuan dalam ilmu modern. Kita juga sering mendengar bahwa kemajuan dalam ilmu berhubungan erat sekali dengan ketelitian alat pengukuran. Dengan memperhatikan semua pendapat ini maka rupanya penting bagi kita untuk mempelajari hakikat dari pengukuran tersebut. Hal ini akan kita pelajari dalam beberapa tahap. Kita akan mulai dengan konsep yang sangat sederhana tentang klasifikasi, dan mulai dari sana meningkat setapak demi setapak sampai kepada skala pengukuran yang sepenuhnya. Untuk melukiskan prosedur pengukuran, saya akan memakai dua contoh, yang pertama mengenai pengukuran yang prosesnya telah disempurnakan oleh para ilmuwan, yakni prosedur yang telah menggunakan skala pengukuran, umpamanya saja temperatur.

Contoh yang kedua menggambarkan di mana keadaan pengukuran belum dapat dilakukan dengan sempurna, meskipun paling tidak kita bisa melihat arah mana yang harus ditempuh dalam mengembangkan skala pengukuran. Contoh yang kedua ini akan mengambil masalah tentang minat psikologis seseorang terhadap bidang keilmuan.

Klasifikasi

Tak diragukan lagi bahwa pendekatan manusia primitif terhadap temperatur dapat disimpulkan dengan mengatakan bahwa mereka mengklasifikasikan suhu tersebut secara kasar; umpamanya sebagai panas sekali, panas, hangat, hangat kuku, sejuk, dingin, dan sangat dingin. Mungkin saja bahwa klasifikasi mereka ternyata lebih terperinci atau lebih kasar dibandingkan dengan klasifikasi di atas, tetapi kemungkinan besar, mereka membatasi hal itu dengan semacam klasifikasi yang bersifat umum. Sesungguhnya, bagi tujuan-tujuan yang bukan bersifat keilmuan, klasifikasi semacam itu sudah cukup. Bahkan kata-kata yang menunjukkan klasifikasi seperti dipergunakan di atas (panas, dingin, dan sebagainya) tidak perlu. Seseorang bisa melukiskan suhu dalam bentuk-bentuk “seperti hari di bulan Mei” atau “seperti hari di pertengahan bukan Juli” atau “seperti hari di pertengahan musim dingin”.

Supaya suatu bentuk klasifikasi mempunyai arti, maka beberapa syarat harus dipenuhi. Pertama sekali, klasifikasi tersebut harus mampu mengklasifikasikan tiap-tiap hari ke dalam salah satu dari kelas-kelas tersebut. Syarat yang kedua adalah bahwa tak ada satu hari pun yang dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelas; sebab kalau tidak maka kekacauan yang mungkin timbul akan membuat konsep tersebut sama sekali tak berguna. Yang pertama biasa disebut dengan persyaratan bahwa semua harus tercakup, sedang yang kedua disebut persyaratan saling meniadakan. Kedua persyaratan ini memungkinkan kita untuk mereduksikan objek yang berjumlah

banyak (meskipun jumlahnya terbatas) menjadi kelas-kelas yang jumlahnya relatif lebih sedikit. Hari-hari yang ditempatkan dalam sebuah kelas dianggap sama, ditinjau dari segi temperatur mereka.

Anggapan di atas adalah sifat dari klasifikasi. Jika kita membagi manusia menurut tingginya, apakah ini dilakukan secara kasar atau teliti, maka kita mengambil sejumlah besar manusia dan menempatkannya dalam beberapa kelas. Kelas-kelas ini jumlahnya harus cukup kecil untuk bisa dikelola, namun juga harus mampu membagi manusia ke dalam berbagai kelas, di mana mereka yang termasuk dalam kelas yang sama dapat dianggap sebagai mempunyai tinggi yang sama pula.

Dari uraian di atas dilihat bahwa sebuah konsep yang sama dapat berkembang menjadi beberapa klasifikasi yang berbeda, baik menjadi lebih kasar maupun menjadi lebih terperinci. Pilihan mana yang diambil dalam hal ini tergantung kepada tujuan kita dalam mempergunakan klasifikasi tersebut. Umpamanya, jika klasifikasi manusia menurut tinggi mereka tersebut hanya digunakan untuk menentukan berapa besar ukuran tempat tidur bagi seseorang, maka klasifikasi yang kasar yang membagi manusia dalam golongan sangat tinggi, tinggi, pendek, dan sangat pendek, sudah akan mencukupi. Tetapi jika seseorang ingin mempergunakan klasifikasi tersebut untuk membuat pakaian, maka klasifikasi yang lebih terperinci akan dibutuhkan. Demikian juga identifikasi seseorang untuk tujuan-tujuan kepolisian akan memerlukan klasifikasi yang lebih teliti lagi.

Penyempurnaan klasifikasi menjadi sesuatu yang lebih terperinci mempunyai prosedur yang tertentu. Kita harus berhati-hati bahwa klasifikasi yang baru tetap memenuhi persyaratan “semua harus tercakup” dan persyaratan “saling meniadakan”. Untuk meyakinkan bahwa dalam klasifikasi yang baru semuanya tercakup, maka kita harus dapat menjamin bahwa semua kasus dalam klasifikasi yang terdahulu dapat dimasukkan ke dalam klasifikasi tersebut. Jalan yang termudah dalam melakukan hal ini adalah dengan mengambil

kelas-kelas dari klasifikasi terdahulu dan membagi kelas-kelas tersebut menjadi bagian-bagian, (sub-kelas) yang baru. Hal ini umpamanya dapat dilakukan dengan mengubah tinggi berdasarkan decimeter menjadi centimeter. Dalam hal ini maka satu kelas dari klasifikasi yang lama (dm) dibagi ke dalam 10 subkelas yang baru (cm) yang menjadikan terbentuknya suatu klasifikasi yang lebih terperinci.

Dalam berbagai ilmu kita belum melampaui tahap klasifikasi. Umpamanya, dalam bermacam cabang ilmu kedokteran seorang dokter sudah merasa puas bila dia mampu untuk mengklasifikasikan sifat-sifat suatu jenis penyakit tertentu ke dalam beberapa kelas yang tidak terlalu besar jumlahnya. Dari tiap kelas dia akan mendapat informasi dalam melakukan pengobatan yang tepat, dan dalam hal ini klasifikasi berfungsi sebagai suatu alat yang utama. Untuk pertanyaan yang mudah, seperti apakah dia akan mempergunakan obat penenang atau tidak, sebuah klasifikasi yang bersifat kasar sudah mencukupi. Akan tetapi untuk memutuskan apakah dia akan mempergunakan obat antibiotik, lalu jenis antibiotik mana yang akan dipergunakan dan berapa kadar dosisnya, untuk menjawab semua pertanyaan ini jelas diperlukan sebuah klasifikasi yang lebih teliti.

Pelajar yang mendapat pengantar psikologi akan merasa bahwa seluruh pelajaran tersebut pada dasarnya adalah pelajaran dalam “memberi nama”. Hal ini disebabkan psikologi sebegitu jauh masih mempergunakan klasifikasi mengenai berbagai hal umpamanya tipe kepribadian, kelompok inteligensi, reaksi terhadap stimulus, dan sebagainya. Pelajar yang memberikan reaksi terhadap hal ini dengan mengatakan bahwa tak satu pun dari semua yang dia pelajari itu berguna, dalam hal ini dia mengemukakan sesuatu yang hampir benar, meskipun tidak seluruhnya. Memang benar bahwa klasifikasi saja tidak mempunyai banyak kegunaan praktis; walaupun begitu, tanpa adanya klasifikasi yang baik kebanyakan ilmu tak akan mampu berkembang.

Marilah kita lihat contoh kita yang kedua mengenai minat psikologis seseorang terhadap bidang keilmuan, Ditinjau dari segi klasifikasi, maka manusia berdasarkan minatnya dapat dibagi ke dalam kelas-kelas tertentu, umpamanya: (1) sangat menyukai semua ilmu, (2) tidak menyukai semua ilmu, (3) menyukai ilmu teoritis namun tidak menyukai ilmu eksperimental, (4) menyukai ilmu eksperimental namun tidak menyukai ilmu teoritis, (5) menyukai baik ilmu teoritis maupun ilmu eksperimental namun secara sedang-sedang saja, dan sebagainya. Lima kelas di atas bersifat saling meniadakan namun tidak mencakup semua. Kiranya akan merupakan suatu latihan yang baik bagi kita untuk menyempurnakan kelas-kelas tersebut dan menjadikannya suatu klasifikasi di mana semuanya tercakup.

Meskipun tampak sangat kasar, namun klasifikasi di atas mempunyai beberapa kegunaan. Katakanlah bahwa seorang mahasiswa yang baru masuk perguruan tinggi dapat digolongkan oleh seorang dosen pembimbing ke dalam salah satu kelas tersebut. Dosen tersebut dapat memberikan saran kepada mahasiswa tadi mengenai jenis-jenis ilmu apa saja yang harus diambilnya, kalau memang ada jenis ilmu yang bisa ditempuhnya. Tentu saja seseorang yang tidak menyukai semua ilmu harus mengambil mata ajaran yang bersifat umum. Sebaliknya, orang yang menyukai semua ilmu harus disarankan untuk mengambil berbagai jenis ilmu, di mana dalam hal ini mungkin dapat disarankan kepadanya untuk mengambil divisi keilmuan sebagai mata ajaran pokok. Menemukan mahasiswa yang termasuk golongan ketiga dan keempat adalah salah satu tugas dosen pembimbing, sebab penting untuk ditunjukkan pada mereka bahwa seseorang seperti itu mungkin akan menyukai beberapa ilmu tertentu namun tidak menyukai ilmu-ilmu yang lainnya. Umpamanya, bagi seorang yang tergolong dalam kategori tiga sangat baik dianjurkan kepadanya untuk memilih matematika sebagai mata ajaran pokok beserta ilmu-ilmu seperti fisika dan kimia, terutama dalam cabang-cabangnya yang sangat bersifat matematis. Sebaliknya, seseorang yang

termasuk dalam golongan empat harus dianjurkan untuk mengambil ilmu yang bersifat laboratoris dan menekan seminimum mungkin pelajaran fisika teori dan matematika.

Untuk mengerti perkembangan sepenuhnya dari pengukuran dan bagaimana peranannya dalam bidang keilmuan modern, di bawah ini akan kita pelajari bagaimana caranya sebuah klasifikasi yang sederhana disempurnakan dan diperluas.

Penataan Sebagian (*Partial Order*)

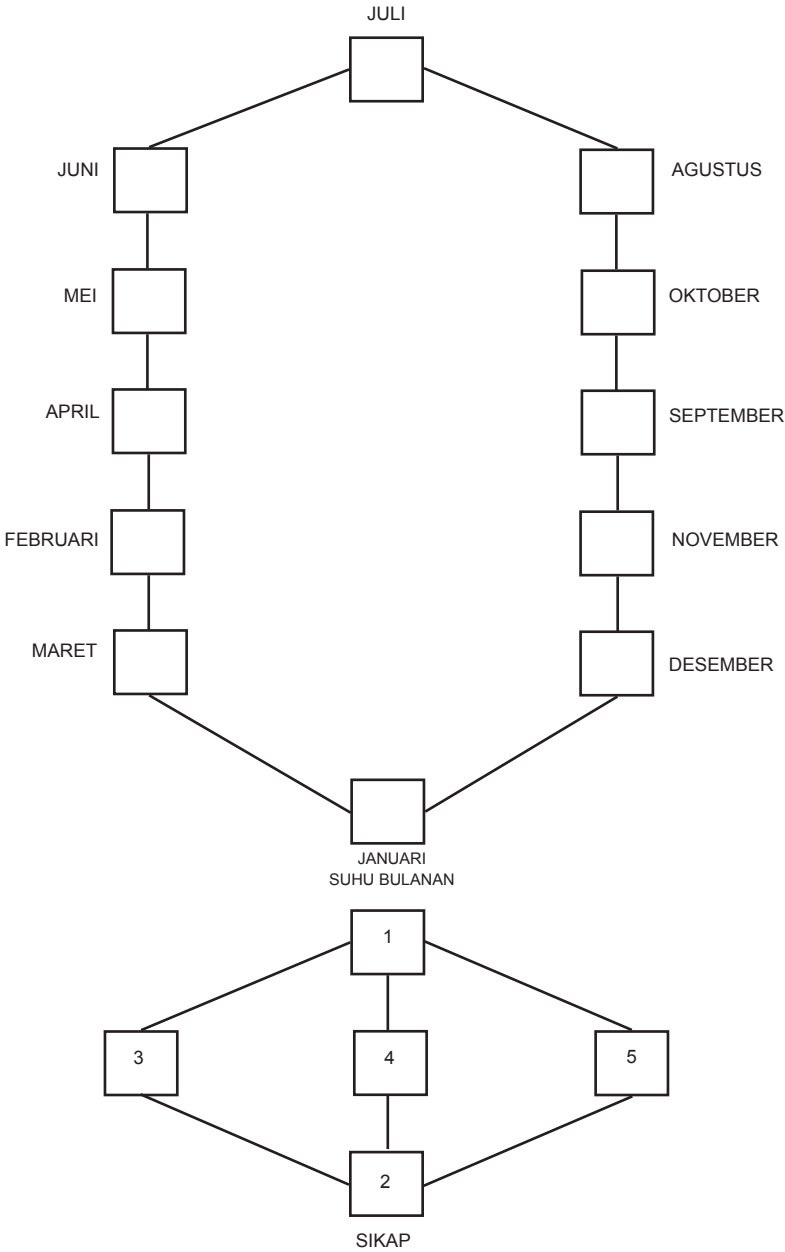
Tugas utama ilmuwan adalah mencoba membandingkan berbagai objek dari golongan yang berbeda. Umpamanya, jika kita harus membagi hari dalam satu tahun menjadi golongan yang berbeda seperti “hari pada bulan Mei” atau “hari pada pertengahan bulan Desember”, maka kita harus mencoba membandingkan suatu hari yang terdapat pada bulan Mei dengan suatu hari seperti hari yang terdapat pada pertengahan bulan Desember. Dalam hal ini, karena kita tertarik pada temperatur, maka kita akan mengambil hal tersebut sebagai dasar perbandingan apakah hari yang satu lebih panas dari hari yang lain. Hubungan seperti ini harus memenuhi dua persyaratan. Pertama, jika kita mengatakan bahwa tanggal 15 April lebih panas dari tanggal 14 April, tentu saja kita ingin menghilangkan kemungkinan bahwa tanggal 14 April lebih panas dari tanggal 15 April. Atau dengan perkataan lain, jika a lebih panas dari b , maka b tidak boleh lebih panas dari a . Secara garis besar, suatu hubungan yang mempertalikan dua kelas yang berbeda yang diekspresikan dalam suatu bentuk penjelasan yang menyatakan bahwa a lebih dari b dalam sesuatu hal, atau a lebih disukai daripada b karena hal tersebut, maka dalam kedua contoh ini, b tidak boleh mempunyai hubungan yang sama terhadap a . Sifat ini disebut asimetri (tidak simetris).

Sejauh kita hanya melihat perbandingan dari dua objek. Terdapat persyaratan lain yang harus dipenuhi bila kita ingin membandingkan

tiga objek atau lebih. Umpamanya, bahwa seseorang mengemukakan kepada kita fakta-fakta sebagai berikut: April tahun ini lebih panas dari Maret, Maret lebih panas dari November tahun yang lalu; dan November tahun yang lalu lebih panas dari April tahun ini. Bentuk keterangan semacam ini jelas tak ada gunanya bagi kita. Sesungguhnya, bila kita diberitahukan bahwa April lebih panas dari Maret dan Maret lebih panas dari November, maka kita ingin dapat mengambil kesimpulan bahwa April dengan demikian lebih panas dari November. Hal ini dikenal sebagai sifat transitif. Sama juga, seperti halnya pada pertanyaan mengenai sesuatu yang lebih disukai, jika a lebih disukai dari b dan b lebih disukai dari c , kita ingin dapat mengambil kesimpulan bahwa a adalah lebih disukai dari c . Walaupun begitu, dalam keadaan di atas masih memungkinkan seseorang untuk mengatakan bahwa dia tidak yakin bulan mana yang lebih panas atau objek mana yang lebih disukainya.

Suatu hubungan yang bersifat asimetri dan transitif dikenal sebagai penataan sebagian. Hal ini memungkinkan kita untuk mengatur berbagai kelas dalam suatu urutan yang teratur, meskipun kita tidak dapat memberikan informasi yang lengkap mengenai kelas mana yang diletakkan lebih dulu dari kelas yang lainnya, namun beberapa jawaban mengenai hal tertentu dapat diberikan. Klasifikasi seperti ini dapat dilukiskan seperti tampak dalam gambar di sebelah.

Tampak dalam gambar ini, dengan pasti dapat kita katakan bahwa bulan Juli adalah bulan yang paling panas, sedangkan bulan Januari adalah bulan yang paling dingin. Pada satu pihak, kita dapat membandingkan dalam ingatan kita bulan-bulan dari Juli sampai Desember dan kembali ke Januari, tetapi pada tahap ini kita tak mampu untuk membandingkan bulan pada pertengahan tahun pertama dengan bulan pada pertengahan tahun kedua. Walaupun begitu, klasifikasi yang sederhana seperti ini dapat membawa kita ke arah kesimpulan yang bersifat umum. Umpamanya, dalam hal di atas maka secara kasar dapat kita katakan bahwa bulan menjadi semakin



panas dari Januari sampai Juli dan setelah itu lambat-laun mendingin kembali.

Marilah kita kembali kepada contoh kita yang kedua. Dalam klasifikasi kita mengenai minat seseorang terhadap ilmu, kita dapat menempatkan pada puncak skala kita golongan yang menyukai sekali segala ilmu (kelas 1) dan di bawah sekali golongan yang tidak menyukai ilmu apa pun (kelas 2), sedangkan kelas 3, 4, dan 5 adalah pada tingkat antara kedua golongan tersebut. Klasifikasi yang lebih luas, yakni klasifikasi yang mencakup semua, jelas akan membawa kita kepada tingkat-tingkat yang lebih banyak lagi.

Pada tahap ini seorang ilmuwan sangat mungkin untuk terjatuh dalam sebuah perangkap. Meskipun syarat asimetri secara mudah dapat diperiksa, namun persyaratan transitif lebih rumit, dan terdapat beberapa contoh di mana suatu hubungan kelihatannya seperti penataan sebagian, padahal kemudian ternyata bahwa mereka tidak bersifat transitif.

Umpamanya, dalam contoh mengenai kompetisi sepak bola dari sepuluh kesebelasan. Kita sering tergoda untuk mengurut kesebelasan-kesebelasan ini, paling tidak sebagian, berdasarkan kriteria “Apakah a dapat mengalahkan b?” Sayang sekali hal ini bukanlah hubungan berdasarkan penataan sebagian karena sering terjadi bahwa mungkin saja kesebelasan pertama mengalahkan kesebelasan kedua, kesebelasan kedua mengalahkan kesebelasan ketiga, namun kemudian ternyata bahwa kesebelasan ketiga mengalahkan kesebelasan pertama.

Di samping itu terdapat beberapa kesukaran lainnya dalam hubungan penataan sebagian. Umpamanya, suatu masalah dalam menentukan pilihan berdasarkan mayoritas suara dalam sebuah organisasi. Dalam hal ini masalah tersebut pada dasarnya bukanlah suatu hubungan penataan sebagian. Katakanlah bahwa terdapat tiga aspek yang sedang ditentukan dalam kelompok tersebut. Mereka ingin memutuskan barang apakah yang pertama akan dibeli, lalu barang

yang kedua, dan yang ketiga, sesuai dengan urutan minat berdasarkan pilihan para anggota. Dalam suatu pengumpulan suara dari seratus anggota, ternyata bahwa sepuluh anggota memilih a sebagai yang pertama, b yang kedua, dan c yang ketiga. Anggota yang lain sebanyak 20 orang memilih urutan b, a, c. Dua belas anggota memilih urutan b, c, a. Kemudian tiga puluh anggota memilih a, c, b; dan sisanya adalah c, a, b. Jika kita membandingkan hanya dua aspek saja maka akan kita dapatkan bahwa 52 anggota (jadi merupakan mayoritas) lebih menyukai b daripada a. Di samping itu, 58 anggota lebih menyukai c daripada b, dan 60 anggota lebih menyukai a daripada c. Di sini kita menghadapi situasi yang nontransitif di mana kita tak mungkin sampai pada suatu keputusan berdasarkan mayoritas.*

Masalah lain yang sering terjadi dalam hubungan penataan sebagian adalah penataan para anggota menurut kategori yang lebih dari satu. Umpamanya kita mengurut sekelompok pegawai menurut umur dan senioritas (lamanya bekerja) mereka. Seseorang akan diurut lebih dulu dari yang lain bila dia adalah lebih tua dan lebih senior. Dalam hal ini kita sampai pada penataan sebagian. Jika a lebih dulu daripada b, maka b tak bisa lebih dulu daripada a, dengan demikian kita mendapat sesuatu yang asimetri. Juga, jika a lebih tua dan lebih senior daripada b, dan b lebih tua dan lebih senior daripada c, maka a lebih tua dan lebih senior daripada c, maka di sini kita mendapatkan persyaratan transitif. Walaupun begitu kita tak mungkin untuk membandingkan seluruh pegawai berdasarkan umur dan senioritas mereka. Seseorang yang berumur enam puluh tahun dan telah bekerja selama tiga puluh tahun, tak dapat dibandingkan dengan seorang lainnya yang baru berumur lima puluh lima tahun dan telah bekerja selama tiga puluh lima tahun. Inilah contoh yang baik dari suatu hubungan berdasarkan penataan sebagian. Dalam contoh

* Lihatlah pendekatan matematis pada masalah yang serupa dalam karangan John G. Kemeny yang lain dalam buku ini yakni "Matematika tanpa Bilangan; Matematika untuk Ilmu-ilmu Sosial", XIV, hlm. 00

kita mengenai minat terhadap ilmu, yang juga merupakan penataan sebagian, kita sampai pada sebuah diagram bercabang tiga karena kita mempunyai dua kriteria (yakni kesukaan terhadap ilmu teoritis dan ilmu eksperimental), di mana kita tak bermaksud membandingkan kedua kriteria tersebut. Untuk memperkuat konsep di atas maka kita harus membuang pasangan kriteria yang tak dapat dibandingkan tadi.

Penataan Sederhana (*Simple Order*)

Persyaratan yang ingin kita tambahkan kepada persyaratan yang terdahulu adalah bila terdapat dua objek dari golongan yang berbeda maka kita harus bisa menunjukkan mana yang diletakkan lebih dulu daripada yang lainnya. Hal ini akan menghindarkan terbentuknya diagram yang bercabang seperti yang kita dapatkan di atas. Di dalam percabangan ini kita menghadapi semacam kesukaran karena dua objek yang berbeda, namun berada dalam tingkat yang sama dalam diagram ternyata tak dapat dibandingkan. Jika mereka dapat dibandingkan, maka objek yang satu harus diletakkan lebih dulu dari objek lainnya, dan oleh sebab itu maka mereka tak akan berada dalam tingkat yang sama. Karena persyaratan yang baru menetapkan bahwa dua golongan tak boleh berada dalam satu tingkat yang sama, maka penggolongan kita akan merupakan sebuah garis lurus tanpa cabang. Pengurutan semacam ini disebut penataan sederhana. Ciri-cirinya adalah (1) asimetri, (2) transitif, dan (3) dua golongan yang berbeda yang mana pun dapat kita bandingkan satu sama lain.

Skala temperatur mempunyai ciri-ciri di atas yang menguntungkan ini, di mana terdapat kemungkinan untuk mengurut hari dalam seluruh tahun dari yang paling dingin sampai yang paling panas tanpa mengalami kemacetan. Hal ini dapat dicapai berkat adanya alat pengukur. Sebenarnya alat pengukur ini mempunyai kegunaan yang lebih dari itu karena mampu memberikan harga yang berupa bilangan kepada temperatur. Walaupun begitu penting untuk

disadari bahwa skala temperatur ini—yang pada dasarnya kurang lebih dituliskan secara begitu saja pada gelas temperatur—sebenarnya tidak perlu untuk penataan sebagian. Kita catat untuk tiap hari seberapa tinggi air raksa dalam termometer itu naik, maka pada akhir tahun kita sudah bisa melakukan urutan hari berdasarkan temperaturnya. Tidaklah perlu untuk mengatakan umpamanya bahwa pada hari anu temperatur adalah 52 derajat. Yang harus dilakukan adalah mencatat bahwa hari tersebut suhu naik lebih tinggi dari hari sebelumnya, yang berarti bahwa hari tersebut lebih panas daripada hari kemarin.

Kebanyakan penataan sebagian secara mudah dapat dibentuk menjadi penataan sederhana, karena terdapat kecenderungan tertentu dalam menentukan dasar penataan kelas. Konsep seperti tinggi atau umur manusia adalah contoh yang baik, di mana kita mempunyai intuisi untuk melangkah dari yang termuda kepada yang tertua, atau dari yang terpendek kepada yang tertinggi. Contoh yang tidak terlalu jelas adalah soal warna. Di sini suatu klasifikasi warna dalam merah, oranye, kuning, hijau, dan violet adalah prosedur yang biasa. Walaupun begitu untuk melakukan urutan dari warna-warna adalah tugas yang tidak mudah. Kita membutuhkan keterangan yang mendalam mengenai hakikat cahaya untuk mampu mengarahkan kita pada suatu penataan sederhana. Kita harus memahami terlebih dulu konsep mengenai panjang getaran atau frekuensi dari berbagai warna cahaya sebelum kita sampai pada kemungkinan untuk mengurut warna-warna tersebut.

Masalah yang lebih rumit adalah bagaimana menyederhanakan suatu penataan sebagian yang didasarkan pada dua atau tiga kriteria menjadi suatu penataan sederhana. Umpamanya dalam hal mengenai umur dan senioritas dalam kasus perusahaan terdahulu, masalah ini dapat disimpulkan menjadi pertanyaan: “Apakah hubungan antara satu tahun umur dengan satu tahun senioritas?” Katakanlah kita tetapkan bahwa satu tahun senioritas adalah sama dengan dua tahun umur, maka seseorang yang lima tahun lebih tua namun lima tahun

kurang senior dibandingkan dengan orang kedua akan diletakkan di belakang orang kedua tersebut. Kiranya tak usah dikatakan lagi bahwa masih banyak rumus-rumus lain yang dapat dibentuk (yang jumlahnya tak terhingga) yang bisa mengubah penataan sebagian menjadi penataan sederhana.

Bagaimana kita menerapkan hal ini ke dalam contoh kita mengenai minat seseorang terhadap ilmu? Menghadapi masalah minat ini maka dapat kita tetapkan, umpamanya, bahwa dengan menganggap yang lainnya adalah sama, maka minat terhadap ilmu teoritis akan menunjukkan derajat minat keilmuan yang lebih besar dibandingkan dengan minat terhadap ilmu eksperimental. Berdasarkan anggapan ini maka kita dapat mengurut kelima kelas tersebut menjadi urutan 1, 3, 5, 4, dan 2.

Kenyataan bahwa kita mempunyai banyak sekali kemungkinan dalam mengubah penataan sebagian menjadi penataan sederhana merupakan kesukaran tersendiri. Bila seorang ilmuwan menyatakan bahwa dia tak mungkin membuat penataan sederhana maka hal ini berarti bahwa dia menghadapi kemungkinan yang terlalu banyak dalam melaksanakannya.

Skala Bilangan (*Numerical Scale*)

Konsep pengukuran dalam pikiran kita mempunyai hubungan yang erat dengan konsep bilangan. Skala bilangan merupakan bilangan nyata yang diterapkan pada objek yang sedang ditelaah. Kebanyakan kita membuat penataan sederhana dahulu sebelum menerapkan bilangan. Masalahnya sekarang adalah bagaimana caranya kita menerapkan bilangan kepada unsur-unsur sebuah penataan sederhana.

Dalam kasus temperatur maka hal ini dapat dilakukan dengan mempergunakan kolom air raksa dalam termometer. Di sini seseorang akan melihat bahwa suhu yang bertambah tinggi akan menyebabkan kolom air raksa naik. Jadi dalam hal ini maka panjang kolom air raksa

yang merupakan suatu bilangan, dapat dipergunakan sebagai ukuran suhu. Atau dengan perkataan lain, kita menghubungkan gejala yang sebenarnya dengan suatu kejadian lain yang memungkinkan kita untuk mempergunakan bilangan. Walaupun begitu, tidaklah mudah untuk melaksanakan prosedur ini.

Pertama, untuk menghubungkan panjang kolom air raksa dengan temperatur, kita harus mempunyai dasar bahwa memang terdapat hubungan antara keduanya. Secara khusus, kita memerlukan adanya hukum yang menyatakan bahwa kolom air raksa tersebut akan bertambah panjang dengan meningkatnya suhu, di mana tak terdapat kekecualian apa pun dalam hal ini. Di sini harus kita ingat bahwa untuk menyusun rumus ini kita memerlukan penataan sederhana dari temperatur; sebab tanpa penataan ini maka hukum tersebut takkan dapat dikemukakan. Dalam hal ini maka tak mungkin terdapat suatu skala bilangan tanpa adanya penataan sederhana sebelumnya.

Kedua, kita menemukan bahwa masih terdapat benda-benda lain yang dapat dipergunakan sebagai skala pengukuran. Tiap logam ternyata memanjang bila dipanaskan, dan panjang logam tersebut sebenarnya dapat dipakai juga sebagai skala pengukuran temperatur. Suatu skala temperatur yang berdasarkan pemanjangan batang besi akan sangat berlainan dengan skala air raksa. Para ilmuwan yang membuat skala temperatur harus mempunyai informasi bahwa skala air raksa adalah lebih baik dibandingkan dengan skala besi. Secara khusus terdapat semacam dugaan bahwa pemuaian air raksa mempunyai hubungan sebab akibat yang sederhana dengan temperatur dibandingkan dengan pemuaian besi. Akan tetapi kenyataan yang sebenarnya dari hubungan tersebut sampai saat ini belum kita ketahui.

Jika kita mempunyai skala bilangan yang intuitif untuk temperatur, maka kita dapat bertanya mengenai hubungan antara panjang objek dan skala temperatur tersebut. Tetapi jika panjang

objek ini berfungsi sebagai defmisi dari skala temperatur, maka pernyataan yang dihasilkan menjadi berputar-putar. Walaupun begitu, kriteria untuk memilih skala seperti itu dapat dipertahankan dalam suatu bentuk yang baru. Jika kita mempergunakan panjang suatu objek tertentu sebagai ukuran dari temperatur, maka pemanjangan objek tersebut hanya berhubungan dengan temperatur. Tetapi apa jawaban kita dalam hal ini terhadap benda-benda yang lain? Dalam hal ini maka hukum pemuaian atau hukum tentang panas lainnya yang mungkin terbentuk tergantung dari jenis skala temperatur yang dipergunakan. Hukum-hukum ini jelas akan lebih mudah bila didasarkan pada satu skala temperatur, alasan inilah rupanya yang mendorong kita untuk menerima skala temperatur yang ada sekarang. Walaupun begitu hal ini tetap memberikan kepada kita berbagai pilihan. Umpamanya, kita mempunyai beberapa skala yang sekarang dipakai, namun perbedaannya hanya terletak dalam satuan unit yang dipilih dan tempat kita meletakkan angka nol. Perbedaan seperti itu hanya merupakan perubahan kecil yang tak berarti ditinjau dari pembentukan hukum, di mana semua ini tidak mengubah hukum-hukum tersebut secara drastis. Pada umumnya, jika satu skala membawa kita pada hukum yang sederhana, maka skala-skala lainnya yang dapat diubah menjadi skala tersebut, juga akan membawa kita pada hukum yang sederhana. Di sini dapat kita katakan bahwa skala-skala tersebut pada dasarnya tidak berbeda.

Kita dapat mempersingkat diskusi ini dengan mengatakan bahwa timbulnya skala temperatur adalah akibat dari penataan sederhana sebelumnya, bahwa terdapat berbagai pilihan yang berbeda-beda untuk mencapai hal itu, dan pilihan tersebut diambil berdasarkan asas kesederhanaan dan kegunaan. Meskipun pilihan telah ditetapkan namun masih terdapat juga beberapa peraturan yang ditetapkan secara begitu saja yang menimbulkan bermacam-macam skala yang pada dasarnya adalah sama. Prosedur seperti ini adalah karakteristik pembentukan skala bilangan.

Marilah sekarang kita perhatikan skala bilangan berat. Langkah pertama dalam proses menimbang adalah mempergunakan neraca untuk memeriksa apakah dua buah objek mempunyai berat yang sama. Jika objek A diletakkan di piring neraca kiri, dan B di sebelah kanan, maka kita tentukan berat relatif mereka dengan melihat apakah piring neraca itu terletak dalam tingkat yang sama. jika hal itu memang demikian maka kita katakan bahwa dua objek tersebut beratnya adalah sama; jika sebelah kiri tertarik ke bawah maka A adalah lebih berat. dan demikian juga sebaliknya, di mana B akan menekan piring kanan ke bawah jika dia ternyata lebih berat. Kenyataan ini akan memberikan kita sebuah penataan sederhana.

Kita tergoda untuk menerima penataan sederhana yang terjadi ini sebagai sesuatu yang segera terlihat secara mudah. Namun dibutuhkan waktu beribu-ribu tahun untuk sampai pada suatu penataan sederhana berdasarkan hal ini. Tak terdapat sesuatu yang jelas secara a-priori dalam penimbangan. Hasil pengamatan yang penting adalah bahwa dua objek selalu lebih berat (sesuai dengan definisi di atas) daripada satu objek yang sama. Hal ini memberikan jalan kepada kita untuk membuat beberapa standar berat dan membandingkan objek tertentu dengan standar berat ini. Jika kita memberikan berat 1 kepada standar dan jika objek yang kita timbang ternyata lebih berat dari 5 standar akan tetapi kurang dari 6 standar, maka kita memberikan berat objek tersebut berkisar antara 5 dan 6. Untuk tujuan-tujuan tertentu maka skala seperti ini sudah mencukupi. Ukuran di warung-warung umpamanya sudah cukup memuaskan bila dibulatkan kepada ons yang terdekat.

Untuk membuat skala yang lebih teliti maka kita mengemukakan argumentasi seperti berikut: Katakanlah bahwa terdapat tiga objek, yang ketiga-tiganya serupa seperti A, seimbang dengan standar. Karena itu maka adalah beralasan bila kita memberikan berat kepada A adalah $\frac{1}{3}$. Dengan cara ini maka kita akan mendapatkan objek yang merupakan pecahan dari standar dan kita kemudian

mempergunakan pecahan ini sebagai standar lain yang lebih teliti. Jadi kita mendapatkan standar ons, di mana 10 ons adalah seimbang dengan 1 kilogram, dan hal ini memungkinkan kita bisa membulatkan kepada ons terdekat daripada kilogram. Dengan perkataan lain, kita dapat menyatakan berat dengan membulatkannya kepada $\frac{1}{10}$ yang terdekat. Akan tetapi cara ini hanya memberikan kepada kita angka (pecahan) berat yang rasional yang merupakan sebagian kecil dari seluruh sistem bilangan. Juga diragukan apakah kita dapat secara prinsipil menentukan satuan-satuan berat yang kecil secara begitu saja, di mana dalam hal ini dapat diduga akan menimbulkan kesalahan dalam pengukuran. Tetapi kesalahan pengukuran ini akan selalu terjadi meskipun kita mengira bahwa kita dapat melakukan pengukuran secara teliti.

Adalah penting untuk disadari, walaupun .begitu, bahwa meskipun kita mengetahui keterbatasan dalam melakukan pengukuran yang sebenarnya, namun kita tak boleh membatasi berat yang mungkin muncul dalam teori kita. Umpamanya, bila kita membatasi hanya terhadap berat yang rasional, maka kita tidak akan bisa mempergunakan kalkulus.

Juga kita harus terus berpegang kepada asumsi yang kuat dalam prosedur pengukuran. Umpamanya, bila dua objek A dan sebuah objek B seimbang, mengapa kita harus yakin bahwa empat objek A akan seimbang dengan dua objek B? Kenyataan bahwa asumsi seperti ini kemudian ternyata benar menyebabkan ilmu-ilmu alam berkembang dengan lebih mudah.

Kita dapat mengajukan pertanyaan apakah yang akan terjadi bila kita mempunyai penataan sederhana namun kita tak mempunyai jalan untuk memakai bilangan. Dalam hal ini mudah dibuktikan bahwa tiap penataan sederhana dari alam kehidupan sebenarnya selalu dapat diubah menjadi skala bilangan. Kesukarannya di sini hanyalah bahwa terdapat jalan yang banyak sekali (tak terhingga) untuk melakukan

hal ini. Kita harus dapat mengira-ngira apakah ada kegunaan suatu skala tertentu sebelum kita memakainya.

Marilah kita kembali kepada contoh kita mengenai persoalan minat terhadap ilmu. Pada bagian terdahulu kita telah sampai pada suatu penataan sederhana dengan kriteria dasar adalah minat terhadap ilmu teoritis dan faktor sekunder adalah minat terhadap ilmu eksperimental. Sekarang kita bisa memberikan angka, umpamanya: Jika dia menyukai semua ilmu: angka 4; jika dia menyukai ilmu teoritis: angka 3; jika dia menyukai ilmu teoritis dan eksperimental namun sedang-sedang saja: angka 2; jika dia menyukai ilmu eksperimental angka 1; jika dia tidak menyukai ilmu: angka 0. Akan tetapi, dalam hal ini sukar untuk melihat kegunaan skala semacam ini. Akan lebih menarik kiranya jika kita mampu mengukur seberapa jauh seseorang menyukai ilmu di mana ilmu teoritis mempunyai peranan yang lebih penting dibandingkan ilmu eksperimental. Skala semacam ini dapat dibuat khusus dalam bentuk tes yang digunakan oleh para dosen pembimbing. Angka-angka ini cukup terperinci untuk membuat perbedaan yang teliti dan di samping itu, mempunyai harapan untuk berguna. Umpamanya, hasil tes seorang mahasiswa dapat dibandingkan dengan hasil para ilmuwan pada tahap mereka masih menjadi mahasiswa. Angka-angka yang mungkin lebih menarik adalah indeks yang dapat menentukan bagaimana para mahasiswa dengan minat seperti ini akan berprestasi dengan baik dalam berbagai pelajaran keilmuan.

Sering dikatakan bahwa faktor-faktor yang sedang kita bicarakan di atas adalah sesuatu yang tak dapat diukur dalam bilangan. Pada dasarnya hal itu memang benar. Banyak pengukuran dalam bidang ini yang bersifat ditetapkan begitu saja dan mempunyai kemungkinan kecil untuk berguna. Kita masih harus menemukan sesuatu pengukuran yang sederhana dan berguna dari berbagai faktor tersebut. Dalam hal temperatur maka dasar pengukuran kita terletak pada hukum panas yang sederhana yang didasarkan pada skala

tersebut. Kita tidak dapat mengharapkan suatu dasar pengukuran bagi berbagai indeks psikologis sebelum seseorang berhasil membuat sebuah rumus yang sederhana yang mendasari pengukuran itu.

Kita tak bisa meninggalkan pembicaraan ini tanpa menunjukkan bahwa dalam hal-hal tertentu penataan sederhana adalah sama gunanya dengan skala bilangan. Meskipun hal ini tidak benar dalam pembentukan teori, namun untuk deskripsi mengenai hasil percobaan dan klasifikasi dari objek maka penataan sederhana sudah melakukan semua peranan yang dilakukan skala bilangan. Sesungguhnya, dalam beberapa penggunaan para ilmuwan tidak percaya kepada skala bilangan karena dasar penetapannya secara begitu saja dalam skala yang digunakan. Dalam hal ini maka membatasi diri dengan penggunaan penataan sederhana adalah lebih masuk akal.

Jika untuk kebanyakan tujuan penataan sederhana adalah sama kegunaannya seperti skala bilangan, maka kita bisa mengajukan pertanyaan mengapa para ilmuwan lebih cenderung untuk menyukai skala bilangan? Jawabannya adalah terletak dalam perumusan teori. Seperti kita ketahui bahwa satu teori adalah tak ada gunanya kecuali kalau kita bisa menjabarkan secara deduktif konsekuensinya. Deduksi ini pada dasarnya adalah proses matematis, di mana bentuk teori akan menentukan bentuk matematika yang dipakai. Teori yang memakai skala bilangan memungkinkan kita memakai metode matematika yang kuat yang diambil dari kalkulus. Sebuah teori yang berdasarkan penataan sederhana membutuhkan matematika yang lebih rumit. Matematika ini baru saja dikembangkan akhir-akhir ini dan belum banyak dikenal oleh para ilmuwan. Di sini ternyata bahwa alasan yang sebenarnya untuk skala bilangan adalah karena secara matematis adalah mudah. Kita juga dapat meramalkan bahwa dengan perkembangan matematika maka skala bilangan akan menjadi kurang penting dibandingkan dengan sekarang.

Kita melihat pada dewasa ini, pengukuran merupakan peranan utama dalam ilmu, karena dengan memberikan bilangan kepada

berbagai objek atau gejala dalam alam, kita mampu mendeskripsikan gejala ini dalam hukum bilangan. Hal ini berarti bahwa keseluruhan sistem matematika klasik dapat diterapkan. Namun harus kita sadari bahwa titik berat yang ditekankan pada pengukuran mungkin hanya merupakan gejala sementara yang akan mengubah sesuai dengan kemajuan dalam matematika.

Morris Kline

MATEMATIKA

KIRANYA tak diragukan lagi bahwa matematika merupakan salah satu puncak kegemilangan intelektual. Di samping pengetahuan mengenai matematika itu sendiri, matematika memberikan bahasa, proses dan teori, yang memberikan ilmu suatu bentuk dan kekuasaan. Perhitungan matematis menjadi dasar bagi disain ilmu teknik. Metode matematis memberikan inspirasi kepada pemikiran di bidang sosial dan ekonomi. Di samping itu, pemikiran matematis memberikan warna kepada kegiatan seni lukis, arsitektur, dan musik. Bahkan jatuh bangun suatu negara, dewasa ini, tergantung dari kemajuannya di bidang matematika. Akhirnya, matematika merupakan salah satu kekuatan utama pembentuk konsepsi tentang alam, serta hakikat dan tujuan manusia dalam berkehidupan.

Suatu paradoks, betapa suatu bentuk pemikiran yang abstrak mampu memberikan kemampuan kepada manusia untuk menguasai dunia fisik, dan memberi pengaruh dalam hampir tiap segi dari kebudayaan manusia, selalu menggoda mereka yang bukan ahli matematika. Untuk tujuan tersebut akan kita lihat apakah hakikat matematika itu dan mengapa matematika mempunyai kemampuan yang demikian efektif.

Ciri utama matematika ialah metode dalam penalaran (*reasoning*). Dengan jalan mengukur besarnya sudut sejumlah segitiga yang mempunyai berbagai ukuran dan bentuk, maka kita dapat menemukan bahwa jumlah sudut dari tiap segitiga tersebut adalah 180 derajat. Dalam hal ini maka secara induktif dapat disimpulkan bahwa jumlah sudut dari setiap segitiga adalah 180 derajat. Namun di samping itu orang juga bisa berpikir secara analogi, umpamanya

karena lingkaran membentuk sebuah bidang yang mempunyai luas terbesar dibandingkan dengan garis-garis lengkung lainnya, maka sebuah bola dengan demikian akan mempunyai isi yang terbesar pula.

Menalar secara induksi dan analogi membutuhkan pengamatan, dan bahkan percobaan, untuk memperoleh fakta yang dapat dipakai sebagai dasar argumentasi. Tetapi pancaindera kita terbatas dan tidak teliti. Tambahan lagi, meskipun fakta yang dikumpulkan untuk tujuan induksi dan analogi itu masuk akal, namun metode ini tidak memberikan suatu kesimpulan yang tak dapat dibantah lagi. Umpamanya, meskipun sapi makan rumput dan babi serupa dengan sapi, namun tidak benar bahwa babi makan rumput.

Untuk menghindari kesalahan seperti di atas, ahli matematika mempergunakan kerangka berpikir yang lain. Umpamanya dia mempunyai fakta bahwa $x-3 = 7$ dan bermaksud untuk mencari nilai x tersebut. Dia melihat bahwa jika angka 3 ditambahkan kepada kedua ruas persamaan tersebut maka dia akan memperoleh bahwa $x = 10$. Pertanyaannya adalah bolehkah dia melakukan langkah ini? Untuk menjawab hal tersebut maka pertama-tama dia mengetahui bahwa sebuah persamaan tidak berubah jika kepada kedua ruas persamaan tersebut ditambahkan nilai yang sama. Hal ini berarti, bahwa dengan menambahkan angka 3 kepada kedua belah persamaan tersebut, dia takkan mengubah harga persamaan tadi. Berdasarkan hal ini maka dia berkesimpulan bahwa langkah yang dilakukannya ternyata dapat dipertanggungjawabkan. Cara berpikir yang dilakukan di sini adalah deduksi. Seperti pada contoh di atas, dalam semua pemikiran deduktif, maka kesimpulan yang ditarik merupakan konsekuensi logis dari fakta-fakta yang sebelumnya telah diketahui. Di sini, seperti juga fakta-fakta yang mendasarinya, maka kesimpulan yang ditarik tak usah diragukan lagi.

Karena deduksi menghasilkan kesimpulan yang dapat dipercaya seperti fakta yang mendasarinya, maka penerapan proses ini kepada fakta-fakta yang kebenarannya telah diketahui akan menghasilkan

kebenaran baru, Kebenaran baru ini kemudian dapat dipakai kembali sebagai premis untuk suatu argumentasi deduktif yang lain. Kesimpulan yang ditarik dari setiap proses deduksi mungkin tidak terlalu penting, namun hasil akhir dari serangkaian metode ini—katakanlah umpamanya setelah 10 atau 20 rangkaian argumentasi—mungkin sekali menghasilkan suatu kesimpulan yang penting. Kesimpulan seperti ini kita sebut teorema. Rangkaian argumentasi deduktif yang rnenuju pada satu teorema disebut pembuktian.

Meskipun pembuktian matematis haruslah bersifat deduktif, namun proses kreatif ke arah ini tidaklah selalu demikian. Untuk melihat apa yang harus dibuktikan, atau rangkaian argumentasi mana yang dapat ditempuh untuk sampaj pada suatu kesimpulan, maka ahli matematika juga mempergunakan berbagai cara lain seperti pengamatan, pengukuran, intuisi, imajinasi, induksi, dan bahkan metode coba-coba. Proses penemuan dalam matematika tidak bersumber pada satu pola atau metode. Sesungguhnya, tidak semua proses tersebut dapat diterangkan, seperti juga segenap kegiatan kreatif dalam ilmu atau seni.

Persyaratan bahwa penalaran matematis haruslah bersifat deduktif diletakkan oleh bangsa Yunani. Ahli matematika Yunani juga adalah ahli falsafah yang memikirkan kebenaran. Mereka berpendapat bahwa hanya metode deduksilah yang mampu menghasilkan kesimpulan yang dapat dipercaya. Dengan jalan mengeksplorasi setiap segi dari kebenaran yang telah diketahui, maka sekelompok manusia yang cerdas telah memahatkan suatu dunia intelektual yang baru, dan menjadikan penalaran sebagai suatu faktor utama dalam kebudayaan manusia.

Usaha dalam memperoleh kebenaran secara deduksi harus mengandalkan pada beberapa pernyataan yang sebelumnya dianggap telah benar. Kebenaran ini ditemukan oleh bangsa Yunani dalam bilangan dan bentuk geometris: bahwa sebuah persamaan yang kedua ruasnya ditambah dengan. heparan yang sama harganya tidak berubah,

bahwa keseluruhan lebih besar daripada bagian-bagiannya, dan bahwa dua titik membentuk sebuah garis lurus. Di sini matematika disusun atas aksioma bilangan dan geometri. Ahli matematika sebagai seorang ahli matematika tidak menalar tentang gaya, berat, bunyi, cahaya, persenjawaan kimia atau tujuan hidup.

Terdapat alasan lain mengapa kita memusatkan perhatian kepada bilangan dan bentuk geometri. Segitiga yang dibentuk oleh sebidang tanah, atau segitiga yang dibentuk oleh bumi, matahari dan bulan, keduanya mempunyai konsep yang sama dari sebuah segitiga. Dengan mempelajari sifat-sifat dari konsep segitiga ini, maka kita bukan saja akan memperoleh pengetahuan tentang dua segitiga fisik tersebut, namun juga berbagai-bagai gejala fisik yang berbentuk segitiga. Atau dengan perkataan lain, orang Yunani melihat bahwa bilangan, ukuran dan bentuk merupakan sifat-sifat dasar dari berbagai ujud. Orang Yunani bahkan menaruh kepercayaan bahwa jagat raya tersusun secara matematis, dengan demikian maka gejala alam hanya dapat dipahami dalam pengertian angka dan geometri.

Ujud yang ketiga dari matematika adalah bahasa yang sangat simbolis. Bahasa matematika tak mengandung sesuatu yang dalam atau rumit, karena bahasa ini sebenarnya hanya merupakan semacam steno, dan steno matematika ini lebih mudah dipelajari dibandingkan dengan steno biasa. Simbol-simbol, seperti $+$ untuk penambahan, x untuk suatu jumlah yang tidak diketahui, dan x^2 untuk x kali x , tentu saja, sudah kita kenal. Perkataan dapat dipakai untuk beberapa tujuan dengan susunan kalimatnya menerangkan apa yang dimaksudkan. Sebagai contoh, marilah kita ambil sebuah pernyataan matematis yang terkenal, yang menguraikan hasil percobaan yang dilakukan Galileo kira-kira 350 tahun yang lalu. Jarak yang ditempuh oleh sebuah objek yang sedang jatuh (dalam kaki) tiap waktu tertentu (dalam detik) adalah 16 kali waktu pangkal dua. Secara simbolis pernyataan ini dituliskan sebagai $d = 16 t^2$, di mana t adalah waktu, dan d adalah jarak yang ditempuh dalam t detik. Jadi jika sebuah

objek jatuh selama 5 detik, maka rumus di atas menunjukkan, bahwa dia jatuh sepanjang 400 kaki.

Mengapa simbolisme dipergunakan secara luas? Alasan utamanya ialah agar singkat, persis dan mudah dimengerti. Usaha agar suatu pernyataan itu singkat kiranya tak memerlukan penjelasan lagi. Dalam hal yang kedua, matematika membantu meningkatkan ungkang ketelitian, karena banyak perkataan yang penting mempunyai artinya yang samar. Perkataan “sama”, umpamanya, dapat berarti kesamaan dalam ukuran, bentuk, hak politis, kemampuan intelek atau kualitas lainnya. Pernyataan bahwa semua manusia dilahirkan sama pengertiannya adalah samar, namun tanda yang dipergunakan dalam rumus $d = 16t^2$ adalah jelas, sebab yang dimaksudkan adalah kesamaan bilangan. Manusia dengan mudah mendapatkan pengertian lewat simbolisme sebab pikiran manusia memang bekerja lebih baik dengan mempergunakan ekspresi simbolis.

Hakikat matematika dapat didekati dari metode pembuktiannya, bidang yang ditelaahnya, dan bahasa yang dipakainya. Pengetahuan mengenai ketiga hal tersebut merupakan langkah pertama dalam melihat sumber kekuatan matematika. Bilangan dan bentuk geometris, dan berbagai hubungan yang didasarkan pada abstraksi ini dalam bentuk rumus-rumus merupakan esensi dari sejumlah situasi fisik. Pengetahuan yang didapat dengan jalan abstraksi merupakan pengetahuan yang lebih meyakinkan dibandingkan dengan pengetahuan yang diperoleh dari suatu kejadian tertentu, seperti juga kesimpulan yang ditarik semua orang adalah lebih meyakinkan bila dibandingkan dengan kesimpulan yang didapat seorang tertentu. Pembuktian deduktif yang dapat diandalkan merupakan sumber kekuatan kedua dari matematika. Kesimpulan yang diambil orang Yunani dahulu kala yang merupakan konsekuensi logis dari aksioma-aksioma tertentu masih tetap berlaku sampai sekarang dan sampai kapan pun juga.

Kekuatan matematika juga terletak dalam segi lain. Ahli matematika merupakan seorang pemikir profesional yang memberikan seluruh hidupnya dalam mempelajari apa yang telah di capai dalam bidangnya dan memperluas bidang tersebut dengan pengetahuan baru. Semua hasil yang dicapai oleh generasi yang satu diwariskan kepada generasi selanjutnya dan generasi inipun kembali memperluasnya dengan berpangkal pada warisan tersebut. Tiap generasi memperkaya struktur matematika dengan penemuan-penemuan baru.

Untuk menghargai kekuatan sepenuhnya dari matematika kita harus melihat peranannya dalam ilmu. Dalam abad ketujuh belas, ketika ilmu modern terbentuk dan mendapat dorongan pesat untuk pertama kali, hukum-hukum fisika yang penting diperoleh lewat induksi dan percobaan. Kita akan mengambil sebagai contoh hukum Newton yang kedua dari tiga hukum Newton tentang gerak dan gravitasi. Hukum ini berhubungan dengan konsep tentang gaya, massa dan percepatan. Hukum Newton yang kedua tentang gerak menyatakan bahwa tiap gaya yang diberikan kepada suatu massa akan menyebabkan terjadinya percepatan, di mana hubungan kuantitatif antara besar gaya (F), besar massa (m), dan besar percepatan (a) adalah:

$$(1) F = ma$$

Hukum gravitasi Newton menyatakan bahwa dua benda akan saling tarik-menarik atau berada dalam gaya gravitasi satu sama lain dan ekspresi kuantitatif dari gaya ini dilukiskan dengan sebuah rumus:

$$(2) F = \frac{G m H}{r^2}$$

Dalam persamaan ini F adalah jumlah gaya yang diberikan; M adalah massa dari benda yang kedua; r adalah jarak antara dua benda

tersebut; dan G adalah sebuah konstanta, yakni besaran yang sama berapa pun massa dan jarak dari benda-benda tersebut.

Hukum tentang gaya, massa dan percepatan ini merupakan suatu konsep fisik, di mana usaha untuk mendapatkan pengetahuan mengenai hubungan antara besaran faktor-faktor tersebut merupakan tugas ilmuwan. Walaupun begitu, rumus (1) dan (2), ditinjau dari segi rumus itu sendiri, hanyalah merupakan persamaan aljabar yang menghubungkan beberapa variabel, dan dalam hal ini adalah sah bila kita bertanya kepada ahli matematika, apakah dia bisa mempergunakan berbagai teorema dan proses matematika untuk mendiskusikan persamaan baru dari rumus (1) dan (2). Jawabannya ternyata bisa. Pertama-tama dia melihat bahwa secara matematis rumus (2) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(3) F = m \frac{(GM)}{r^2}$$

Kemudian dia membandingkan rumus (1) dengan (3) dan dia melihat bahwa kedua rumus itu mempunyai bentuk aljabar yang sama. Tambahan lagi, rumus (1) berlaku untuk setiap gaya, termasuk gaya gravitasi itu sendiri. Karena dalam rumus (1) jumlah yang dikalikan massa adalah percepatan maka jumlah yang dikalikan m dalam rumus (3) juga adalah percepatan. Dalam hal ini maka percepatan yang diberikan kepada m oleh gaya gravitasi F antara M dan m adalah

$$(4) a = \frac{GM}{r^2}$$

Sekarang marilah kita terapkan rumus ini kepada situasi tersebut. Katakanlah bahwa M adalah massa bumi kita. Rumus (4) memberikan percepatan yang diberikan gaya gravitasi bumi kepada massa tertentu yang menyebabkan massa tersebut jatuh ke bumi bila dilepaskan dari suatu ketinggian.

Kira melihat bahwa bumi menarik benda tersebut seakan-akan massa bumi berkonsentrasi di pusat bumi. Dengan demikian maka untuk benda-benda yang letaknya dekat permukaan bumi jumlah r dalam rumus (4) adalah panjang jari-jari bumi. Jumlah G , seperti terlihat di atas, selalu tetap dalam setiap keadaan, Sedangkan besaran dalam ruas kanan dari rumus (4) adalah sama berapa pun juga besarnya massa dari benda yang terletak dekat permukaan bumi tersebut. Dengan demikian maka kita dapat menyimpulkan bahwa semua benda jatuh dengan percepatan yang sama, suatu kenyataan yang ditemukan oleh Galileo secara eksperimental, sedangkan di sini kita menemukan kenyataan tersebut melalui deduksi dari hukum kedua Newton tentang gerak dan gravitasi.

Sekarang, kata seorang ahli matematika, kita dapat melangkah lebih jauh lagi. Jika jumlah a , G dan r dalam rumus (4) diketahui, maka rumus (4) ini dapat dianggap sebagai suatu rumus dasar di mana M tidak diketahui, sedangkan M dapat dihitung. Langkah untuk menghitung massa bumi dapat dituliskan dengan langkah aljabar sebagai berikut:

$$(5) M = \frac{ar^2}{G}$$

Marilah kita lihat apakah kita mungkin mengetahui besarnya jumlah ruas kanan dari persamaan (5) di atas. Karena semua percepatan benda yang jatuh ke bumi adalah sama maka kita dapat mengukur percepatan benda apa saja yang jatuh ke bumi. Jumlah ini telah diukur oleh Galileo dan besarnya adalah 32 kaki per detik untuk tiap detik. Jumlah G adalah tetap untuk semua keadaan, dan hal ini bisa diukur berulang kali dalam laboratorium, di mana kondisinya dapat diatur menurut keinginan kita.

Nilai G adalah 1,07 dibagi 1.000.000.000. Besarnya jari-jari bumi dapat ditetapkan berdasarkan geometri yang mula-mula dilakukan

oleh seorang Yunani bernama Erastosthenes kira-kira 250 tahun SM. Panjang jari-jari ini adalah 4.000 mil atau 4.000×5.280 kaki. Sesudah kita mengetahui besaran a , G dan r maka dengan mempergunakan rumus (5) kita mendapatkan bahwa

$$(6) G = 131 \times 10^{23} \text{ pound}$$

Massa dari bumi ternyata merupakan jumlah yang mengejutkan, namun lebih mengejutkan lagi betapa mudahnya kita menemukan angka tersebut.

Dengan cara yang mudah seperti di atas maka Isaac Newton bersarha-sama para ahli sezamannya, dan ahli-ahli sesudah mereka, menghitung massa dari matahari dan berbagai planet, perjalanan bintang berekor, pergerakan bulan, dan naik turunnya pasang. Secara khusus dapat dikemukakan bagaimana Newton membuktikan hukum Keppler mengenai pergerakan planet-planet. Hukum tersebut ditemukan Keppler hanya berdasarkan induksi dari data. Newton kemudian membuktikan bahwa hukum tersebut merupakan konsekuensi logis dari hukum gerak dan gravitasi. Dengan demikian maka teori yang menyatakan matahari sebagai pusat pergerakan planet-planet, yang sampai saat itu tidak mempunyai hubungan langsung dengan prinsip-prinsip dasar fisika, mendapatkan dukungan yang tak dapat dibantah lagi.

Usaha-usaha seperti di atas termasuk apa yang disebut mekanika tentang benda-benda langit, bidang yang tampil kembali dalam peluncuran satelit. Setelah itu ditemukan berbagai teori yang sama pentingnya seperti teori cahaya, listrik, magnetisme, gelombang elektro magnetis (termasuk gelombang radio yang telah diramalkan sebelumnya secara matematis); aliran benda cair dan gas yang berguna dalam pengembangan disain kapal laut dan kapal terbang; relativitas, struktur atom, struktur molekul (yang sekarang merupakan dasar

kimia modern); genetika kuantitatif dan perlakuan statistik terhadap masalah sosial dan kedokteran. Dalam semua bidang yang disebutkan ini kesatuan antara matematika dan ilmu berkembang dengan sangat pesat.

Sumbangan dalam bentuk bahasa yang khas dan fungsional, serta proses deduksi, hanyalah merupakan sebagian kecil dari kemampuan matematika. Ilmu mencoba memperoleh pengetahuan tentang alam fisik, namun hal ini takkan berguna kalau tidak tersusun dengan baik. Tumpukan hasil yang tidak tersusun rapi tidaklah bersifat lebih keilmuan dari setumpukan bata dalam usaha membangun sebuah rumah. Hasil utama dari kegiatan keilmuan adalah teori. Dalam teori-teori ini, beratus-ratus penemuan disusun dalam struktur deduktif seperti geometris Euclid. Di puncak struktur terdapat prinsip dasar yang berfungsi sebagai aksioma. Fakta yang penting diketahui adalah bahwa struktur dari suatu teori keilmuan tersusun dalam satu kesatuan oleh serangkaian deduksi matematis. Semen yang mengikat bata-bata, menjadi suatu susunan yang teratur, di mana hal ini sebongkah bata dapat diumpamakan sebagai suatu teori individual, adalah deduksi matematis. Suatu teori keilmuan dapat dikatakan sebagai suatu cabang matematika yang aksioma-aksiomanya menyatakan hubungan kuantitatif antara berbagai konsep fisik, di mana strukturnya adalah serangkaian deduksi matematis, dan teoremanya merupakan pembuktian matematis tentang konsep-konsep tersebut.

Matematika mempunyai peranan lain dalam ilmu. Konsep utama dalam fisika yang merupakan bidang keilmuan yang paling berhasil dan meyakinkan adalah gaya gravitasi. Gaya ini, bila dikeluarkan oleh bumi, akan menarik benda jatuh ke bumi, dan bila dikeluarkan oleh matahari, menyebabkan planet-planet berputar dalam orbitnya. Mekanisme apa yang menyebabkan bumi dan matahari berada dalam gaya tarik-menarik? Newton mempelajari masalah ini, dan setelah gagal memberikan jawaban dia menggumamkan kata-kata yang terkenal: "Saya tak mempunyai hipotesis apa pun". Sejarah tentang

ini banyak sekali namun hasilnya adalah bahwa belum terdapat penjelasan apa pun tentang hal tersebut.

Jadi apa yang kita ketahui tentang gaya gravitasi? Jawabnya adalah rumus (2) di atas. Kita mempunyai hukum kuantitatif yang memberikan jalan untuk menghitung besar gaya ini, dan bertolak dari sini kita bisa mendeduksikan bagaimana benda-benda akan bergerak, bentuk dari jalan yang akan ditempuh, dan di mana mereka akan berada pada waktu-waktu tertentu. Namun kita belum mempunyai pengetahuan sedikit pun tentang hakikat fisik dari gaya itu sendiri; di mana hal ini mendapatkan pengetahuan tersebut, dapat dianggap sebagai suatu kemustahilan.

Dalam zaman Newton matematika memegang kendali ilmu. Sejak abad ketujuh belas perilaku alam makin lama makin tidak jelas, terlepas dari perkembangan yang pesat dari ilmu itu sendiri, dan dalam keadaan seperti ini maka hukum matematis lalu dijadikan esensi dan tujuan ilmu.

Penaklukan ilmu oleh matematika dalam abad sekarang ini telah berlangsung sedemikian jauh, sehingga Sir James Jean almarhum, ahli astronomi dan fisika yang terkenal, mengatakan bahwa deskripsi matematis dari alam dianggap kenyataan terakhir. Gambar dan model yang membentuk kita dalam memahami semua ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut. Penjelajahan kita masih terbatas dalam rumus-rumus matematis dan penjelajahan yang lebih jauh masih mengandung banyak risiko.

Sewaktu fisika matematis berkembang ke arah kedewasaannya, matematika pun mulai mempunyai pengaruh dalam berbagai segi kebudayaan manusia. Minat yang hidup kembali terhadap dunia fisik, menyebabkan pelukis Renaissance meninggalkan lukisan abad pertengahan yang tidak realistis dan penuh gaya simbolis, dan kemudian kembali pada gambaran alam nyata yang sesungguhnya. Masalah dalam menggambarkan penglihatan tiga dimensi dalam

sebuah lukisan dipecahkan dengan penemuan sistem matematis dari lukisan perspektif. Pendekatan realistik yang mendaiam, utuh, massal dan konsekuen merupakan sumbangan utama matematika terhadap lukisan Renaissance.

Penerapan matematis terhadap benda yang bergerak melahirkan sebuah doktrin kefasfahan yang menyatakan bahwa tiap gejala dari alam dapat direduksikan menjadi zat dan gerak, di mana semua zat termasuk tubuh manusia semuanya terikat oleh hukum matematis yang tetap, sedangkan kehendak manusia tak terbatas, dan pikiran hanyalah merupakan reaksi mekanis yang diberikan terhadap otak lewat pancaindera terhadap sensasi. Mendapat inspirasi dari keberhasilan matematika dalam fisika, dan didorong oleh antusiasme tentang kekuatan menalar lewat matematika, maka para pemikir abad kedelapan belas yang terkemuka mendekati masalah-masalah sosial secara rasional dan mengembangkan ilmu tentang pemerintahan dan ekonomi. Semangat rasional ini membebaskan manusia dari takhyul dan ketakutan yang tak berdasar yang memungkinkan manusia benapas daiam atmosfer yang lebih toleran.

Kebutuhan ilmu terhadap matematika, yang mulai mendesak selama abad ketujuh belas, merangsang perkembangan matematika dengan pesat. Agar bisa menghargai hakikat matematika modern secara mendalam, maka kita harus melihat perkembangannya yang terakhir. Matematika yang dipunyai pada tahun 1600 terdiri dari aljabar, geometri Euclid, dan permulaan trigonometri. Dalam abad ketujuh belas, kebutuhan terhadap matematika dalam mempelajari garis lengkung, yang berupa jalan yang ditempuh cahaya melalui lensa, trayek tembakan meriam, perjalanan kapal di lain, atau orbit planet-planet, menyebabkan Rene Descartes dan Pierre de Fermat menciptakan metode aljabar mengenai garis lengkung, sehingga aljabar kemudian dapat dipakai dalam mendeduksikan sifat-sifat garis lengkung tersebut. Ciptaan ini dinamakan geometri koordinat atau geometri analitis.

Kebutuhan untuk menghirung berbagai kecepatan, gaya, tekanan dan berbagai sifat lainnya dari benda-benda langit, serta masalah lain seperti riavigasi dan tembakan meriam, dapat dilakukan dengan ditemukannya konsep baru tentang limit, dan suatu cara baru yang disebut diferensial. Kedua konsep ini merupakan pokok dari kalkulus diferensial. Untuk memperoleh suatu jumlah total dari serangkaian objek yang jumlahnya tak terbatas, umpamanya jumlah gaya gravitasi dari tiap bagian bumi terhadap suatu massa, maka kalkulus integral diciptakan.

Kalkulus merupakan permulaan dari serangkaian cabang matematika baru yang biasanya disebut analitik. Persamaan diferensial, deret tak terhingga, geometri diferensial, kalkulus dari variasi, fungsi dan variabel yang kompleks, analisis vactor dan analisis tensor merupakan contoh dari analisis tersebut. Ruang lingkup aljabar juga kemudian diperluas dengan berbagai abstraksi seperti bilangan kompleks, vacor, “hyponumber”, matriks, gugus abstrak, dan teori tentang struktur aljabar yang dikenal sebagai aljabar abstrak. Geometri proyektif, geometri non-Euclid, aljabar geometri, dan topologi.

Motivasi utama dari penemuan ini adalah untuk melanjutkan penyelidikan alam dari abad kedelapan belas dan kesembilan belas, seperti kekuatan cahaya dalam berbagai struktur, pergerakan kapal laut, aliran pasang, pengembangan uap sebagai sumber tenaga, pembuatan dan penggunaan tenaga listrik, perbaikan peralatan optik, balistik dan berbagai bidang keilmuan yang baru. Di samping itu, kita jangan melupakan kenyataan bahwa ahli matematika itu sendiri menikmati kegiatan matematika yang bersifat kreatif, yang berupa tantangan intelektual, kepuasan dalam keberhasilan, dan keindahan dalam bukti dan penemuan. Berdasarkan tema yang diberikan oleh masalah fisik, ahli matematika bukan saja membantu memecahkan masalah tersebut secara matematis, bahkan sering sekali secara tidak disengaja mereka memberikan konsep dan kerangka teori fisika yang baru.

Matematika berkembang dengan luar biasa dalam kebudayaan kita yang modern, namun perkembangan yang lebih menarik lagi adalah terjelmanya kesadaran bahwa matematika bukanlah sesuatu yang mutlak, matematika bukan sesuatu yang dapat merengkuh kebenaran sepenuhnya, atau bahwa matematika mendeskripsikan kenyataan dalam pengertian seperti apa yang pernah dipikirkan orang sebelumnya, Selama 2000 tahun aksioma tentang bilangan dan geometri dianggap sebagai suatu kebenaran yang pasti. Karena teorema merupakan konsekuensi logis dari aksioma, maka teorema pun lalu dianggap sebagai kebenaran yang tak dapat dibantah lagi.

Penemuan non-Euclid telah menyebabkan matematika turun dari tempat pemujaan ini. Secara historis, geometri non-Euclid merupakan hasil dari usaha untuk mendapatkan versi yang lebih sederhana dari aksioma Euclid tentang garis sejajar, di mana dikemukakan sebuah postulat bahwa lewat titik dalam sebuah bidang maka hanya dapat ditarik satu dan hanya satu garis sejajar dengan sebuah garis tertentu. Dalam usaha penjelajahan ini, ahli matematika dengan sengaja mengambil aksioma yang bertentangan dengan aksioma Euclid, lalu dengan menggunakan aksioma yang baru ini bersama aksioma-aksioma Euclid lainnya, mereka mendeduksikan teorema-teorema. Mereka berharap akan membentuk suatu geometri baru yang tidak konsisten, di mana akan mereka temukan teorema-teorema yang bertentangan satu sama lain, sebab teorema-teorema tersebut dimulai dengan aksioma, yang menurut pikiran mereka, adalah mengingkari kebenaran. Ternyata kontradiksi seperti ini tidak terjadi.

Ahli matematika yang terkemuka dalam abad kesembilan belas, Karl Fiedrich Gauss, adalah orang yang pertama melihat kemungkinan hal ini. Ia menyadari bahwa geometri Euclid tak lagi dapat dianggap sebagai satu-satunya geometri untuk ruang, karena geometri yang non-Euclid mungkin juga dapat dipergunakan. Namun usaha Gauss untuk menguji secara eksperimental mana dari kedua geometri Euclid dan non Euclid ini yang lebih cocok untuk dunia fisik

ternyata menemui kegagalan. Keadaan ini bertambah tidak menentu ketika Bernhard Riemann menciptakan geometri non-Euclid. Kemungkinan penerapan dari semua geometri non-Euclid bertambah luas ketika ahli matematika menyadari, bahwa banyak gejala alam yang sesungguhnya tidaklah seperti apa yang dibayangkan, di mana jarak adalah garis lurus yang direntang dengan mempergunakan benang atau kayu penggaris, melainkan menurutkan garis cahaya. Karena garis cahaya ini biasanya bukan merupakan garis lurus, maka geometri yang cocok untuk keadaan seperti ini kemungkinan besar termasuk salah satu dari jenis geometri non-Euclid. Ahli matematika pada akhirnya harus mengakui bahwa tak terdapat alasan untuk mempercayai bahwa kebenaran hanya merupakan milik dari salah satu geometri ini. Ketika teori relativitas mempergunakan geometri non-Euclid dalam pembuktiannya, maka hal ini merupakan bukti yang tak terbantahkan lagi.

Beberapa ahli matematika kemudian mencari perlindungan pada matematika yang berdasarkan sistem bilangan dan mempertahankan bahwa setidak-tidaknya inilah yang memberikan kebenaran. Walaupun begitu tesis ini pun tak dapat dipertahankan, karena sekarang kita melihat dengan jelas bahwa meskipun ilmu hitung yang biasa kita pakai adalah cocok untuk situasi hidup kita, namun masih terdapat ilmu-ilmu hitung lainnya dengan aljabar mereka masing-masing yang cocok untuk situasi yang lain. Untuk menyebutkan contoh yang remeh, maka alternatif ilmu hitung yang lain dan cocok dengan situasi yang nyata, adalah cara menyatakan bahwa empat jam setelah pukul sembilan adalah pukul satu dan bukan pukul tiga belas.

Suatu penjelasan ingin disampaikan bagi mereka yang bukan ahli matematika, yang mungkin berpendapat bahwa ketidaksempurnaan ilmu hitung dan geometri adalah sia-sia, atau menyangka bahwa apa yang saya katakan terdahulu mengenai sahnya proses matematis sekarang tidak berlaku lagi. “Dua tambah dua adalah empat” masih merupakan deduksi yang sah dari aksioma ilmu hitung, seperti juga

teorema geometri Euclid adalah deduksi yang sah dari aksioma Euclid. Walaupun begitu, kesimpulan ilmu hitung dan geometri hanya dapat diterapkan kepada pengalaman-pengalaman yang menurut kita aksiomanya adalah cocok. Jadi kita masih mempergunakan fakta bahwa dua rupiah tambah dua rupiah adalah empat rupiah, tetapi tidak bahwa dua titik hujan tambah dua titik hujan menjadi empat titik hujan, dua titik hujan tambah dua titik hujan akan menjadi genangan air. Juga kalau kita campurkan dua cc hidrogen dan satu cc oksigen kita tidak mendapatkan tiga cc melainkan dua cc air. Secara kefalsafahan hal ini berarti, bahwa kebenaran matematika, seperti juga semua proses kemanusiaan, adalah sesuatu yang bersifat serbamuka.

Kenyataan yang mengejutkan bahwa matematika, yang sebelumnya dianggap sebagai suatu jangkar kebenaran dan sebagai sebuah bukti bahwa manusia dapat mencari kebenaran, kemudian beralih menjadi sesuatu yang merupakan akibat langsung dari anggapan manusia tentang dunia fisik pada abad kesembilan belas. Ahli matematika percaya bahwa asumsi atau aksioma—dan dengan demikian konsekuensi logisnya—adalah kebenaran. Sekarang disadari bahwa aksioma merupakan kesimpulan yang dibuat manusia berdasarkan pengalaman indera yang terbatas dan hanya merupakan perkiraan dari dunia fisik yang sesungguhnya. Sebenarnya istilah aksioma harus kita artikan sekarang sebagai asumsi dan bukan sebagai kebenaran yang pasti. Kita terus mempergunakan istilah aksioma dan kesimpulan, meskipun mereka bukan merupakan kebenaran, karena mereka mampu memberikan pengetahuan yang sangat berguna tentang dunia fisik, bahkan pengetahuan yang terbaik yang pernah dipunyai manusia.

Anehnya, meskipun kebenaran yang merupakan milik matematika yang sangat berharga telah diambil, namun matematika justru bukan kehilangan dan malah bertambah kaya. Aksioma yang semula dikira mengingkari kebenaran ternyata telah membawa kita kepada geometri yang sangat berguna. Pengalaman ini merupakan titik-

tolak bagi eksplorasi selanjutnya dari berbagai sistem aksioma tanpa memperhatikan betapapun kecilnya kemungkinannya. Matematika, yang semula dibelenggu oleh dunia fisik, melepaskan belenggu perbudakan ini dan menghirup atmosfir kebebasan.

Kiranya tak diragukan lagi nilai positif dari kebebasan yang diperoleh matematika, di mana dari imajinasi matematis yang tidak terkungkung ini telah dihasilkan, dan masih akan dihasilkan, berbagai sistem pemikiran yang mungkin jauh lebih berguna dalam mengkaji dan menguasai dunia fisik, daripada rmemusatkan perhatian kita hanya kepada sistem tentang bilangan dan geometri Euclid. Dan ketika Einstein ingin mengetahui struktur suatu geometri non-Euclid yang menyangkut dimensi keempat maka pengetahuan tersebut telah tersedia.

Dengan jalan mempelajari perkembangan matematika yang terbaru kita akan melihat terjadinya perubahan dalam hakikat matematika. Konsep yang mula-mula mengenai bilangan, pecahan dan beberapa bentuk geometris jelas didasarkan kepada pengalaman manusia secara langsung. Matematika kemudian mengembangkan dan menerapkan berbagai konsep abstrak seperti bilangan irrasional, bilangan negatif, dan bilangan kompleks. Mula-mula kita tidak mengerti dan tidak menyadari kegunaan konsep abstrak ini, oleh sebab itu bahkan ahli-ahli matematika yang terkemuka mula-mula menentang dimasukkannya konsep itu ke dalam matematika. Setelah berabad-abad kita mempergunakan bilangan dan bentuk geometris yang didasarkan kepada gejala fisik yang dialami manusia secara langsung, maka ahli matematika secara implisit dan tak sadar menyimpulkan bahwa konsep yang dikembangkan oleh mereka adalah “nyata”. Pengakuan terhadap jenis-jenis bilangan yang bam ini merupakan langkah yang penting di mana matematika telah meninggalkan konsep yang mendasarkan diri kepada pengalaman manusia secara langsung. Ahli matematika sejak itu mengerti dengan lebih dalam akan makna dari matematika sebagai suatu kegiatan

berpikir manusia, dan sekarang mereka berpendapat bahwa asalkan suatu konsep itu jelas dan kaya, maka konsep tersebut harus dijelajahi lebih lanjut tanpa memperhatikan apakah konsep itu mempunyai dasar fisik atau tidak.

Paradoksnya, bahwa dalam rangka memperoleh pengertian yang mendalam tentang dunia fisik, kita harus mencebur dulu lebih ke dalam pikiran manusia dan mengkaji abstraksi yang terpisah dari kenyataan, dan menjelajahi berbagai akibat dari aksioma-aksioma yang bukan saja melampaui kesan indera manusia namun kadang-kadang bahkan mengingkarinya. Meskipun pelarian ke arah abstraksi yang makin lama makin jauh ini tampaknya patut disesalkan, namun pembelaan terhadap hal ini dinyatakan secara meyakinkan sekali oleh ahli falsafah yang terkenal Alfred North Whitehead yang menyatakan bahwa: “Tak ada yang lebih mengesankan selain dari kenyataan bahwa matematika setelah mengundurkan diri kepada pemikiran-pemikiran abstrak yang makin ekstrem, dia tampil kembali di muka bumi dengan kemajuan yang pesat menganalisis fakta-fakta kehidupan yang nyata Sebuah paradoks sekarang telah terjelma sepenuhnya bahwa abstraksi yang tinggi merupakan senjata yang sebenarnya untuk mengontrol pemikiran kita tentang fakta kehidupan yang nyata”.

Pahit getir kegiatan matematis telah kita terima karena pada dasarnya kegiatan tersebut menolong kita dalam memperoleh pengetahuan tentang dunia fisik. Mengapa kita mencari pengetahuan tersebut? Tujuan akhir dari kegiatan keilmuan sebenarnya adalah manusia itu sendiri. Dia ingin mengetahui arti dari kehidupannya dan dia mencari jawaban tersebut dengan usahanya memahami dunia di mana dia menemukan dirinya.

Matematika menjembatani antara manusia dan alam, antara dunia batin dan dunia lahir. Apa yang dicapai oleh konsep dan metode matematika dalam menggambarkan alam secara rasional telah menghasilkan doktrin-doktrin keilmuan yang penting. Ketika Copernicus dan Kepler menyusun suatu skema berdasarkan atasan

matematis dalam mempelajari benda-benda langit dan meletakkan bukan bumi namun matahari sebagai pusat mereka menyadarkan manusia bahwa manusia hanyalah sekedar makhluk tak berarti yang mengorbit dalam jagat yang mahaluas, dan bukan tokoh utama dari drama alam. Ketika mekanika Newton mengungkapkan bahwa alam dikontrol oleh hukum matematis tertentu, yang berlaku baik pada hari kemarin maupun pada hari esok dan sampai kapan pun akan demikian, maka manusia harus menerima kenyataan bahwa dia adalah tanpa kehendak atau tujuan. Meskipun penemuan yang lebih mutakhir seperti teori kuantum menggoyahkan semua pendapat sebelumnya yang bersifat pesimistik, mekanistik dan deterministik, dan penemuan ini kembali memberikan harapan bagi manusia untuk meletakkan kembali fungsinya yang penting dalam kehidupan, namun satu hal yang patut disadari bahwa pandangan ini juga dibatasi dan diarahkan oleh rangkaian pemikiran matematis.

Ilmu memberikan pengertian tentang alam di mana kita hidup. Matematika memberikan bahan celup di mana ilmu dicetak. Sebagian besar dari dunia kita berujud seperti apa yang dikatakan matematika.

Dalam kumpulan abstraksi buatan manusia ini, seperti apa yang dikatakan Bertrand Russell, kita tidak pernah tahu sesungguhnya apa yang kita bicarakan maupun tidak tahu apakah yang kita katakan itu benar atau tidak, namun dengan alat yang praktis ini, sebuah model dari segenap kegiatan intelektual dan esensi dari pengetahuan kita tentang alam, telah membawa kita lewat ilmu kepada manusia itu sendiri.

John G. Kemey

MATEMATIKA TANPA BILANGAN: MATEMATIKA UNTUK ILMU-ILMU SOSIAL

SERATUS tahun yang lalu seorang ahli matematika akan mendefinisikan matematika sebagai “pelajaran tentang bilangan dan ruang.” Pelajaran tentang bilangan membawa kita kepada pengembangan aljabar, dan pelajaran tentang ruang membawa kita kepada ilmu ukur (geometri). Kedua disiplin ini bersatu dalam kalkulus, mahkota kejayaan matematika. Sifat-sifat utama dari matematika modern membuat definisi itu terlalu sempit untuk mencakup cabang-cabang baru.

Matematika klasik cocok untuk kemajuan fisika. Sesungguhnya, matematika klasik itu dalam berbagai hal timbul dari fisika. Sebab untuk banyak masalah dalam fisika, di mana pengukuran sudah tersedia, ahli fisika bisa mempergunakan model yang mempergunakan bilangan. Dalam masalah lain, di mana ahli fisika berhubungan dengan hakikat ruang, di sini tersedia geometri klasik yang cocok sebagai model. Bahkan ketika geometri Euclid ternyata tak lagi cocok untuk kebutuhan fisika modern, Einstein sanggup mempergunakan geometri non-Euclid yang dikombinasikan dengan metode kalkulus. Model seperti ini masih cocok dengan deskripsi matematika sebagai sebuah studi tentang bilangan dan ruang.

Ilmu-ilmu sosial dapat ditandai oleh kenyataan bahwa kebanyakan dari masalah yang dihadapinya tidak mempunyai pengukuran yang mempergunakan bilangan dan pengertian tentang ruang adalah sama sekali tidak relevan. Saya akan mencoba untuk meneropong hal ini di mana akan kita lihat kemungkinan mempergunakan model matematis yang cocok dengan karakteristik masalah ilmu-ilmu sosial.

Marilah kita lihat mengapa seorang ilmuwan mempergunakan model matematis. Pertama sekali, karena bahasa matematika merupakan suatu cara yang mudah dalam meformulasikan hipotesis keilmuan. Cara ini memaksa ahli teori dalam berbagai ilmu untuk memformulasikan hipotesisnya dalam bentuk yang persis dan jelas. Juga hal ini akan memaksa dia untuk menanggalkan dari masalah keilmuannya segenap perincian yang tidak penting. Sekali model itu diformulasikan dalam suatu bentuk yang abstrak, maka dia merupakan cabang dari matematika. Jika ilmuwan itu beruntung, cabang matematika ini telah dipelajari oleh ahli-ahli matematika yang terdahulu, dan teorema yang dikembangkan dalam bidang ini telah tersedia untuk dapat digunakan sebagai dasar ramalan. Karena aksioma dari sistem matematika, jika diinterpretasikan, merupakan teori keilmuan, dan juga di sini, teorema, jika diinterpretasikan dengan cara yang sama, merupakan konsekuensi logis dari teori keilmuan tersebut.

Seperti sering dikatakan, teorema matematis tidak menambah apa pun terhadap hipotesis dari mana dia dideduksikan. Sesungguhnya, jika sebuah teorema menambahkan sesuatu kepada isi hipotesis, maka teorema ini tidak diturunkan secara logis dari hipotesis, dan dalam hal ini maka teorema tersebut bukan merupakan cabang dari matematika. Walaupun begitu, teorema-teorema tersebut, meskipun bukan sesuatu yang baru dalam hal ini, mungkin secara psikologis merupakan sesuatu yang baru bagi si ilmuwan, dan memang sering sekali hal ini terjadi demikian.

Jika seorang ahli matematika berakta kepada si ilmuwan, "Tahukan bahwa asumsi Anda berakibat ini dan itu?" Kiranya sering terjadi bahwa hal ini merupakan "kejutan" yang menyenangkan (atau mungkin tidak menyenangkan) bagi si ilmuwan. Di sini ahli matematika telah menjembatani jurang antara asumsi yang asli dengan ramalan yang dapat diuji kebenarannya. Dia telah memungkinkan si

ilmuwan untuk menguji hipotesisnya, dan sering memungkinkan dia untuk membuat ramalan penting yang pragmatis tentang hari depan.

Tetapi kadang-kadang bisa terjadi bahwa model matematis yang dibuat oleh si ilmuwan tidak mempunyai kaitan dengan cabang-cabang matematika yang telah diketahui. Dalam hal ini maka si ilmuwan harus menciptakan cabang matematika yang baru atau minta tolong kepada ahli matematika untuk mengerjakan hal itu. Umpamanya, ketika Newton merumuskan hukum tentang gerak, dia menemukan bahwa tak terdapat cabang matematika yang dapat dipakai untuk modelnya. Dia harus berpaling kepada metode kalkulus yang dia ciptakan sendiri. Ahli ilmu sosial dewasa ini sering menemukan bahwa ahli matematika tidak mampu memberi dia jalan dalam menghadapi masalah tentang model matematis yang dia inginkan. Banyak ahli matematika yang mempunyai kesan bahwa masalah matematis dalam ilmu-ilmu sosial seluruhnya bersifat remeh. Hal ini tidak benar, bahkan sebaliknya, kebanyakan masalah dalam ilmu-ilmu sosial terlampau sukar bagi matematika dewasa ini. Karena masalah yang timbul dalam ilmu-ilmu sosial secara cepat makin bertambah sukar maka hanya beberapa masalah matematis yang termudah saja yang telah dapat dipecahkan sejauh ini.

Terdapat alasan yang cukup untuk mengharapkan bahwa berbagai ilmu-ilmu sosial akan merupakan perangsang bagi pengembangan cabang-cabang matematik yang baru, dan suatu hari, ahli teori ilmu-ilmu sosial harus mengetahui matematika lebih banyak daripada apa yang harus diketahui ahli fisika sekarang.

Pada dasarnya terdapat dua jalan yang berbeda untuk sampai pada model matematis di mana tidak dipergunakan bilangan atau ruang. Cara yang pertama adalah dengan jalan mempergunakan cabang matematika yang memang tidak mempergunakan bilangan atau ruang. Cara yang kedua adalah memakai bilangan yang kita tetapkan secara kurang lebih begitu saja pada masalah di mana faktor bilangan itu tak terdapat. Dengan cara ini maka kita mungkin akan

dapat menyusun model bilangan dari model yang bukan bilangan. Contoh-contoh dari kedua cara ini akan diterangkan secara terperinci.

Contoh yang akan didiskusikan ini akan mempergunakan metode yang diambil baik dari aljabar modern maupun geometri modern. Untuk memberikan contoh yang maksimal, maka satu model aljabar dan satu model geometris akan didiskusikan untuk tiap cara dalam memecahkan masalah tanpa bilangan.

Model No. 1

Model kita yang pertama akan mempergunakan teori grafik, yang merupakan cabang dari geometri modern, tetapi dapat dikatakan tak ada hubungannya dengan studi tentang ruang. Jadi di sini kita akan membicarakan sebuah contoh geometris di mana masalah yang dihadapi, untuk memulai pembahasan kita, adalah non-bilangan dan non-spatial, dan demikian juga model yang dipergunakan. Masalah yang akan kita lihat adalah keseimbangan struktural dalam suatu kelompok sosial.¹

Kita akan mempelajari sebuah kelompok sosial dengan informasi tertentu mengenai perasaan suka dan tidak suka di antara pasangan manusia. Sebuah grafik adalah suatu bahasa matematis yang mudah di mana kita dapat mengemukakan struktur semacam itu. Sebuah grafik didefinisikan sebagai sekumpulan titik dengan garis-garis yang menghubungkan beberapa pasang titik meskipun tidak usah semuanya titik ini dihubungkan satu sama lain. Kita akan memakai tanda panah pada beberapa garis tersebut yang mencirikan arah, di mana dalam hal ini kita sebut *grafik yang berarah*. Kita juga akan mempergunakan tanda plus dan minus pada beberapa garis ini yang kita sebut *grafik yang bertanda*. Jika individu A dan B digambarkan dengan dua titik, maka sebuah panah dari A ke B dengan sebuah

1 Model grafik berasal dari D. Cartwright dan F. Harary, "Structural Balance; A Generalization of Heider's Theory", *Psychological Review*, 1956, 5:277-293.

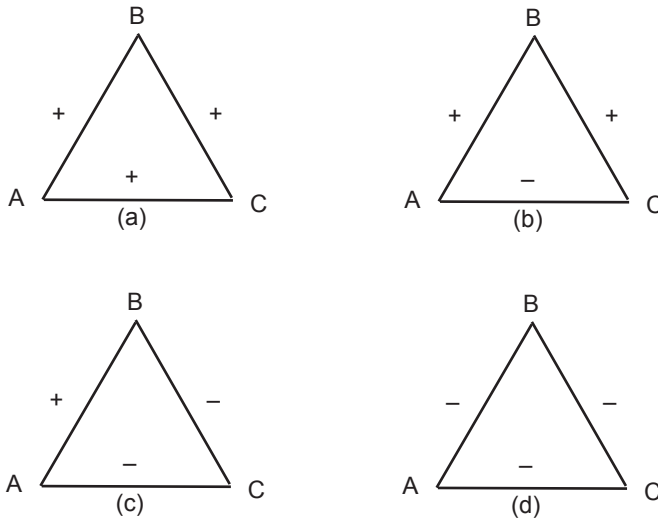
tanda plus berarti bahwa A menyukai B, dan panah dengan tanda minus berarti A membenci B. Jika tak terdapat panah dari A ke B maka A adalah tidak mempunyai perasaan apa-apa (netral) terhadap B (lihat gambar).



Gambar 1

Dalam masalah yang sedang diselidiki kita tertarik kepada kondisi-kondisi di mana suatu kelompok sosial berada dalam suatu “keseimbangan.” Jika A menyukai B tetapi B tidak menyukai A, maka terdapat suatu keadaan yang kurang seimbang. Kondisi yang pertama bagi keseimbangan adalah bahwa hubungan B terhadap A harus sama dengan hubungan A terhadap B. Oleh sebab itu kita tidak perlu mempergunakan grafik yang berarah di mana grafik yang bertanda sudah memenuhi syarat. Grafik ini, yang tidak memiliki tanda panah di ujung garis, adalah sesuai untuk hubungan yang bersifat simetris.

Gambar 2 menggambarkan grafik bertanda yang mungkin dibuat bagi tiga orang di mana tak seorang pun bersifat netral satu terhadap yang lain. Pada (a), di mana setiap orang menyukai setiap orang lainnya, kelompok sosial adalah seimbang. Pada (b), di mana individu B menyukai kedua individu lainnya, tetapi kedua individu ini saling tidak menyukai satu sama lain, terdapatlah suatu situasi yang tidak seimbang. Pada (c), A dan b menyukai satu sama lain dan masing-masing tidak menyukai individu ketiga. Ini merupakan suatu situasi yang tidak seimbang. Grafik (d) menunjukkan suatu situasi di mana setiap orang tidak menyukai yang lainnya. Ini mungkin dapat dipertimbangkan sebagai tidak seimbang, karena mungkin



Gambar 2

terjadi tekanan-tekanan yang kuat terhadap sepasang individu untuk membentuk suatu koalisi terhadap individu ketiga. Dari grafik itu terlihat bahwa grafik dengan jumlah tanda minus yang genap adalah seimbang dan grafik dengan jumlah tanda minus yang ganjil adalah tidak seimbang.

Cartwright dan Harary meneliti kepustakaan untuk mencari contoh-contoh di mana ahli ilmu-ilmu sosial telah menetapkan kelompok sosial mana “yang seimbang” dan mana “yang tidak seimbang.” Mereka melihat bahwa semua situasi tersebut memenuhi suatu definisi sebagai berikut: *bahwa jika kita mengambil sebuah siklus dalam suatu grafik yang merupakan serangkaian yang langkah-langkah dimulai dari A dan berakhir pada A, kita dapat mendefinisikan suatu grafik bertanda sebagai seimbang jika setiap siklus di dalamnya mempunyai tanda-tanda minus yang semuanya berjumlah genap.*

Karena definisi ini mencakup semua contoh yang mereka temukan dalam kepustakaan, dan oleh sebab itu merupakan suatu definisi yang lengkap mengenai struktur sosial yang seimbang, maka mereka mengajukan definisi ini sebagai definisi umum tentang keseimbangan struktural dalam suatu kelompok sosial. Tentu saja tinggallah bagi para ahli ilmu sosial untuk memutuskan apakah persyaratan ini merupakan suatu definisi umum yang memuaskan. Biarlah untuk saat ini kita menganggapnya demikian.

Sekarang kita memiliki suatu model matematis bagi keseimbangan structural dalam suatu kelompok sosial. Karena kita memiliki peralatan teori grafik yang tersedia bagi kita, marilah kita cari suatu teorema teori grafik yang akan membawa kita kepada suatu kesimpulan yang menarik mengenai kelompok sosial tersebut. Sebagai contoh dapat dikemukakan teorema struktur bagi grafik bertanda. Teorema ini dapat dinyatakan sebagai berikut: *suatu grafik bertanda adalah seimbang jika, dan hanya jika, semua titik dapat dibagi dalam dua gugus menjadi sedemikian rupa sehingga semua hubungan positif terjadi antara titik-titik dalam gugus yang sama dan semua hubungan-hubungan negatif terjadi antara titik-titik dari gugus yang berbeda.*

Teorema ini mempunyai suatu penerapan yang amat menarik dalam ilmu politik. Umpamakan bahwa kita memiliki suatu institusi politik di mana anggotanya satu sama lain saling menyukai, tidak menyukai atau netral. Atau, jika kita suka, kita dapat mengganti kata menyukai dengan “kemampuan untuk seirama secara politis.” Katakanlah bahwa “adalah mungkin untuk membentuk suatu struktur dengan dua partai” pada institusi politik tersebut, jika terdapat suatu metode yang dapat membagi anggota institusi politik tersebut menjadi dua partai sedemikian rupa, sehingga setiap anggota hanya menyukai anggota-anggota dari partainya sendiri dan tidak menyukai anggota-anggota dari partai yang lain, atau dengan penafsiran yang lain” bahwa jika tiap anggota seirama secara politis dengan rekan-rekan separatinya dan tidak seirama dengan anggota-anggota parati yang

lain. Maka teorema struktur mengemukakan bahwa suatu institusi politik adalah seimbang jika, dan hanya jika, adalah mungkin untuk membentuk suatu struktur dua partai di dalamnya.

Hasil ini, yang mungkin mengejutkan para ahli ilmu pengetahuan sosial, merupakan suatu contoh yang baik tentang sumbangan ahli matematika murni yang memberikan suatu dalil yang berguna.

Model No. 2

Model kedua mempergunakan teori gugus, suatu cabang dari aljabar modern di mana angkat tidak memainkan peranan sama sekali. Secara spesifik kita akan memakai gugus transformasi. Suatu gugus transformasi mungkin dapat dicirikan sebagai berikut: kita mempunyai suatu gugus objek S dan suatu kumpulan perubahan G tertentu terhadap S . Artinya bahwa setiap unsur dari G dapat dipergunakan untuk mengubah suatu objek dari S menjadi beberapa objek S yang lain atau objek yang sama. Untuk transformasi G ini dalam membentuk suatu kelompok, maka dua persyaratan harus dipenuhi. Pertama, perubahan harus merupakan suatu pasangan: untuk setiap transformasi g_1 harus terdapat suatu transformasi g_2 , sehingga g_2 selalu tidak mengerjakan apa yang dikerjakan oleh g_1 , dan sebaliknya. Artinya bahwa jika g_1 mengubah suatu objek s menjadi suatu objek t , maka g_2 harus mengubah objek t menjadi objek s . Syarat kedua adalah bahwa hasil pelaksanaan dua transformasi, harus merupakan transformasi di dalam G . Jadi jika g_1 mengubah s menjadi t , dan g_2 mengubah t menjadi u , maka g_3 , akan mengubah s langsung menjadi u . Hal ini hanya merupakan cara berpikir yang memudahkan kita dengan memasukkan “transformasi gabungan” g_3 dalam kumpulan G .

Pembaca akan mendapatkan hakikat yang sangat umum dari konsep transformasi. Terdapat suatu kepustakaan yang luas tentang kelompok transformasi dan terdapat jumlah besar teorema yang dapat dipergunakan untuk kelompok yang mempunyai sifat-sifat tertentu.

Aturan perkawinan dalam masyarakat primitif telah dipelajari ditinjau dari pandangan matematis oleh Andre Weil dan Robert R. Bush.² Aturan perkawinan dalam masyarakat primitif tertentu dirancang untuk mencegah perkawinan di antara kerabat-kerabat dekat, bahkan bila kerabat-kerabat ini tidak sadar pada hubungan kekerabatan mereka. Hal ini perlu dalam suatu masyarakat di mana tidak terdapat catatan kekerabatan yang teratur dan di mana ikatan-ikatan keluarga dengan segera terlupakan. Aturan dasar adalah bahwa setiap orang di dalam masyarakat itu diberikan suatu “tipe perkawinan” tertentu di mana seorang laki-laki hanya boleh mengawini seorang perempuan yang merupakan tipenya sendiri. Berdasarkan tipe orang tuanya, maka tiap anak lelaki diberikan tipe tertentu dan demikian pula anak perempuannya.

Kita segera melihat bahwa perkawinan antara laki-laki dengan saudaranya perempuan secara otomatis adalah terlarang karena seorang anak laki-laki dari suatu perkawinan tertentu selalu menunjukkan suatu corak yang berbeda dari saudara perempuannya.

Gugus dasar dari objek kita adalah gugus tipe perkawinan. Transformasi dalam hal ini akan merupakan aturan untuk menentukan tipe kerabat seseorang berdasarkan pengetahuan tentang tipe orang tersebut. Karena kerabat dari seorang kerabat adalah pula kerabat maka hasil penerapan dua transformasi akan kembali merupakan transformasi. Lebih lanjut, jika terdapat suatu transformasi yang mengubah tipe paman menjadi tipe kemenakan laki-lakinya, juga harus terdapat suatu transformasi yang mengubah tipe kemenakan laki-laki menjadi tipe pamannya, dan di sini kedua persyaratan telah dipenuhi untuk mendapatkan sesuatu kelompok transformasi.

Di antara persyaratan-persyaratan lainnya mengenai tipe perkawinan, dua persyaratan yang paling penting belum disebutkan

² Perlakuan yang lebih baik dari model yang sama bisa dilihat dalam J. G. Kemeny, J. L. Snell dan G. L. Thompson, *Introduction to Finite Mathematics*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1957. Lihat Bab VII Bagian 7 dan 8.

yakni bahwa: “Beberapa dari turunan dua individu diperbolehkan untuk melakukan perkawinan keluarga”, dan “Aturan mengenai apakah seorang laki-laki diperbolehkan mengawini seorang kerabat perempuan tertentu hanya tergantung dari hubungan kekerabatan itu.” Yang pertama menjamin bahwa masyarakat tidak terpisah menjadi kasta-kasta tertentu, dan yang kedua menjamin tidak adanya diskriminasi terhadap suatu tipe perkawinan tertentu.

Sekarang kita mempunyai suatu model matematik bagi aturan perkawinan dalam masyarakat primitif, dan kita dapat mempelajari kepustakaan matematik untuk mencari teorema yang cocok untuk diterapkan pada masalah ini. Kesimpulan utama adalah bahwa kelompok perkawinan haruslah merupakan suatu kelompok permutasi yang teratur, yang diturunkan dari transformasi orang tua-anak lelaki dan transformasi orang tua-anak perempuan. Karena kelompok permutasi yang teratur ini secara relatif jarang, maka teorema ini memungkinkan kita untuk menemukan dengan mudah semua aturan perkawinan yang mungkin dari sejumlah tipe perkawinan tertentu. Umpamanya, terlihat bahwa hanya terdapat enam gugus aturan yang mungkin untuk suatu masyarakat yang mempunyai empat tipe perkawinan. Kiranya menarik untuk dicatat bahwa dua dari aturan tersebut dipakai oleh masyarakat Tarau dan Kariera.

Sebagai contoh, di dalam masyarakat Kariera, transformasi orang tua-anak laki-laki mempertukarkan tipe 1, 2 dan 3, 4, sedangkan transformasi orang tua-anak perempuan membalikkan urutan tipe tersebut (lihat tabel). Jika kita mempunyai orang tua dari tipe 2, anak lelakinya akan mempunyai tipe 4, dan anak-anak perempuannya akan mempunyai tipe 1. Seorang anak perempuan dari orang tua tipe 2 akan mempunyai tipe 3 dan anak-anak lelakinya dari perempuan ini akan mempunyai tipe 1. Di sini seorang anak laki-laki dari anak perempuan yang mempunyai orang tua yang sama diperbolehkan mengawini seorang anak perempuan dari anak laki-laki dari orang tua yang sama tersebut. Hal ini tetap berlaku apa pun juga tipe kakek-kakeknya.

TIPE PERKAWINAN DALAM MASYARAKAT KARIER A

Orang tua	Anak laki-laki	Anak perempuan
1	3	4
2	4	3
3	1	2
4	2	1

Model tersebut juga mengemukakan pertanyaan tambahan yang mungkin dipikirkan oleh kita dalam suatu formulasi masalah yang tidak terlalu eksak seperti model di atas. Sebagai contoh, kedua masyarakat yang disebutkan terdahulu memperbolehkan perkawinan antara sepupu pertama tertentu, namun melarang perkawinan antara sepupu pertama yang lainnya. Masuk akal untuk menambah pembatasan lainnya bahwa “semua” perkawinan sepupu pertama terlarang. Di sini kita dapat membuktikan bahwa hal ini hanya dapat dipenuhi, jika dan hanya jika, transformasi orang tua-anak laki-laki dan orang tua-anak perempuan tak boleh bertukar dan pangkat dua dari tipe mereka tidak boleh sama. Syarat tambahan ini menyebabkan berkurangnya kelompok aturan perkawinan yang mungkin menjadi kurang dari enam. Di pihak lain, seperti dinyatakan terdahulu, terdapat enam aturan yang mungkin untuk sesuatu masyarakat yang mempunyai empat tipe perkawinan. Oleh sebab itu kita temui bahwa masyarakat Kariera dan Tarau tak mungkin untuk menghilangkan semua perkawinan sepupu pertama jika mereka ingin menggunakan empat tipe perkawinan tersebut.

Contoh ini secara historis adalah sangat menarik. Sangat mengesankan bahwa suatu masyarakat yang tidak mempunyai catatan yang teratur, melalui cara mencoba-coba, telah dapat memecahkan

suatu masalah yang memerlukan operasi matematik yang cukup rumit bila dianalisis secara formal.

Kita baru saja membahas model di mana bilangan tidak digunakan tak ada masalah geometris yang timbul. Sekarang kita akan membahas model lainnya di mana konsep bilangan atau geometri akan dipergunakan. Model no. 3 akan bersifat numeric (bilangan) dan Model no. 4 akan bersifat geometris.

Model No. 3

Marilah kita perhatikan suatu jaringan komunikasi. Dengan jaringan komunikasi kita maksudkan adalah suatu gugus manusia yang mempunyai cara tertentu dalam mengirimkan pesan dari seorang individu kepada individu lainnya. Untuk setiap pasangan manusia i dan j adalah mungkin untuk mengirim suatu berita dari i ke j , dan dari j ke i , dalam ke dua arah, atau tidak dalam satu arah pun. Mula-mula tampak kepada kita bahwa tak ada gunanya mempergunakan bilangan dalam keadaan seperti ini. Walaupun begitu sebuah model numeric sederhana untuk jaringan komunikasi ternyata ada gunanya

Kita mempergunakan suatu susunan persegi angkat-angka yang dikenal sebagai suatu matriks, yang memiliki baris dan lajur sebanyak kmanusia dalam jaringan kita. Sebutlah matriks ini C dan besaran dalam baris ke i dan lajur ke j , adalah $C_{i,j}$; $C_{i,j}$ diberi angka 1 kalau suatu berita dapat dikirim langsung dari i ke j ; kalau hal ini tidak mungkin maka $C_{i,j} = 0$. Secara khusus, kita menetapkan bahwa $C_{i,i} = 0$, yang semata-mata adalah suatu perjanjian. (Artinya sesuai dengan definisi, seseorang tidak dapat mengirim berita kepada dirinya sendiri).

Kiranya tampak dengan segera bahwa matriks akan memberikan kepada kita semua informasi yang tersedia mengenai jaringan komunikasi tersebut. Walaupun begitu, masih terdapat sejumlah metode yang bisa memberikan informasi ini dengan sama baiknya.

Lalu adakah kelebihan dalam mempergunakan bilangan? Penggunaan bilangan adalah berguna jika dilakukan berbagai operasi ilmu hitung. Sebagai contoh, matriks-matriks dapat diperkalikan; khususnya, kita dapat mengalikan matriks C dengan matriks itu sendiri. Berdasarkan perkalian matriks ini kita akan mendapatkan bahwa besaran dalam baris ke i dan lajur ke j dari matriks yang baru akan memberikan kepada kita cara-cara yang berbeda di mana i dapat mengirim berita kepada j dalam dua langkah.

Dalam Gambar 3 kita melukiskan sebuah matriks komunikasi C untuk suatu jaringan dari empat orang di mana 1 dapat berkomunikasi langsung dengan 2, 2 dapat berkomunikasi langsung dengan ketiga lainnya, 3 dapat berkomunikasi langsung dengan 4, dan 4 dapat berkomunikasi langsung dengan 1 dan 3. Kita juga melukiskan dalam gambar yang sama C^2 , yang menunjukkan sejumlah cara di mana seseorang dapat berkomunikasi dengan orang lainnya dalam dua langkah. Umpamanya, 2 dapat berkomunikasi dengan setiap orang dalam dua langkah hanya dalam satu cara.

$$\left\{ \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right\}$$

Gambar 3

Kegunaan dari suatu model seperti di atas dapat dilihat dari teorema yang dapat diturunkannya. Suatu teorema yang menarik adalah menyangkut suatu jaringan komunikasi yang lengkap. Dengan ini kita maksudkan bahwa bagi setiap pasangan orang i dan j , adalah mungkin untuk mengirim suatu berita baik dari i ke j maupun dari j ke i , atau dalam kedua arah.

Dalam suatu jaringan komunikasi lengkap demikian terdapat suatu penafsiran sederhana terhadap jumlah angka 1 yang paling banyak dalam suatu baris tertentu. Sebagai contoh, dalam Gambar 3 (yang menunjukkan suatu jaringan lengkap) orang 2 memiliki jumlah angka 1 dalam baris yang terbesar yakni 3. Dapat dibuktikan bahwa orang yang memiliki angka 1 yang paling besar dalam barisnya dapat berkomunikasi dengan tiap orang dalam jaringan tersebut dengan satu atau dua langkah. Tentu saja, dalam Gambar 3 orang 2 sebenarnya dapat mengerjakan hal ini hanya dalam satu langkah.

Sistem ini memiliki suatu ciri matematik yang menarik yang dikenal sebagai sistem ganda—yakni, bahwa dengan jalan menukar baris dan lajur kita akan mengubah suatu matriks dari bentuk “dapat mengirim pesan kepada” menjadi matriks “dapat menerima berita dari”. Teorema di atas juga dapat diterapkan pada matriks ganda, di mana kita mengetahui bahwa jika jumlah lajur seseorang adalah maksimum maka hal ini berarti bahwa orang tersebut dapat menerima berita dari tiap-tiap orang dalam jaringan dengan satu atau dua langkah. Dalam contoh kita, lajur 1, 3 dan 4 semua memiliki jumlah lajur maksimal 2, oleh sebab itu ketiga orang ini dapat dicapai oleh orang dalam satu atau dua langkah.

Hasil-hasil ini memang tidak mengejutkan bila hanya terdapat empat orang dalam jaringan kita, tetapi bila kita mempelajari suatu jaringan kompleks yang terdiri dari 100 orang, maka hal ini akan sungguh-sungguh berguna. Umpamanya, seorang ahli efisiensi yang mempelajari suatu perusahaan besar mungkin memakai suatu matriks komunikasi sebagai cara untuk melukiskan sistem komunikasi atau tabel organisasi dari perusahaan tersebut. Bila dia merasa bahwa perusahaan tersebut harus membentuk suatu jaringan komunikasi lengkap, dengan segera ia dapat mencari poros komando darimana instruksi-instruksi dapat diberikan dalam satu atau dua langkah kepada setiap pekerja. Dan bahkan jika jaringan itu tidak lengkap,

matriks komunikasi yang kita pelajari lebih lanjut akan memberikan informasi-informasi yang berguna.

Contoh ini menggambarkan dalam pengertian yang amat sederhana bagaimana metode yang mempergunakan bilangan dapat dipergunakan dalam suatu masalah di mana pada mulanya tampak seakan-akan bilangan tak dapat diterapkan. Dalam model terakhir akan kita tunjukkan bagaimana metode-metode geometris kadang-kadang dapat dipergunakan dalam suatu masalah yang mula-mula tampak sama sekali tidak bersifat geometris.

Model No. 4

Masalah yang kita hadapi berkenaan dengan “ranking” (urutan prioritas) dari suatu gugus objek tertentu. Andaikan bahwa sepuluh ahli masing-masing diminta untuk membuat “ranking” dari suatu gugus terdiri dari 50 objek. Untuk memberikan kebebasan yang maksimum, kita memperbolehkan adanya seri (berada dalam tingkat yang sama) dalam “ranking”. Bagaimana caranya kita sampai pada sebuah konsensus mengenai “ranking”? Bagaimana kita mengerjakan hal ini? Masalah ini dapat dijadikan suatu masalah yang serupa dengan masalah klasik dalam statistik andaikan kita dapat mengintroduksi suatu ukuran jarak antara “ranking”. Dengan demikian maka masalah yang kita hadapi adalah bagaimana caranya mengambil gugus semua “ranking” yang mungkin dari 50 objek tersebut dan mengubah mereka menjadi ruang geometris setelah jarak antara dua “ranking” tertentu ditetapkan. Di sini saya akan mengikhtisarkan hasil-hasil penelitian dalam masalah ini yang sampai karangan ini ditulis belum dipublikasikan.³

Marilah kita menyepakati dulu beberapa notasi yang akan dipergunakan. Pertama-tama kita mempunyai sejumlah objek yang

3 Diterbitkan dalam J. G. Kemeny dan J.L. Snell, *Mathematical Models in the Social Sciences*, Boston, Ginn & Company.

harus diurut. Kita akan menyatakan ranking dengan huruf besar, A, B, C, dan seterusnya. Umpamanya jika kita mempunyai tiga objek dalam pikiran kita yakni a, b, dan c, maka A mungkin merupakan ranking di mana b adalah pertama, a adalah kedua, dan c adalah ketiga; dan B mungkin merupakan ranking lainnya di mana c adalah pertama, dan a serta b keduanya menempati tempat kedua. Kita ingin mengintroduksi ukuran jarak di antara A dan B, yang akan dinyatakan oleh $d(A, B)$. Marilah kita menyepakati syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi oleh definisi tersebut.

Syarat 1. d harus memenuhi syarat-syarat bagi suatu jarak yang diletakkan oleh sebuah geometri sebagai berikut:

- (1) $d(A, B) \geq 0$ jika, dan hanya jika, A dan B merupakan ranking yang sama.
- (2) $d(A, B) = d(B, A)$
- (3) $d(A, B) + d(B, C) \geq d(A, C)$ jika, dan hanya jika, ranking B berada di antara A dan C.

Untuk bagian terakhir dari syarat 1, kita memerlukan suatu definisi mengenai “perantara”. Kita akan mendefinisikan bahwa ranking B adalah di antara A dan C, jika untuk tiap pasang objek i dan j , pilihan B berada di antara pilihan A dan C. Dengan kata lain, untuk pasangan tertentu maka pilihan B adalah sama dengan A atau sama dengan C, atau bila A menyukai i , C menyukai j , maka B menyatakan bahwa mereka adalah seri.

Selanjutnya kita harus menjamin bahwa ukuran jarak kita tidak boleh tergantung kepada objek-objek yang telah kita pilih untuk ranking kita.

Syarat 2. Definisi jarak d tidak boleh dipengaruhi oleh suatu simbol baru dari gugus objek akan diberi ranking. Ini berarti,

umpamanya, bahwa jika A memilih objek dalam urutan a, b, c, dan B dalam urutan c, b, a, maka jarak antara dua ranking ini harus sama dengan jarak antara ranking b, c, a, dan a, c, b, karena yang kedua diperoleh dari yang pertama dengan mengubah a ke b, b ke c, dan c ke a.

Syarat 3. Jika kedua ranking sesuai dari tahap permulaan sampai akhir, kecuali mengenai ranking objek k yang berada di tengah-tengah, maka jarak antara kedua ranking ini adalah sama dengan sebuah jarak di mana seakan-akan hanya objek k tersebut yang sedang dinilai.

Syarat ini kiranya tak memerlukan penjelasan lagi. Syarat terakhir kita pada hakikatnya adalah suatu perjanjian. Perjanjian ini dapat dianggap sebagai suatu unit pengukuran.

Syarat 4. Jarak positif minimum adalah 1.

Anggaplah bahwa kita telah sepakat bahwa keempat pokok di atas merupakan persyaratan bagi definisi jarak antara ranking. Dalam hal ini kita telah menerjemahkan masalah yang kita hadapi menjadi suatu masalah matematika murni. Kita dapat menanyakan kepada seorang ahli matematika mengenai tiga hal: (1) Apakah terdapat jarak yang memenuhi semua persyaratan ini? Atau dengan kata lain, apakah persyaratan kita konsisten? (2) Bagaimana kita dapat mencirikan semua definisi yang memenuhi empat syarat tersebut? (3) Asumsi tambahan apakah yang harus kita buat untuk mempersempit pilihan dari beberapa jarak menjadi satu?

Dalam hal ini kita dihadapkan dengan suatu kejutan yang menyenangkan, di mana kita temukan bahwa syarat-syarat kita ternyata betul-betul konsisten, dan bahwa ada satu dan hanya satu definisi yang mungkin mengenai jarak yang akan memenuhi semua persyaratan ini. Oleh sebab itu jika kita telah sepakat pada empat syarat di atas, kita harus sepakat bahwa ini merupakan satu-satunya

definisi yang benar mengenai jarak. Perincian mengenai bukti ini di sini tidak disertakan.

Jarak yang dihasilkan dapat dideskripsikan sebagai berikut. Bandingkan ranking A dan B untuk tiap pasangan individu i dan j . Jika kedua ranking itu sama, maka kita tuliskan 0. Jika seorang lebih menyukai i daripada j dan yang lainnya lebih menyukai j daripada i maka kita tuliskan 2. Dan jika seorang menyatakan suatu preferensi (lebih menyukai sesuatu) sedangkan yang lainnya memberikan “ranking” yang sama, maka kita tuliskan 1. Setelah mempunyai angka untuk pasangan i dan j , maka $d(A, B)$ adalah sama dengan jumlah dari bilangan-bilangan ini.

Setelah kita menuliskan definisi di atas, maka kita mungkin berpikir bahwa inilah jalan yang dapat dipertanggungjawabkan dalam mengukur jarak antara ranking. Walaupun begitu, kalau ada definisi lain yang juga masuk akal dikemukakan, maka kita tak mempunyai cara yang rasional untuk memilih salah satu di antara keduanya. Dengan prosedur kita yang sekarang maka argumentasi telah direduksikan menjadi empat syarat seperti telah dikemukakan di atas. Siapa yang menerima empat syarat ini harus menerima definisi kita mengenai jarak d . Namun, siapa yang menolaknya maka dia harus menjelaskan secara spesifik mana dari syarat-syarat kita yang ditolaknya, dan dia harus mengemukakan syarat-syaratnya sendiri yang masuk akal yang akan membawa kita pada suatu pilihan unik mengenai fungsi jarak.

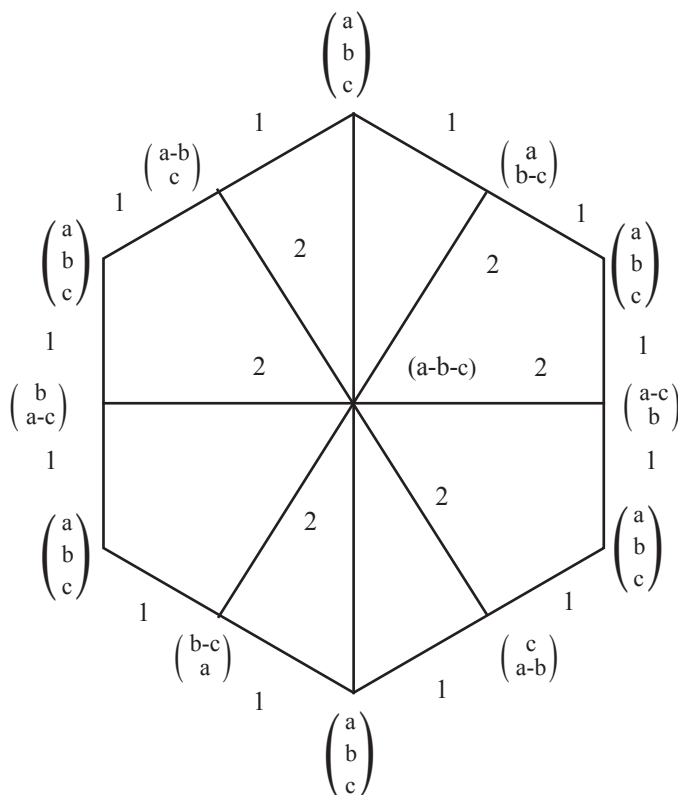
Sebagai suatu ilustrasi, seperti terlihat dalam Gambar 4, digambarkan ranking yang mungkin dari tiga objek dan jarak di antara ranking tersebut. Notasi yang digunakan adalah bahwa $\left\{ \begin{smallmatrix} a \\ b-c \end{smallmatrix} \right\}$ menunjukkan a adalah pada tempat pertama, b dan c adalah seri pada tempat kedua. Jarak antara ranking yang berdekatan ditunjukkan dalam gambar. Jadi, misalnya, jarak (terpendek) antara

$$\left\{ \begin{array}{c} a \\ b \\ c \end{array} \right\} \quad \text{dan } (a-b-c) \text{ adalah } 1 + 2 = 3$$

Jika sekarang kita meminta kepada sejumlah ahli untuk menentukan ranking dari tiga objek tersebut, maka kita dapat menggunakan Gambar 4 dalam menemukan konsensus. Ranking yang merupakan konsensus ini mungkin dapat didefinisikan sebagai *“ranking” yang mempunyai jumlah minimum dari jarak yang diberikan oleh tiap-tiap ahli*. Kadang-kadang juga memudahkan kita untuk mengambil definisi lain, umpamanya bahwa jumlah dari *jarak pangkat dualah yang minimum*. Hal ini berarti bahwa kalau kita mempunyai tiga orang ahli, di mana dua di antaranya menyodorkan urutan a, b, c dan yang lain b, a, c, maka metode yang berdasarkan jumlah jarak minimum akan menetapkan a, b, c, sebagai konsensus, sedangkan metode berdasarkan jumlah pangkat dua dari jarak akan menetapkan bahwa a dan b seri sedangkan c terletak pada urutan ketiga. Pada pihak lain, bila terdapat ketidaksepakatan, umpamanya, ahli yang pertama memberi urutan a, b, c; yang kedua b, c, a; dan yang ketiga c, a, b, maka metode berdasarkan jumlah pangkat dua jarak tersebut akan memberikan consensus bahwa ketiganya adalah seri. Metode berdasarkan jumlah minimum jarak ini juga akan memberikan tiga ranking konsensus yang mungkin, yakni tiga ranking yang diberikan oleh tiap ahli secara individual.

Kesimpulan

Keempat model yang telah dibahas di atas menggambarkan kepada kita berbagai cara di mana matematika mungkin berguna dalam memecahkan masalah tanpa bilangan dan ruang dalam ilmu-ilmu sosial. Model-model tersebut menggambarkan bagaimana aljabar dan geometri modern memberikan teknik-teknik baru untuk bidang



Gambar 4

ini, dan menunjukkan bahwa teknik-teknik ini mungkin diterapkan dalam situasi di mana bilangan dan ruang tidak pernah dipergunakan, atau di mana bilangan dan ruang telah dipergunakan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan secara begitu saja.

Suatu hal yang penting secara khusus digambarkan dalam model keempat. Sering kali ahli-ahli ilmu sosial mungkin sepakat tentang persyaratan-persyaratan bagi pemecahan suatu masalah tertentu, meskipun mungkin mereka tidak sepakat dalam pemecahan yang sesungguhnya. Dalam kasus demikian mereka harus berkonsultasi

dengan seorang ahli matematika. Ia mungkin akan menunjukkan bahwa tidak mungkin untuk memenuhi semua persyaratan yang telah ditentukan, dan dalam hal ini, para ahli ilmu sosial harus cukup puas dengan persyaratan-persyaratan yang dikurangi. Atau, ahli matematika itu akan mengemukakan bahwa terdapat cara yang tidak terbatas jumlahnya dalam memecahkan masalah tersebut, dan memberikan mereka beberapa saran untuk menambah beberapa persyaratan untuk dapat memecahkannya. Akhirnya, dalam suatu situasi idel seperti yang digambarkan dalam Model no. 4, ia mungkin dapat membuktikan bahwa terdapat suatu pemecahan yang unik terhadap masalah yang dihadapi. Dalam hal ini ia akan mampu memecahkan masalah itu, yang sampai saat itu ternyata belum terpecahkan, dan memberikan alat yang berguna bagi para ahli ilmu sosial dalam melakukan kegiatan selanjutnya.

W. Allen Wallis dan Harry V. Roberts

STATISTIKA DAN METODE KEILMUAN

APAKAH YANG DISEBUT STATISTIKA? Statistika merupakan sekumpulan metode untuk membuat keputusan yang bijaksana dalam keadaan yang tidak menentu. Konsep modern dalam bidang telah melangkah sedemikian jauh dari apa yang biasanya diketahui oleh orang awam. Bahkan para perintis di bidang penelitian statistika pun baru menerima konsep modern ini dalam dasawarsa-dasawarsa yang lalu.

Bagi orang awam, perkataan statistik biasanya membawa konotasi yang samar, bahkan sering sekali sesuatu yang tidak enak, tentang angka-angka. Dia bahkan merasa bingung dalam membedakan antara matematika, tata buku, dan statistik. Dalam hubungan ini, statistik merupakan deskripsi dalam bentuk angka-angka dari aspek kuantitatif suatu benda yang berbentuk hitungan atau pengukuran. Statistik mengenai keanggotaan suatu organisasi, umpamanya, mungkin merupakan deskripsi dari jumlah keanggotaan organisasi tersebut, di mana jumlah anggota ini kemudian selanjutnya dapat diperinci menurut criteria yang berbeda-beda, seperti laki-laki dan wanita, atau mereka yang berumur di bawah atau di atas 21 tahun. Statistik juga bisa mencakup ukuran seperti berat atau tinggi badan atau berapa lama mereka bisa menahan napas selama menyelam. Lebih lanjut statistik juga mengemukakan nilai yang merupakan hasil pengolahan dari bilangan atau pengukuran yang telah dikumpulkan, umpamanya, proporsi dari anggota yang telah menikah, tinggi rata-rata, atau rasio antara tinggi dan berat badan. Buku statistik Indonesia yang dikeluarkan oleh Biro Pusat Statistik merupakan contoh yang khas – dan sangat baik – dari kumpulan statistik semacam ini.

Tetapi di samping fakta berupa angka-angka, statistik juga merupakan bidang keilmuan yang disebut statistika, seperti juga matematika, yang di samping merupakan bidang keilmuan juga bisa berarti lambang, formula, dan teorema. Atau sama halnya dengan tata buku, di mana di samping merupakan sekumpulan berbagai prinsip dan metode, namun juga bisa berarti rekening, neraca, dan perhitungan pendapatan. Bidang keilmuan statistika merupakan sekumpulan metode untuk memperoleh dan menganalisis data dalam mengambil suatu kesimpulan berdasarkan data tersebut. Ditinjau dari segi keilmuan, statistika merupakan bagian dari metode keilmuan yang dipergunakan dalam mendeskripsikan gejala dalam bentuk angkat-angka, baik melalui hitungan maupun pengukuran. Pengertian statistika inilah yang akan dipakai dalam pembahasan ktia selanjutnya.

Tujuan dari pengumpulan data statistik dapat dibagi ke dalam dua golongan besar, yang secara kasar dapat dirumuskan sebagai tujuan kegiatan praktis dan kegiatan keilmuan. Kegiatan praktis dalam hal ini bukan hanya mencakup kegiatan yang dilakukan oleh para manajer seperti menentukan jadwal pemberangkatan bis atau pemasukan murid baru, tetapi juga kegiatan yang dilakukan manusia secara individual seperti mengganti oli mobil atau membawa payung. Demikian juga dalam kegiatan keilmuan, ruang lingkup yang tercakup bukan saja merupakan pengetahuan yang diperoleh para ilmuwan lewat berbagai penelitian, seperti percobaan dengan serum darah untuk menanggulangi pilek atau analisis siklus ekonomi, tetapi juga kesimpulan yang dihadapi seorang individu dalam menjawab pertanyaan sehari-hari seperti apakah kopi menyebabkan dia tetap terjaga atau apakah pileknya kambuh kembali setiap jangka waktu tertentu.

Kedua tujuan ini sebenarnya tidak mempunyai perbedaan yang hakiki karena kegiatan keilmuan merupakan dasar bagi suatu kegiatan praktis. Dalam bidang statistika, perbedaan yang penting dari kedua

kegiatan ini dibentuk oleh kenyataan bahwa dalam kegiatan praktis hakikat alternatif yang sedang dipertimbangkan telah diketahui, paling tidak secara prinsip, di mana konsekuensi dalam memilih salah satu dari alternatif tersebut dapat dievaluasi berdasarkan serangkaian perkembangan yang akan terjadi. Di pihak lain, kegiatan statistika dalam bidang keilmuan diterapkan pada pengambilan suatu keputusan yang konsekuensinya sama sekali belum diketahui. Dengan demikian maka konsekuensi dalam melakukan kesalahan—yang merupakan pertimbangan penting dalam mengambil suatu kesimpulan—dapat diketahui secara lebih pasti dalam kegiatan praktis dibandingkan dengan kegiatan keilmuan. Walaupun begitu, perbedaan ini hanya bersifat relatif dan bukan merupakan sesuatu perbedaan yang hakiki.

Kita mengumpulkan data statistik dalam rangka menolong kita menjawab pertanyaan kegiatan praktis dan kegiatan keilmuan. Suatu keputusan tentang penggunaan sumber-sumber militer atau teori fisika, umpamanya, membutuhkan informasi yang besar. Dalam hal ini maka statistika berguna dalam menetapkan bentuk dan banyaknya informasi yang diperlukan. Di samping itu, statistika juga terlibat dalam proses pengumpulan, tabulasi, dan penafsiran data tersebut.

Dalam rangka menyempurnakan metode penarikan kesimpulan dari sekumpulan data tersebut, maka para ahli statistika telah mengembangkan konsep statistika yang luas seperti yang kita punyai sekarang ini. Satu hal yang mesti diingat bahwa dalam berbagai hal seperti dalam masalah-masalah administrasi niaga, administrasi pemerintahan maupun kegiatan individual, atau dalam menemukan kaidah keilmuan yang bersifat umum, maka informasi yang lengkap biasanya tidak mungkin diperoleh. Menghadapi keadaan seperti ini maka statistika memberikan serangkaian prinsip dan teknik yang rasional, yang menyatakan kapan dan dengan cara bagaimana, kita dapat menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang tidak lengkap tersebut. Di samping itu statistika juga memberikan landasan

pemikiran mengapa informasi yang tidak lengkap ini berharga untuk dicari. Pendek kata, statistika dapat dianggap, seperti telah kita katakan terdahulu, sebagai metode dalam mengambil keputusan yang bijaksana ditengah keadaan yang tidak menentu.

Statistika dan Tahap-tahap Metode Keilmuan

Statistika bukan merupakan sekumpulan pengetahuan mengenai objek tertentu melainkan merupakan sekumpulan metode dalam memperoleh pengetahuan. Hakikat ini harus dilihat dalam ruang lingkup dari kerangka umum dalam memperoleh pengetahuan tersebut atau singkatanya, dalam kerangka metode keilmuan.

Sebenarnya tak ada yang dinamakan metode keilmuan. Artinya, tak terdapat sebuah prosedur, baik formal maupun informal, yang menyatakan kepada ilmuwan bagaimana caranya mereka memulai, apakah yang harus mereka lakukan kemudian atau kesimpulan apakah yang harus dicari. Ilmuwan bertumpu kepada cara berpikir sehari-hari yang berlaku secara umum dalam memecahkan masalah secara berakal. "Metode keilmuan, sejauh apa yang menyangkut metode, sebenarnya tak lebih dari apa yang dilakukan seseorang dalam mempergunakan pikirannya, tanpa ada sesuatu pun yang membatasinya.¹ Walaupun begitu adalah sangat menolong untuk mengenal langkah-langkah yang lazim dipergunakan dalam kegiatan keilmuan yang dapat diperinci sebagai berikut:

1 P.W. Bridgman, "The Prospect for Intelligence," Yale Review. Vol. 34 (1945) hlm. 444-461; dikutip dalam James B. Conant, *On Understanding Science* (New Haven: Yale University Press, 1947), hlm. 115. Warren Weaver dalam pidatonya sebagai Presiden dari The American Association for the Advancement of Science, mengatakan hal yang sama: "... Metode keilmuan yang mengesankan yang dikembangkan oleh ilmu Hanyalah mengembangkan satu perbaikan yang besar, yakni observasi dan analisis yang biasa dipergunakan oleh manusia.... Singkatnya, tiap manusia sampai tahap tertentu adalah ilmuwan." (*Science*, vol. 122, 1955, hlm.. 1259).

- (1) *Observasi* Ilmuwan melakukan observasi mengenai apa yang terjadi; dia mengumpulkan dan mempelajari fakta yang berhubungan dengan masalah yang sedang diselidikinya.
- (2) *Hipotesis*. Untuk menerangkan fakta yang diobservasi, dia merumuskan dugaannya dalam sebuah hipotesis, atau teori, yang menggambarkan sebuah pola, yang menurut anggapannya, ditemukan dalam data tersebut.
- (3) *Ramalan*. Dari hipotesis atau teori, dikembangkanlah deduksi. Deduksi ini, jika teori yang dikemukakan itu memenuhi syarat, akan merupakan suatu pengetahuan baru, yang belum diketahui sebelumnya secara empiris, tetapi dideduksikan dari teori. Nilai dari suatu teori tergantung dari kemampuannya untuk menghasilkan pengetahuan baru tersebut. Fakta baru ini disebut ramalan, bukan dalam pengertian menujum hari depan, namun menduga apa yang akan terjadi berdasarkan syarat-syarat tertentu.
- (4) *Pengujian Kebenaran*. Ilmuwan lalu mengumpulkan fakta untuk menguji kebenaran ramalan yang dikembangkan dari teori. Mulai dari tahap ini maka keseluruhan tahap-tahap sebelumnya berulang seperti sebuah siklus. Jika ternyata teorinya didukung oleh data, maka teori tersebut mengalami pengujian dengan lebih berat, dengan jalan membuat ramalan yang lebih spesifik dan mempunyai jangkauan yang lebih jauh, di mana ramalan ini kebenarannya diuji kembali sampai akhirnya dia menemukan beberapa penyimpangan yang memerlukan beberapa perubahan dalam teorinya. Sebaliknya jika dikemukakan bertentangan dengan fakta, dia menyusun hipotesis baru yang sesuai dengan fakta-fakta yang telah dia kumpulkan, dan hipotesis baru tersebut kembali diuji kebenarannya lewat langkah (3) dan (4) serta demikian seterusnya. Tidak ada kebenaran yang bersifat akhir dalam ilmu, karena meskipun benar bahwa kegagalan dalam menolak sebuah hipotesis akan mempertebal keyakinan kita pada hipotesis tersebut, namun tak ada pengujian berapa

pun jumlahnya yang mampu membuktikan bahwa hipotesis itu akan selalu benar.

Dalam kegiatan keilmuan yang sebenarnya, keempat langkah ini jalin-menjalin sedemikian eratnya, sehingga sukar untuk menggambarkan perkembangan suatu penyelidikan keilmuan dalam skema kita yang kaku tersebut. Kadang-kadang tahap yang satu bergabung dengan tahap yang lainnya, atau tahap-tahap ini tidak timbul dalam urutan seperti yang kita lukiskan di atas. Untuk mengetahui fakta apa yang harus dikumpulkan, seseorang harus mempunyai hipotesis tentang fakta apa yang ada hubungannya dengan masalah yang sedang ditelaah, tetapi hipotesis semacam ini didasarkan pada pengetahuan yang bersifat empiris dan demikian seterusnya. Walaupun begitu, keempat tahap ini sangat membantu dalam memfokus diskusi tentang metode keilmuan.

Peranan Statistika dalam Tahap-tahap Metode Keilmuan

Statistika penting dalam tahap pertama dan keempat, yakni observasi dan pengujian kebenaran serta sampai batas tertentu juga penting dalam tahap kedua, yakni dalam merumuskan hipotesis. Metode yang paling penting dalam tahap kedua adalah intuisi, pemahaman, imajinasi, dan kecerdikan. Tak banyak yang bisa dibicarakan mengenai hal tersebut secara formal; mungkin semua ini dapat dipelajari, namun jelas mereka tak dapat diajarkan. Seperti diceriterakan orang, buah apel jatuh telah sering dilihat orang jauh sebelum dilihat Sir Isaac Newton, namun hal itu tidak menimbulkan tafsiran yang mengejutkan. Metode yang dipakai dalam tahap ketiga, yakni ramalan, adalah logika murni, dengan bidang keilmuan yang relevan untuk menetapkan premis yang menjadi landasan bagi teori yang sedang diuji. Kiranya peranan statistika dalam tahap pertama, kedua dan keempat kiranya memerlukan penjelasan yang lebih mendalam.

Statistika berguna dalam tahap pertama, observasi, karena statistika dapat menyarankan mengenai apa yang harus diobservasi untuk menarik manfaat yang maksimal serta bagaimana caranya menafsirkan hasil observasi tersebut. Tidak semuanya dapat kita observasi, di mana dalam hal ini kita harus bersifat selektif. Ahli statistika dapat mengemukakan secara terperinci tentang analisis mana yang akan dipakai dalam observasi dan tafsiran apa yang akan dihasilkan dari observasi tersebut. Dalam memberikan tafsiran ini seorang ahli statistika akan menitikberatkan pada tingkat kepercayaan kesimpulan yang ditarik dari berbagai kemungkinan dalam membuat kesalahan. Dengan membandingkan berbagai cara dan jumlah observasi yang dilakukan berdasarkan sumber yang tersedia, dia dapat menyarankan kepada kita sebuah cara yang merupakan kompromi antara tujuan yang bertentangan dari tingkat kepercayaan yang tinggi dengan kemungkinan dalam membuat kesalahan yang kecil dalam menarik kesimpulan.

Dalam tahap kedua, statistika menolong kita dalam mengklasifikasikan, mengikhtisarkan, dan menyajikan hasil observasi dalam bentuk yang dapat dipahami dan memudahkan kita dalam mengembangkan hipotesis. Cabang statistika yang berhubungan dengan hal ini dinamakan statistika deskriptif, yang berlainan dengan statistika analitis, yakni cabang statistika yang mencakup berbagai metode dalam merencanakan observasi, analisis dan penarikan kesimpulan berdasarkan data yang telah diolah. Sering terjadi bahwa hasil pengolahan statistika secara deskriptif harus memberikan kesan “impresionistis” atau “berseni” dan bukan penyajian angka-angka. Hal ini umpamanya sering kita jumpai dalam studi antropologi tentang karakteristik nilai-nilai suatu kebudayaan atau suatu kritik seni. Pendekatan statistik hanya dapat dilakukan pada segi-segi yang mampun diuraikan dan diikhtisarkan dengan angka. Walaupun begitu batas ini sebenarnya tidak sedemikian jelas. Banyak masalah yang bersifat kualitatif atau subjektif tetap mempunyai aspek

kuantitatif, umpamanya sebuah aspek yang penting dari sebuah penyakit adalah beberapa kali penyakit itu pernah berjangkit. Sering sekali kesan subjektif atau kualitatif dapat dipertajam atau dikoreksi oleh analisis statistika dari data yang relevan, umpamanya bagaimana suatu kesan mengenai penurunan diskriminasi rasial didukung dengan angka-angka kejadian insiden rasial didukung dengan angka-angka kejadian insiden rasial tersebut. Meskipun pada tahap penyusunan hipotesis metode yang sangat berpengaruh adalah metode bersifat yang nonstatistik, seperti pengetahuan dan intuisi tentang bidang yang kita selidiki, namun penyusunan materi yang cermat berdasarkan statistik tetap memainkan peranan yang penting.

Pada tahap keempat dari metode keilmuan, sebuah hipotesis dianggap telah teruji kebenarannya jika ramalan yang dihasilkannya didukung oleh fakta. Kadang-kadang, terutama dalam ilmu-ilmu alam, proses pengujian dapat dipercepat dengan jalan melakukan percobaan. Walaupun begitu, sering terjadi bahwa suatu ramalan baru teruji setelah lama menunggu, apakah ramalan itu memang terjadi. Umpamanya ramalan tentang kejadian dalam ilmu astronomi atau kejadian medis yang akan menimpa manusia andaikata terjadi malapetaka. Statistika relevan dalam kedua keadaan tersebut karena masalah yang pokok adalah menentukan apakah data yang diobservasi itu sesuai dengan ramalan atau tidak.

Dalam membandingkan ramalan dengan data yang bersifat angka-angka, penting untuk disadari bahwa jarang sekali terjadi kedua hal tersebut akan tepat sama, meskipun teorinya benar. Perbedaan ini mungkin terjadi karena kesalahan dalam percobaan yang tidak ada hubungannya dengan teori. Lebih lanjut, banyak teori yang penting dalam ilmu modern mempunyai sifat probabilistik atau stokastik dan tidak bersifat deterministik, artinya bahwa mereka tidak meramalkan dengan tepat hasil dari tiap observasi, mereka hanya meramalkan sejumlah kemungkinan tertentu berdasarkan observasi dalam jangka panjang. Teori genetika, umpamanya, pada

umumnya tidak menyatakan secara spesifik sifat-sifat tiap individu tanaman silang tertentu tetapi hanya menyatakan proporsi di mana beberapa turunan yang berlainan akan dihasilkan. Demikian juga hukum-hukumnya tidak menyatakan secara spesifik proporsi dalam satu rangkaian observasi melainkan proporsi dalam jangka panjang atau peluang. Dalam membandingkan hasil yang diperoleh dari suatu rangkaian observasi dengan teori, maka pertanyaan yang harus dipikirkan adalah, “Apakah perbedaan yang terjadi itu disebabkan oleh faktor kebetulan atau bukan?” Jika ternyata bahwa perbedaan itu disebabkan oleh faktor kebetulan maka teori itu tidak ditentang dan tidak terdapat alasan untuk mencari sebab khusus untuk menerangkan perbedaan tersebut. Sebaliknya, jika perbedaan itu tidak disebabkan oleh faktor kebetulan maka kita harus mencari sebab-sebabnya, yang dalam hal ini berarti mengubah teori.

Penalaran konsep statistika modern telah memberikan arti yang pasti kepada pengujian kebenaran sebuah hipotesis adalah telah sah teruji—mungkin lebih baik kita katakan telah sah dites—bila pengaruh unsur kebetulan dalam pembuktian telah difafsirkan dengan benar. Prosedur statistika memperhitungkan secara objektif penafsiran benar. Prosedur statistika memperhitungkan secara objektif penafsiran yang tidak benar dalam nilai-nilai peluang atau dengan perkataan lain, memperhitungkan risiko dari suatu kesimpulan yang salah.

Penerapan Statistika

Sebegitu jauh kita hanya mendiskusikan statistika secara umum. Sekarang marilah kita berhenti sejenak untuk melihat beberapa contoh permasalahan dalam kegunaan praktis dan kegiatan keilmuan di mana statistika diterapkan.

Metode statistika secara meningkat makin sering dipergunakan dalam kegiatan niaga. Salah satu unsur yang umumnya dihadapi oleh para manajer adalah keharusan untuk mengambil keputusan

dalam keadaan yang tidak tentu; dan, seperti telah kita lihat, esensi dari statistika modern adalah pengembangan prinsip umum dalam menanggulangi faktor ketidaktentuan ini secara bijaksana. Tidaklah mengherankan kalau statistika diterapkan secara luas dalam hampir semua pengambilan keputusan dalam bidang manajemen. Statistika diterapkan dalam penelitian pasar, penelitian produksi, kebijaksanaan penanaman modal, kontrol kualitas, seleksi pegawai, kerangka percobaan industri, ramalan ekonomi, auditing, pemilihan risiko dalam pemberian kredit, dan masih banyak lagi. Gerakan “Scientific Management” dalam abad ini secara khusus menitikberatkan kepada perlunya mengumpulkan fakta tersebut secara berhati-hati, seperti apa yang dilakukan oleh salah satu cabangnya yang bernama *operation research*.

Pemerintah telah lama mengumpulkan dan menafsirkan data yang berhubungan dengan kepentingan bernegara, umpamanya, data mengenai penduduk, pajak, kekayaan, dan perdagangan luar negeri. Penelitian di bidang ilmu-ilmu sosial makin lama makin mendasarkan diri kepada statistika. Survei yang berdasarkan pengambilan contoh (*sample*) mampu memberikan informasi tentang berbagai hal dengan biaya yang cukup murah, seperti besarnya penghasilan dan tabungan; ramalan tentang pengeluaran konsumen; sikap masyarakat terhadap tenaga nuklir, pertahanan sipil, perpustakaan umum dan hubungan internasional, ramalan pemberian suara dalam pemilihan, pengangguran; dan pengaruh televisi terhadap kehidupan keluarga. Pengertian tentang kepribadian manusia diperoleh dari analisis statistik tes psikologis dan data berbagai percobaan. Juga usaha-usaha telah dilakukan untuk melakukan pengukuran secara statistis terhadap besarnya monopoli pada waktu yang berlainan dan cara statistis terhadap besarnya monopoli pada waktu yang berlainan dan dengan demikian kita bisa menentukan apakah monopoli itu mengikat atau menurun. Ahli purbakala telah mempergunakan statistika dalam menggabungkan gambar dari pecahan periuk

yang digali dari dalam tanah. Pemakaian model matematis yang kian meningkat yakni, teori yang diformulasikan dalam lambang matematika) dalam menerangkan perilaku sosial menimbulkan minat yang khusus terhadap teknik-teknik statistika yang dapat menguji sah atau tidaknya model-model tersebut.

Permintaan terhadap penelitian di bidang biologi tertentu, umpamanya antropometri, agronomi, dan genetika, membawa kelahiran baru dari statistika pada permulaan abad kedua puluh ini, dan penerapan metode statistika dalam bidang-bidang ini terus-menerus berkembang. Kemajuan di bidang genetika, terutama sekali, sangat berhubungan erat dengan perkembangan statistika. Percobaan tentang produksi panen yang merupakan hasil dari perlakuan baermacam-macam pupuk dengan jenis tanah yang berbeda-beda atau pertumbuhan hewan di bawah makanan dan lingkungan hidup yang tertentu, penyusunan kerangka percobaan serta analisisnya sering dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip statistika. Penelitian di bidang kedokteran dan kesehatan masyarakat juga tidak lepas dari pengaruh statistika. Salah satu penelitian medis yang besar, di mana kerangka percobaannya disusun secara teliti, dilakukan di Amerika pada tahun 1952, dalam menguji kemanjuran gamma globulin sebagai perlindungan terhadap penyakit poliomyelitis. Penelitian yang staraf dengan ini dilakukan di Inggris pada tahun 1946 dalam menguji kemanjuran streptomycin dalam penyembuhan penyakit tuberculosis.

Ilmu-ilmu alam—terutama astronomi, geologi, dan fisika—merupakan salah satu dari bidang-bidang keilmuan di mana metode statistika untuk pertama kali dikembangkan dan diterapkan. Hal ini telah dimulai sejak permulaan abad kesembilan belas, namun hanya baru-baru ini saja bidang-bidang ini menerapkan perkembangan baru dalam konsep statistika di abad kedua puluh ini, seperti apa yang telah dilakukan oleh biologi dan ilmu-ilmu sosial, ilmu-ilmu alam kini makin sering mempergunakan ilmu statistika, terutama

astronomi, kimia, ilmu teknik, geologi, meteorologi dan beberapa cabang tertentu dari fisika.

Dalam bidang-bidang humaniora—umpamanya sejarah kesusasteraan, musik, dan filosofi—pemakaian metode statistika tidak biasa, walaupun begitu mulai nampak bahwa dalam bidang-bidang ini pun makin sering menemukan penerapan yang berarti. Seorang ahli sejarah yang modern, umpamanya, dapat mempergunakan bukti yang berupa studi tentang sikap di samping data yang bersifat impresionistis dalam mencirikan opini publik. Sebuah pertanyaan sejarah yang penting di mana bukti statistik, biarpun cuma sebagian, sangat menolong dalam memberikan jawaban, adalah dalam menjawab pertanyaan mengenai kesejahteraan kaum buruh di Inggris, apakah hal itu naik atau turun selama revolusi industri pada akhir abad kedelapan belas dan permulaan abad kesembilan belas. Kemampuan statistika dalam menyelesaikan masalah seperti ini, digambarkan dengan pernyataan dua orang pengarang yang mempunyai pendapat bahwa keadaan kaum pekerja makin buruk pada permulaan abad kesembilan belas di mana mereka secara luas mempublikasikan pendapat itu, namun pada akhir hayatnya mereka terpaksa mengakui bahwa:

Ahli-ahli statistika mengatakan bahwa setelah mereka mengolah data yang bisa mereka temukan, mereka percaya bahwa pendapatan kaum pekerja itu naik, dan bahwa laki-laki dan wanita adalah lebih kaya, dibandingkan dengan keadaan mereka sebelumnya pada abad kedelapan belas. Bukti-bukti di atas, tentu saja, adalah sedikit sekali dan tidak cukup, demikian juga tafsiran mereka tidaklah sederhana, akan tetapi pendapat mereka kemungkinan besar kurang lebih adalah benar.²

Contoh tentang berbagai penerapan statistika yang diberikan di atas kiranya tidak mencakup semua hal, namun semoga dapat

2 J.L and Barbara Hammond, *The Bleak Age* (revised ed.: London; pelican Books, 1974) hlm. 16.

memberikan gambaran mengenai kemungkinan berbagai penerapan dari metode dan konsep dasar statistika. Singkatnya, statistika adalah alat yang dapat dipergunakan untuk memecahkan masalah yang timbul dalam penelaahan secara empiris hampir di semua bidang. Meskipun perincian teknis dari teknik statistika yang dipergunakan dalam tiap bidang dan masalah itu berbeda, namun penting untuk disadari bahwa pendekatan dasarnya adalah sama.

Terdapat alasan lain yang lebih penting untuk menekankan segi penerapan yang laus dari statistika ini, sebab satu hal yang mesti kita ingat, bahwa meskipun pendekatan statistika dalam konsep dasarnya adalah sama, namun konsep dasar itu harus disesuaikan dengan masalah konkret yang dihadapinya. Berbahaya untuk memakai statistika seperti mempergunakan sebuah buku resep masakan, dengan terus-menerus mempergunakan resep yang sama, tanpa meneliti sebelumnya dengan hati-hati macam bahan adonan dari masalah yang dihadapi. Contoh-contoh yang luas yang diberikan di atas, semoga bisa memberikan gambaran, betapa pentingnya untuk bertolak dari prinsip dasar dalam memecahkan tiap masalah.

Meskipun perhatian kita di sini adalah statistika, namun patut juga diketahui, bahwa statistika itu tak dapat dipergunakan sepenuhnya, tanpa adanya pengertian yang mendalam mengenai bidang yang diselidiki. Ahli statistika yang bekerja dalam bidang meteorologi, umpamanya, tanpa pengetahuan yang baik tentang meteorologi, kemungkinan besar hanya akan menghasilkan hal-hal yang remeh, meskipun mungkin secara statistika sangat bersifat teknis, namun kurang berarti bagi meteorologi. Sebaliknya, ahli meteorologi tanpa pengetahuan yang baik tentang statistika kemungkinan akan terbenam dalam situasi yang kikuk, tidak efisien, dan tidak terarah, dalam mengumpulkan data bagi masalah meteorologi yang penting, di mana dia mungkin terjatuh dalam pengambilan suatu kesimpulan yang salah. Keterampilan maupun pengetahuan dari ahli statistika dan

ahli meteorologi keduanya haruslah disatukan. Kadang-kadang dua kemampuan ini terdapat dalam satu orang, namun yang lebih sering terjadi, ahli meteorologi tersebut biasanya berkonsultasi dengan ahli statistika. Kerja sama seperti ini tidak berarti bahwa keduanya tidak perlu untuk mengetahui sesuatu mengenai bidang-bidang keilmuan lainnya, tetapi dalam hal ini, seseorang tidak perlu menjadi seorang ahli sekaligus dalam kedua bidang tersebut.

Howard F. Fehr

KOMUNIKASI PEMIKIRAN KEILMUAN

DALAM KOMUNIKASI, pemikiran keilmuan matematika memainkan dua peranan, yakni sebagai raja dan pelayan ilmu. Sebagai raja, matematika merupakan bentuk logika paling tinggi yang pernah diciptakan oleh pemikiran manusia. Logika ini dilukiskan dalam bentuk sistem simbolis dari kegiatan pemikiran serta struktur yang teratur dari teori bilangan dan ruang. Sebagai pelayan, matematika menyediakan bagi ilmu-ilmu yang lainnya, bukan saja sistem logikanya, tetapi juga model matematis dari berbagai segi kegiatan keilmuan. Model ini menyusun sebuah isomorfisme antara matematika dengan unsur, dan hubungan antarunsur, dalam bidang di mana matematika itu diterapkan. Matematika dari model inilah yang dipergunakan untuk mengkomunikasikan hukum keilmuan dan hipotesis. Demikian juga hal ini berguna dalam penyelidikan keilmuan untuk menemukan pengetahuan baru. Dapat disimpulkan bahwa matematika adalah alat utama dalam komunikasi pemikiran keilmuan.

Beberapa sifat yang penting memungkinkan matematika memegang peranan yang sangat penting dalam proses kegiatan keilmuan. Sifat-sifat itu adalah sebagai berikut:

- (1) Matematika berhubungan dengan pernyataan yang berupa dalil dan konsekuensinya di mana pengujian kebenaran secara matematis akan dapat diterima oleh tiap orang yang rasional.
- (2) Matematika tidak tergantung kepada perubahan ruang dan waktu.

- (3) Matematika bersifat eksak dalam semua yang dikerjakannya meskipun dia mempergunakan data yang tidak eksak (merupakan perkiraan).
- (4) Matematika adalah logika deduktif, yang mengubah pengalaman indera menjadi bentuk-bentuk yang diskriminatif, kemudian bentuk ini diubah menjadi abstraksi, dan abstraksi kemudian diubah menjadi generalisasi. Generalisasi ini tidak tergantung kepada sifat-sifat fisik, sehingga objek-objek yang dimaksud tetap merupakan ujud pemikiran abstrak. Mengkaitkan generalisasi dan ujud-ujud abstrak ini dengan metode deduksi berarti membangun sebuah sistem matematika.

Beberapa Peranan Matematika dalam Pemikiran Keilmuan

Bagaimana caranya seorang ilmuwan bisa mengetahui sesuatu? Dan bagaimana caranya semua ilmuwan bisa mencapai pengetahuan yang sama? Jawabnya adalah lewat pengalaman indera dan serangkaian penalaran. Dalam matematika kita mengetahui sesuatu lewat satu mata rantai penalaran. Pemikiran ini dikomunikasikan satu per satu sampai mata rantai terakhir yang terletak dalam pengalaman manusia secara langsung. Kita tidak selamanya harus sampai kepada mata rantai terakhir ini, sebab kadang-kadang telah terdapat pernyataan-pernyataan yang kebenarannya telah teruji. Ilmu adalah usaha untuk menyusun lambang dan sistematika dari abstraksi yang dituangkan dari pengalaman. Dalam matematika dan fisika, hanya dengan mempergunakan beberapa lambang saja, sejumlah besar pengetahuan dapat dikomunikasikan secara tepat dan sejumlah pengetahuan baru dapat diramalkan. Berdasarkan karakteristik dari bidang-bidang keilmuan maka dapat diterapkan struktur yang berbeda-beda.

Sebagai pelayan, matematika kadang-kadang disebut sebagai matematika terapan. Dalam hal ini, matematika dapat memilih kaidah-kaidah yang dimilikinya dan mempergunakan kumpulan

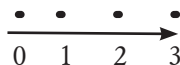
tersebut untuk membangun sebuah model dari gejala keilmuan yang sedang kita mati. Umpamakan sebuah bom dijatuhkan dari sebuah ketinggian di atas bumi. Ahli fisika kemudian mempelajari jatuhnya bom ini dalam berbagai kondisi yang berbeda. Komunikasi pertama adalah bahwa “bom itu memperoleh kecepatan selama dia jatuh”. Laporan ini tentu saja sangat tidak eksak sebab si pendengar akan mempunyai berbagai pendapat tentang bagaimana cepatnya bom itu jatuh.

Untuk suatu deskripsi yang lebih baik maka ahli fisika lalu membuat alat pengukuran yang mencatat waktu dan posisi dari bom tersebut. Berdasarkan pengukuran itu dia menempatkan hasilnya dalam sebuah tabel sebagai berikut:

Jatuhnya sebuah Bom

Waktu jatuh dalam detik	0	1	2	3	4	5
Jarak yang ditempuh dalam kaki	0	16	64	144	256	400

Ini merupakan deskripsi yang lebih baik tentang jatuhnya bom dibandingkan deskripsi terdahulu, namun jelas bahwa bentuk tabel seperti ini kurang sesuai untuk pengkajian lebih lanjut. Di sini peranan ahli matematika mulai muncul. Dia meletakkan waktu sebagai titik-titik pada arah positif dari sumbu bilangan nyata:



Dia meletakkan jarak, yang diukur dalam meter, dalam sumbu bilangan nyata yang lainnya



Setelah itu dia membuat *fungsi* yang menghubungkan waktu dan jarak tersebut. Untuk tiap waktu tertentu akan terdapat jarak yang tertentu pula, seperti tercantum dalam tabel di atas. Kedua fakta yang bersangkutan itu disatukan dan dia mendapatkan pasangan angka sebagai berikut:

$$(0,0); \quad (1,16); \quad (2,64); \quad (3,144); \quad (4,256); \quad (5,400)$$

Rangkaian pasangan angka-angka ini merupakan fungsi.

Kemudian ahli matematika itu memilih sebuah rumus yang disebutnya hubungan fungsional. Sebenarnya dia bisa memilih rumus-rumus yang lain namun katakanlah bahwa dia memilih rumus $s = 16t^2$ (s adalah jarak dan t adalah waktu), yang melukiskan kejadian itu. Ahli matematika tidak berhenti di sini namun melangkah lebih jauh daripada ahli fisika. Dia menganggap bahwa hubungan fungsional ini berlaku untuk tiap harga s dan t dan tidak hanya terbatas pada apa yang telah diukur oleh ahli fisika tersebut. Ahli matematika akan mengatakan bahwa berdasarkan rumus itu maka jika t adalah 2,5 detik maka s adalah 100 kaki. Pernyataan ini diperiksa oleh ahli fisika dan ternyata benar, dan untuk selanjutnya ahli fisika meninggalkan bahasa verbal dan menggantinya dengan hubungan fungsi simbolis.

Dia melakukan hal ini berdasarkan isomorfisme antara gejala fisik dan sistem matematika. Sebuah isomorfisme adalah hubungan satu-satu antara unsur dan operasi suatu sistem di satu pihak, dengan unsur dan operasi sistem lainnya di lain pihak. Tabel di bawah ini menunjukkan isomorfisme tersebut.

Fisika	Matematika
Waktu	suatu variable nyata, t^1
Jarak	variable nyata yang kedua, s
Jarak dengan waktu	hubungan fungsi, $s = 16t^2$
Kecepatan jatuh	turunan dari fungsi, $v = 32t$
Percepatan	turunan kedua dari fungsi, $a = 32$
dan seterusnya	dan seterusnya

Jadi dalam matematika terdapat sistem tertentu yang dapat dipergunakan sebagai model dari struktur fisik yang sedang diselidiki. Dengan demikian maka sistem matematika menjadi alat komunikasi dari hukum-hukum fisika.

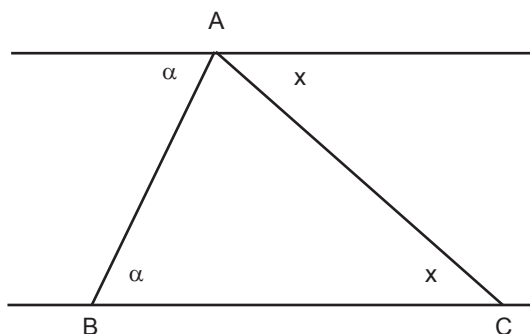
Berdasarkan pengukuran yang lebih teliti dengan memperhitungkan struktur permukaan dan viskositas udara yang menyebabkan berkurangnya percepatan, dan setelah menyelidiki jatuhnya benda dalam berbagainya media seperti air atau gula cair, maka seorang ahli fisika akan mencari hukum yang lebih bersifat umum untuk semua benda yang jatuh. Di sini tampil kembali ahli matematika kita yang dengan mempergunakan persamaan diferensial akan sampai kepada sebuah hubungan fungsional yang lebih rumit yang melibatkan logaritma dan hiperbola dengan rumus seperti berikut:

1 Sebuah variabel nyata atau riil adalah lambang yang dapat digantikan oleh bilangan nyata tertentu, umpamanya 2, $\frac{1}{2}$, R , $\sqrt{2}$, dan sebagainya.

$$S = \frac{y^2}{g} \log e \left(\cos \frac{gt}{v} + \frac{u}{v} \sin \frac{gt}{v} \right)$$

di mana v , u , dan g adalah konstanta yang dapat ditentukan untuk tiap situasi tertentu.

Sebagai raja, matematika adalah bentuk dari cara berpikir deduktif yang memperlakukan objek pemikiran yang abstrak. Matematika merupakan bentuk komunikasi yang hampir mendekati kesempurnaan dari segenap bentuk komunikasi yang ada. Matematika umpamanya, mempunyai sistem bilangan dengan unsur-unsur 1, 2, 3, dan sebagainya. Lambang-lambang ini dihubungkan oleh hukum-hukum dasar dan langkah-langkah tertentu. Semua ini didasarkan pada beberapa anggapan, definisi dan penjabaran-penjabaran secara logis. Sebuah lambang memperoleh arti lewat hubungan yang dibentuk oleh hukum-hukum dasar tersebut. Hubungan ini kemudian diperluas lewat pernyataan sebab akibat dalam bentuk: Jika ini Maka itu; dan jika p menyebabkan q , dan q menyebabkan r , maka p menyebabkan r .



Contoh yang sederhana dari bentuk komunikasi ini terlihat dalam tiap teorema ilmu ukur bidang. Umpamanya, jumlah sudut dari sebuah segitiga adalah seratus delapan puluh derajat dan hal ini dinyatakan sebagai berikut: Jika terdapat bentuk yang berupa

segitiga maka jumlah sudut-sudutnya adalah seratus delapan puluh derajat. Apa yang dimaksudkan dengan sudut, segitiga, derajat dan seratus delapan puluh tak lebih dari pengertian yang tercakup oleh penggunaan logis dari kata-kata tersebut. (Sebenarnya, tak seorang pun yang pernah melihat garis lurus, sudut, segitiga, garis tegak lurus, atau garis sejajar. Semua ini adalah abstraksi yang tak dapat terindra secara fisik). Teorema seperti ini takkan dapat disusun dengan jalan pengukuran, bahkan dengan pengukuran sejuta segitiga sekalipun. Tetapi dengan jalan mengatakan bahwa (1) Hanya terdapat satu garis yang melalui titik puncak A dan sejajar dengan alas segitiga; (2) Ketiga sudut yang terbentuk garis ini dengan titik A adalah sama dengan sudut-sudut segitiga lainnya; (Lihat gambar) (3) Tiga buah sudut pada titik A membentuk sudut sebesar seratus delapan puluh derajat; jadi (4) jumlah sudut-sudut dalam sebuah segitiga adalah seratus delapan puluh derajat. Kesimpulan ini merupakan serangkaian pernyataan yang dapat diuji kebenarannya dan membuktikan sebuah teorema. Semua ini menunjukkan hakikat matematika sebagai suatu ilmu deduktif.

Unsur-unsur Komunikasi Keilmuan

Unsur-unsur yang terlibat dalam komunikasi keilmuan, seperti juga unsur dari kebanyakan bentuk komunikasi lainnya, adalah lambang (termasuk kata-kata dan tanda-tanda), definisi, pernyataan dan logika. Analisis singkat dari peranan unsur-unsur ini menggambarkan kepada kita hakikat masing-masing unsur tersebut.

Pemikiran dan komunikasi pemikiran tersebut hanya dapat dilakukan lewat penggunaan lambang-lambang. Matematika adalah pemikiran. Untuk mengkomunikasikan pemikiran tersebut matematika telah mengembangkan suatu sistem lambang yang rumit. Dalam matematika, seperti juga dalam berbagai kegiatan komunikasi lainnya, kita mengartikan sebuah lambang sebagai sesuatu pengertian

yang tertangkap oleh pancaindera kita, di mana lambang tersebut dipergunakan untuk menyampaikan arti dari kesadaran yang satu kepada kesadaran yang lain. Tidak semua tanda-tanda adalah lambang. Kita membedakan berbagai konsep lambang yang bermacam-macam ini.

Menetapkan perbedaan antara sebuah tanda dan sebuah lambang adalah perlu dalam rangka membedakan antara kegiatan dan pemikiran. Tanda adalah bukti tentang adanya sesuatu seperti kilat adalah tanda tentang adanya petir. Sedangkan lambang (termasuk kata-kata) tidak memberikan bukti tentang adanya sesuatu tersebut. Semua binatang bereaksi terhadap tanda-tanda. Tanda-tanda tidak memungkinkan timbulnya komunikasi. Jadi dalam matematika tanda-tanda seperti $+$, x , \div , \int , dy , Σ , dan sebagainya sebagai tanda, kurang berarti, kecuali untuk kelakuan (kegiatan) yang diwakilinya. Namun sebagai lambang mereka memungkinkan timbulnya pemikiran dan komunikasi pemikiran tersebut. *Sebuah lambang adalah nama dari sebuah konsep dalam hubungannya terhadap lambang-lambang lainnya yang memungkinkan adanya jalan pemikiran yang teratur.*

Hal ini berarti bahwa nama (lambang) dari suatu objek adalah sebuah kata atau sekumpulan kata yang dipakai dalam pernyataan untuk menggantikan objek yang dimaksudkan. Nama dari sebuah objek jadi akan berbeda dengan objeknya. Namun adanya nama tersebut yang memungkinkan kita untuk menyusun berbagai hubungan logis dan membangun suatu teori komunikasi.

Karena kebanyakan dari lambang yang dipergunakan adalah berbentuk kata-kata, kiranya perlu untuk pertama-tama menyelidiki bagaimana caranya kata-kata ini memperoleh arti. Sebuah kombinasi dari abjad adalah sebuah kata, jika dan hanya jika, kata itu dipergunakan atau telah dipergunakan dengan arti yang spesifik untuk menyalurkan pemikiran dan orang yang mempergunakannya setuju bahwa kata itulah yang dipergunakan. Kata-kata ini mempunyai arti seperti apa yang disetujui oleh sebagian besar manusia yang

memakainya. Hal ini tampaknya sangat sederhana namun tidak demikian dalam kenyataannya, di mana kita temui situasi yang amat rumit. Untuk suatu komunikasi yang tepat, arti dari sebuah kata haruslah bersifat unik dalam ruang lingkup tertentu. Para ilmuwan lalu membuat definisi agar sebuah kata dapat mempunyai arti tunggal yang dapat diterapkan dalam berbagai hal. Kiranya untuk sampai pada definisi yang disetujui semua pihak ternyata bukanlah sesuatu yang mudah. Hal ini disebabkan sebuah kata sering mempunyai arti yang banyak. Kesukaran ini dapat dilihat kalau kita mempergunakan kamus. Umpamanya kita membaca atau mendengar sebuah pernyataan seperti “Karangan itu bernilai sastra”. Arti kalimat ini akan menimbulkan keraguan dalam pikiran kita dan kita pun lalu membuka kamus. Dalam kamus Purwadarminta, umpamanya, kita baca keterangan sebagai berikut:

Sastera:

1. bahasa (kata-kata, gaya bahasa) yang dipakai dalam kitab-kitab (bukan bahasa sehari-hari);
2. (= kesusasteraan), karya kesenian yang diwujudkan dengan bahasa (seperti gubahan-gubahan prosa dan puisi yang indah-indah);
- 3 kitab suci (Hindu); (kitab) ilmu pengetahuan;
- 4 kesusasteraan lama pustaka; kitan perimbon (berisi ramalan, perhitungan, dan sebagainya);
- 5 kesusasteraan lama tulisan; huruf;
- ahli – orang yang paham benar dalam hal kesusasteraan; fakultas –, bagian pengajaran pada universitas yang mempelajari bahasa dan kesusasteraan; seni –, seni karang mengarang prosa dan puisi yang indah-indah.

Keterangan di atas menunjukkan bahwa perkataan sastra mempunyai arti yang banyak sekali dan semua ini membingungkan kita. Tentu saja kita serius menghilangkan kemajemukan ini namun dalam hal ini kamus tidak mampu menolong kita. Dalam ilmu sebuah kata harus mempunyai arti yang unik. Demikian juga sebuah kata tidak boleh mempunyai arti yang samar.

Terdapat dua sebab lainnya mengapa kamus gagal dalam memberi arti kepada kata-kata. Pertama, karena definisi dalam kamus dipenuhi oleh berbagai kata yang asing bagi kita, dan kata-kata yang asing seperti ini kemudian dipakai untuk mendefinisikan kata-kata yang baru, sehingga keasingan makin lama makin berlanjut. Kedua, kamus membawa kita dalam suatu keadaan yang berputar-putar. Umpamakan saja bahwa kita bermaksud mencari arti kata “kristal kembar”:

Kristal kembar. Suatu chiasolit

Sekarang kita lihat:

Chiasolit. Suatu andolusit yang murni dan lunak:

Dan kita tahu:

Andolusit. Silikat aluminium; chiasolit.

Apakah Anda merasa frustrasi? Suatu arti sebenarnya harus diberikan dalam lingkup kata-kata yang artinya sudah diketahui. Sebuah kamus tidak dapat melakukan hal ini karena dia mencoba mendefinisikan semua kata dengan mempergunakan kata-kata yang lain. Karena untuk komunikasi yang tepat dan jelas lingkaran seperti ini harus dihindari, maka kita sampai pada sebuah kesimpulan yang penting bahwa: *Dalam ilmu beberapa kata tidak dapat didefinisikan*. Namun hal ini tidaklah berarti bahwa kata yang tidak didefinisikan itu tidak mempunyai arti sama sekali. Mereka tetap mempunyai arti namun hanya dalam cara bagaimana mereka itu dipergunakan. Jadi titik, garis agregat, arus, dan sebagainya, dipergunakan dalam ilmu dengan penuh arti namun tanpa didefinisikan. Lambang-lambang lalu dapat didefinisikan berdasarkan lambang yang telah didefinisikan atau tidak. Karena kalimat yang mendefinisikan sebuah lambang yang baru selalu dapat dipakai sebagai pengganti lambang yang didefinisikannya itu, maka jelas bahwa definisi bukanlah suatu keharusan melainkan hanya bersifat mempermudah.

Tujuan Komunikasi Keilmuan

Sebelum kita mengkaji unsur-unsur lain dari komunikasi, marilah kita lihat dahulu tujuan komunikasi tersebut. Terdapat berbagai tujuan dan bentuk bahasa komunikasi mulai dari bahasa estetik, bahasa sehari-hari, bahasa hukum sampai bahasa keilmuan. Sebagai contoh, marilah kita lihat pernyataan ini: “Dibandingkan dengan negara-negara lain, semasa periode 1965-1973 laju tumbuh perekonomian Indonesia termasuk yang tinggi (7,6 persen rata-rata pertahun). Tingkat tersebut hanya dilampaui oleh Brazilia dengan 9,1 persen rata-rata per tahun”. Apakah terdapat keraguan dalam pikiran orang yang membaca atau mendengar berita ini? Apakah terdapat konflik penafsiran dalam komunikasi tersebut? Mungkin sekali tidak. Pernyataan ini tepat. Pengertian dalam pikiran si penulis dikomunikasikan secara tetap (direproduksi dengan pengertian yang sama) kepada pikiran si pembaca atau si pendengar.

Marilah kita lihat contoh komunikasi lain sebagai berikut: “Dengan penuh perasaan, penyanyi itu membawakan lagu yang sendu, penuh rintih, dendam, sangsai, rindu: gelombang yang menghempas, pisau yang menikam; dengan gaya yang memukau. Menghayatnya sepenuh rasa, dia tampak menyihir para pendengarnya”. Apakah terdapat konflik penafsiran dalam pikiran kita? Apakah kita bisa menangkap dengan tepat apa yang ada dalam pikiran si penulis? Apakah pernyataan ini tetap? Apakah komunikasi ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang tepat mengenai gaya penyanyi tersebut?

Contoh yang sangat kontras ini bukanlah dikemukakan dengan tujuan untuk memuji yang satu dan mengutuk yang lain. Maksud kita hanyalah memperlihatkan dua aspek dari komunikasi: yang satu estetik dan yang lain bersifat mengemukakan kenyataan. Bahasa sebagai alat kenikmatan untuk tujuan-tujuan estetik, berfungsi sebagai alat kegiatan dengan membawa pembaca untuk membangun gambaran yang dapat dinikmati oleh dirinya sendiri. Tak terdapat

kebutuhan dalam komunikasi seperti ini untuk hubungan yang sangat tepat antara pengertian si pengarang dan si pembaca.

Dalam membaca untuk mendapatkan pengertian si penulis, terdapat tujuan intelektual dan bukan tujuan estetik. Dalam komunikasi pemikiran keilmuan maka tujuan intelektual adalah satu-satunya tujuan yang diinginkan. Kita membaca buku matematika atau uraian tentang fisika nuklir dengan maksud untuk menciptakan kembali dalam pikiran kita pemikiran yang tepat dari penulisnya. Hal ini perlu untuk menghindari kebingungan.

Secara umum komunikasi matematika disusun melalui kalimat yang mengemukakan sesuatu dan bukan oleh kata-kata yang berdiri sendiri. Jika kalimat-kalimat itu mempunyai sifat benar atau salah, maka kalimat tersebut dinamakan pernyataan. Ilmu mempunyai peranan untuk mengenal sebuah pernyataan dan menetapkan apakah pernyataan ini benar atau salah. Kedua istilah “pernyataan” dan “benar atau salah” dipakai dalam pengertian yang sangat khusus. Sebuah pernyataan dikenal sebagai sebuah:

$$\text{Kata benda dan kata kerja} + \left\{ \begin{array}{l} \text{tanpa tambahan apa-apa} \\ \text{kata benda lain} \\ \text{kata sifat} \end{array} \right\}$$

Jadi pernyataan seperti “Segitiga membentuk sudut sebesar seratus delapan puluh derajat” merupakan suatu pernyataan yang benar atau salah. Salah dan benar dalam pengertian ilmu berbeda dengan penggunaan istilah tersebut dalam kegiatan-kegiatan lainnya, dan dalam perbedaan inilah terletak pentingnya hakikat mereka dalam komunikasi. Dalam ilmu, bila seseorang berkata, “Benda ini adalah emas”, maka kita dapat menguji kebenaran pernyataan tersebut apakah hal itu benar atau salah. Namun jika orang itu berkata, “Saya

senang dengan tugas untuk berpidato hari ini”, maka kita dapat menerima atau menolak pernyataan tersebut, namun sukar bagi kita untuk menguji apakah itu benar atau salah. Pada umumnya sukar untuk menentukan apakah suatu pernyataan itu benar atau salah. Dalam agama dan etika terdapat penafsiran yang berbeda mengenai apa yang disebut benar atau salah. Di sini, secara umum, beberapa diktum dianggap sebagai suatu kebenaran mutlak, diktum yang selalu benar. Kontradiksi terhadap pernyataan ini mutlak salah dan selalu salah.

Dalam ilmu, benar dan salah merupakan nilai yang bersifat relatif. Pernyataan hanyalah kita terima atau kita tolak. Ilmu mempelajari hubungan pernyataan-pernyataan ini kapan dianggap benar, atau kapan dianggap salah, dan menetapkan secara deduktif apakah suatu hubungan adalah benar atau salah. Dalam pengertian inilah maka semua ilmu adalah relatif dan sifat kemutlakan tidak terdapat dalam ilmu. Benar hanyalah merupakan konsistensi yang logis; dan salah adalah inkonsistensi yang logis. Semua atau ditolak atau dimengerti ditinjau dari pengertian ini.

Komunikasi keilmuan adalah komunikasi logis. Tiap teori keilmuan adalah suatu sistem kalimat yang dianggap benar dan biasa disebut hukum atau pernyataan. Dalam matematika pernyataan-pernyataan ini terpaut satu sama lain dalam keteraturan yang tertentu dengan mengikuti peraturan yang telah ditetapkan dan disetujui bersama. Terdapat bentuk-bentuk seperti:

1. Peristilahan primitif atau peristilahan yang tidak didefinisikan.
2. Definisi. Pernyataan yang mempergunakan peristilahan primitif untuk membuat peristilahan baru.
3. Pernyataan primitif atau aksioma yang dianggap benar.
4. Pernyataan yang terbukti, yang diturunkan dari 1, 2 dan 3 dengan mempergunakan.

5. Logika deduktif. Logika ini dianggap sebagai sesuatu yang telah dikembangkan sebelumnya atau dikembangkan bersamaan dengan kegiatan komunikasi keilmuan tersebut.

Pemakaian Logika Simbolis

Bahasa sehari-hari sering mempergunakan metode logika. Bahasa itu mengandung variabel (seperti manusia, berat, kekayaan) dan istilah penunjuk jumlah (seperti beberapa, tiap, semua). Walaupun begitu, bahasa sehari-hari disusun secara berbeda bila dipergunakan sebagai bahasa keilmuan. Dalam bahasa sehari-hari kita mengatakan umpamanya:

Semua manusia adalah fana
Beberapa manusia adalah bijaksana

Dalam ilmu pernyataan ini dinyatakan dalam bentuk seperti berikut:

Untuk tiap x , jika x adalah manusia, maka x adalah fana
Terdapat sebuah x , di mana x adalah seorang manusia dan bijaksana.

Alasan untuk mempergunakan cara di atas adalah untuk menghindari pengertian yang samar dalam komunikasi dan memungkinkan kita untuk melakukan tes dalam menentukan salah atau benarnya pernyataan tersebut.

Uraian yang mendalam tentang kalkulus kalimat (bahasa dasar komunikasi dalam seluruh bidang matematika) tak mungkin dilakukan dalam karangan yang singkat ini. Yang mungkin dilakukan hanyalah membahas beberapa unsur dasar komunikasi dengan berbagai contohnya. Konsep pertama adalah tentang pengingkaran: Dalam melakukan tes terhadap kebenaran suatu pernyataan, kita membutuhkan adanya kontradiksi. Kita mendapatkan hal ini lewat

penggunaan kata *bukan*. Dalam bahasa sehari-hari maupun dalam bahasa keilmuan kita mengatakan bahwa “2 adalah bilangan bulat positif”. Kontradiksi dalam bahasa sehari-hari diperoleh dengan mengatakan “2 bukan bilangan bulat positif”. Bahasa keilmuan menuliskan kontradiksi ini sebagai berikut: “bukan 2 adalah bilangan bulat positif”. Alasan penggunaan ini akan tampak bila lambang-lambang logika dipergunakan. Dalam logika ilmu suatu pernyataan secara keseluruhan dinyatakan dalam sebuah huruf, umpamanya kalimat “p”. Dalam penggunaan kata sehari-hari, suatu kontradiksi memerlukan suatu pernyataan baru yang dinyatakan dengan lambang yang baru pula. Namun dalam komunikasi keilmuan dipergunakan lambang \sim untuk menunjukkan kontradiksi atau pengingkaran. Sebuah pernyataan “ $\sim p$ ” adalah kontradiksi dari pernyataan “p”. Pernyataan apa pun juga yang disusun dalam ilmu, apakah hal itu benar atau salah dalam pengertian logis, dapat dinyatakan dengan “p” (atau “q” atau “ ∂ ” atau lambang apa saja yang memudahkan kita) dan pengingkaran atau ahal itu adalah “ $\sim p$ ”.

Konsep selanjutnya yang penting adalah penghubung atau produk logis. Hal ini disusun dengan jalan menghubungkan dua pernyataan dengan memakai kata “dan”. Tiap pernyataan merupakan anggota atau faktor logis dari sebuah produk. Umpamanya, dari dua pernyataan sebagai berikut:

“2 adalah bilangan bulat positif”

“2 adalah kurang dari 3”

maka produk logisnya adalah “2 adalah bilangan bulat positif dan 2 adalah kurang dari 3”

Dalam teori komunikasi maka sebuah lambang diciptakan untuk arti “dan” yang merupakan penghubung logis ini. Salah satu lambang yang biasa dipakai adalah $\&$. Lambang yang lain adalah \wedge . Jadi tiap hubungan dapat ditulis dalam bentuk “p & q”.

Unsur yang penting dalam komunikasi adalah penetapan kapan suatu penghubung itu benar atau salah. Marilah kita kaji pernyataan ini. “Jakarta adalah sebuah kota kecil dan Jakarta adalah ibukota Republik Indonesia.” Apakah pernyataan ini benar atau salah? Dalam ilmu, sebuah penghubung tak dapat dianggap setengah benar atau setengah salah. Kata “dan” (&) berarti keduanya..., dan bila salah satu dari pernyataan itu salah maka hubungan seluruhnya adalah salah. Sebuah tabel kebenaran untuk penghubung dapat dilukiskan sebagai berikut:

p	q	$p \& q$
B	B	B (Benar)
B	S	S (Salah)
S	B	S
S	S	S

Jadi, “Tuan Anu memakai topinya dan bumi adalah bidang datar” adalah hubungan yang salah, demikian juga bahwa “Tuan A mencintai isterinya dan bumi adalah bidang datar” adalah salah, meskipun dalam kedua contoh di atas sukar sekali untuk menetapkan benar atau salah pernyataan yang pertama.

Unsur penting yang ketiga adalah disjungsi (*disjunction*). Ini merupakan gabungan dua pernyataan dengan mempergunakan kata “atau”. Tiap pernyataan merupakan anggota dari sebuah pergantian. Dalam kata sehari-hari perkataan “atau” mempunyai dua pengertian yang berbeda; non-eksklusif, seperti dalam “Guru atau murid menerima potongan”, dan (b) eksklusif, seperti dalam. “Kita akan pergi melancong atau kita akan ke bioskop”. Penggunaan kedua bentuk ini sering mengacaukan dalam suatu komunikasi. Dalam komunikasi keilmuan, hanya pengertian yang noneksklusif yang dipakai. Sebuah pergantian adalah benar jika paling tidak salah satu dari pernyataan

itu adalah benar. Tabel kebenaran dapat dilukiskan sebagai berikut dengan V sebagai lambang untuk pergantian:

p	q	$p \vee q$
B	B	B
B	S	B
S	B	B
S	S	S

Jadi dalam komunikasi keilmuan, maka pernyataan:

$2 + 2 = 5$ atau Jakarta adalah kota metropolitan adalah Benar

$2 + 2 = 4$ atau Jakarta adalah desa kecil adalah Benar

$2 + 2 = 5$ atau Jakarta adalah desa kecil adalah salah

Menerima pergantian sebagai sesuatu yang benar merupakan pengakuan bahwa kita tidak tahu pernyataan yang mana yang benar. Umpamanya, bila seorang menyatakan bahwa: “Saya akan berangkat hari ini atau saya akan berangkat esok hari” merupakan suatu pernyataan yang benar meskipun orang itu tahu bahwa ia akan pergi hari ini.

Konsep keempat, mungkin konsep yang paling asasi dalam komunikasi teori keilmuan adalah implikasi atau persyaratan. Dalam hal ini kita menggabungkan dua pernyataan dengan mempergunakan kata-kata “jika” dan “maka”. Kombinasi seperti ini dinamakan implikasi atau kalimat bersyarat. Pernyataan yang memakai “jika” disebut antesenden atau hipotesis dan pernyataan yang memakai “maka” disebut konsekuensi atau kesimpulan. Dalam ilmu hanya persyaratan material yang dipergunakan, artinya tak diperlukan adanya hubungan formal antara hipotesis dan kesimpulan. Jadi, “jika Selasa hujan, maka Rusia adalah negara komunis” dapat diterima sebagai

suatu persyaratan, dan benar atau salahnya pernyataan ini terletak pada benar atau salahnya implikasi. Lambang untuk persyaratan ini adalah \longrightarrow dan lambang “ $p \longrightarrow q$ ” dibaca sebagai “jika p maka q ”. Karena tiap implikasi yang mempunyai (sesuatu di mana terdapat hubungan langsung antara hipotesis dan kesimpulan) adalah juga kesimpulan material (tetapi tidak sebaliknya), maka hanya implikasi material yang harus diperhatikan dalam menetapkan benar atau salahnya suatu kalimat bersyarat.

Tabel kebenaran untuk kalimat bersyarat sebagai berikut:

p	q	$p \longrightarrow q$
B	B	B
B	S	S
S	B	B
S	B	B
S	S	B

Jadi, “jika $x = 25$, maka garis sejajar berpotongan” adalah salah karena kesimpulannya adalah salah. Sedangkan pernyataan berikut ini, “Jika bulan terbuat dari emas, maka bumi adalah bidang datar” adalah benar, karena baik antesenden maupun konsekuensi adalah salah. Pernyataan bersyarat ini dapat dituliskan dalam bentuk yang ekuivalen. “Jika bumi bukan bidang datar, maka bulan bukan terbuat dari emas”, yang merupakan pernyataan bersyarat yang benar karena baik antesenden maupun konsekuensinya benar.

Konsep yang terakhir adalah pernyataan ekuivalen. Hal ini digambarkan dengan lambang \longleftrightarrow dan menghubungkan dua pernyataan dengan ekspresi “jika dan hanya jika”. Jadi pernyataan “Seseorang adalah bahagia, jika dan hanya jika, dia sedang bermain-main” adalah pernyataan bersyarat ke dalam satu kalimat. Pernyataan ekuivalen di atas sama dengan dua pernyataan bersyarat: “Jika seseorang sedang bermain-main, maka dia adalah bahagia” dan “Jika seseorang

dalah bahagia, maka dia sedang bermain-main”. Tabel kebenaran untuk pernyataan ekivalen adalah sebagai berikut:

P	q	$P \longrightarrow q$
B	B	B
B	S	S
S	B	S
S	S	B

Jadi, suatu pernyataan ekivalen adalah benar “jika dan hanya jika” kedua pernyataan itu mempunyai nilai yang sama, artinya jika keduanya benar atau keduanya salah. Suatu pernyataan ekivalen, “Jakarta adalah sebuah kota kecil, jika dan hanya jika, sembahyang Jum’at dilakukan pada hari Minggu” adalah benar karena kedua pernyataan itu salah.

Untuk melihat kelima unsur komunikasi ini dengan lebih tajam marilah kita perhatikan pernyataan di bawah ini: “Jika guru atau tenaga administratif tidak efisien, maka pendidikan anak-anak akan maju, jika dan hanya jika, orang tua mereka mendapat informasi yang baik dan tidak pasif dalam kegiatan sosial”. Hal ini mempunyai berbagai unsur pernyataan dan lambang penghubung sebagai berikut:

a; guru adalah tidak efisien	jika-maka: \longrightarrow
b; tenaga-tenaga administratif tidak efisien	atau: \vee
c; pendidikan anak-anak maju pesat	jika dan hanya jika \longleftrightarrow
d; orang tua mereka diberi informasi yang baik	dan: $\&$
e; orang tua mereka tidak pasif dalam kegiatan sosial	tidak: \sim

Dituliskan dalam bentuk simbolis yang lengkap maka pernyataan itu menjadi:

$$a \vee b \longrightarrow [c \longleftrightarrow (d \ \& \ \sim e)]$$

Bentuk simbolis ini rapi, padat, menyeluruh, dan tak mungkin menyebabkan salah mengerti.

Sebagai penutup kiranya patut dikemukakan bahwa semua yang kita bicarakan di atas tentu saja tidak mencakup semua teori komunikasi. Namun kiranya contoh yang dikemukakan di atas dapat memberikan gambaran mengenai komunikais pemikiran yang tepat tanpa terlibatnya faktor-faktor emosional.

Slamet Iman Santoso

FUNGSI BAHASA, MATEMATIKA DAN LOGIKA UNTUK KETAHANAN INDONESIA DALAM ABAD 20 DI JALAN RAYA BANGSA-BANGSA

DALAM abad ke-20 ini, Indonesia menghadapi masa yang sangat berat, karena tanah air kita letaknya di jalan raya bangsa-bangsa. Lokasi ini, di samping soal strategi juga mempunyai hubungan mutlak dengan kekayaan alam.

Dari negeri Barat banjirlah ke Indonesia kebudayaan yang sudah berkembang selama 600 tahun. Isi kebudayaan tersebut adalah organisasi sosial, politik, ekonomi, pendidikan ilmu pengetahuan teknologi dan lain-lain soal lagi. Karena datangnya membanjir, maka pengaruh banjir tersebut mengenai semua lapangan kehidupan, dan semua lapisan masyarakat. Jadi pengaruh banjir tersebut merupakan suatu problema sosial yang menyeluruh, dari lapisan masyarakat paling atas sampai lapisan yang paling bawah. Dari soal-soal yang sangat perifir, sampai soal-soal yang sangat sentral.

Jadi banjir tersebut tidak hanya merupakan suatu soal akademis saja. Karena itu maka perlu pemeriksaan menyeluruh sesuai dengan isi banjir itu sendiri. Para ahli kebudayaan perlu menginventarisir isi banjir tersebut untuk dibandingkan dengan isi kebudayaan kita sendiri. Dan dalam perbandingan tersebut dianalisis proses saling pengaruh kebudayaan dan konsekuensi dari pengaruh tersebut.

Dalam rangka yang sangat umum tersebut di atas, saya akan mencoba menganalisis tiga soal tersebut dalam judul tulisan ini sepanjang kemampuan saya. Mudah-mudahan lain-lain peminat dapat

menambah bahannya, supaya bangsa Indonesia dapat menghadapi banjir tersebut tanpa kehilangan identitas nasionalnya.

FUNGSI BAHASA

Di bumi ini semua manusia mempunyai bahasa. Pemilikan bahasa konseptual ini membedakan manusia dari lain-lain isi alam semesta. Dalam rangka kehidupan manusia, maka fungsi bahasa yang paling dasar adalah menjelmakan pemikiran konseptual ke dalam dunia kehidupan. Kemudian penjelmaan tersebut menjadi landasan untuk suatu perbuatan. Perbuatan ini menyebabkan terjadinya hasil, dan akhirnya hasil ini dinilai. Mungkin pula penilaian hasil ini memengaruhi kembali pemikiran konseptual dan menyebabkan pengaruh selanjutnya, dengan struktur dan dinamika-dinamika yang serupa. Dengan demikian terjadi rangkaian terus-menerus.

Bila pemikiran konseptual tidak dinyatakan dalam bahasa, maka orang lain tidak akan mengetahui pemikiran tersebut. Ada kemungkinan pula, pemikiran langsung dijemakan dalam perbuatan, yang kemudian ditiru oleh orang lain. Tetapi langkah demikian sangat terbatas, serupa dalam dunia monyet yang sudah kira-kira 30 juta tahun tidak pernah lebih maju daripada semula.

Kemajuan manusia berdasarkan rangkaian pemikiran konseptual yang dinyatakan dalam bahasa kemudian pelaksanaan konsep-konsep yang telah dinyatakan dalam bahasa. Pelaksanaan menjadi suatu hasil dan hasil ini dinilai. Rangkaian inilah yang mendasari kemajuan manusia.

Beberapa Kemungkinan

Bila pemikiran konseptual dinyatakan dalam bahasa, maka terjadi beberapa kemungkinan.

- I. Lain orang mengetahui ada pemikiran konseptual.
- II. Lain orang bisa mengerti isi pemikiran konseptual.

- III. Lain orang dapat menilai benar-salahnya pemikiran konseptual.
- IV. Lain orang dapat mengajarkan pemikiran tersebut
- V. Setelah dimengerti dapat disusun rencana perbuatan.

Langkah I dan II mengetahui dan mengerti tanpa penilaian salah-benar, berbeda dari langkah III. Langkah I dan II merupakan langkah dalam kehidupan yang dilandasi pengertian komunikasi saja, dan sikap mental dalam langkah ini adalah menerima secara reseptif saja.

Kalau dalam langkah ini ada penilaian, maka penilaiannya emosional. Misalnya: “bapak ibu bekerja membanting tulang”. “Tuhan adalah Mahakuasa, maha penyayang”. Dalam contoh tersebut kita mengerti soal-soal Konseptual. Tetapi sekalipun kita mengerti bahasanya, namun masih belum mengerti kebenaran atau kesalahan konseptual.

Dalam langkah III baru mulai menjadi jelas bila kita bilang: “Bapak ibu bekerja dari subuh sampai sore hari”. “Majikanku penyayang pembantu-pembantu dengan memberikan liburan tiap dua minggu sekali”—Dalam bentuk demikian baru mulai jelas benartidaknya pemikiran konseptual yang dijelaskan dalam bahasa sehari-hari.

Tiga langkah tersebut mempunyai hubungan dengan fungsi bahasa dalam kehidupan sehari-harinya yang dibagi dalam 3 bagian.

- a. Untuk percakapan sehari-hari dan dimengerti oleh sesama manusia.
- b. Dalam puisi, prosa, dan retorika, dalam tingkat mana seni mempergunakan bahasa, mempunyai peranan yang sangat penting. Dan hasil seni memang sukar dapat dinilai benar-salahnya
- c. Dalam tingkat pengertian yang jelas tepat dan dapat diuji benar-salahnya.

Dalam kenyataan sehari-hari, maka biasa sekali ketiga jenis tersebut dipergunakan tercampur. Kalau tipe pertama biasa sekali untuk semua manusia, maka tipe b adalah penting untuk sastrawan dan kaum politisi. Sedangkan tipe c paling dasar dalam rangka pendidikan pengetahuan dan ilmu pengetahuan.

Karena kepentingan utama saya adalah dalam lapangan pendidikan, maka perlu saya pertegas bagian c tadi. Yang pokok adalah, pemikiran konseptual dinyatakan dalam bahasa. Antara pemikiran dan bahasa ada pengaruh timbal-balik. Kalau pemikiran dinyatakan dalam bahasa, maka dapat diteliti apakah antara pemikiran dan bahasa ada kongruensi atau tidak. Penelitian ini memberikankemungkinan untuk memperbaiki pemikirannya atau bahasanya. Kalau pemikiran masih kabur, maka bahasanya akan kabur pula. Kalau pemikiran terang, maka bahasanya akan terang pula.

Kalau bahasanya sudah terang, baru pemikiran dapat diteliti benar atau salahnya. Misalnya dengan diuji pada fakta yang riil atau fakta yang praktis, baik fakta ini historis atau kontemporer atau masih perlu ditunggu akan terjadinya (prediction-predictive power)

Demikianlah seintas lalu dan dalam garis-garis besar hubungan antara pemikiran, bahasa dan fakta kehidupan yang riil. Bentuk bahasa dalam rangka c ini dapat disebut “descriptive language” dan bentuk ekstrem dari *descriptive language* adalah *propositional language* lah yang diteliti sebab ciri khas dari “proposition” adalah benar atau salah. “Either true or false”.

Perlu Dipertajam

Berdasarkan tinjauan singkat ini, maka jelas bahwa dalam pendidikan dari SD sampai universitas, pendidikan bahasa perlu dipertajam dan disesuaikan dengan tujuan lembaga masing-masing.

Misalnya dalam rangka tujuan kesenian dan politik, maka pendidikan bahasa perlu sebagian diusahakan berdasarkan seni dan

pidato dengan menganalisis karya-karya sastrawan dan pidato-pidato politikus. Setelah membaca, menganalisis tema-tema tersebut, dilatih menyusun karya sendiri ke arah yang sama.

Sebaliknya, dalam rangka tujuan pengetahuan (Knowledge) dan Ilmu Pengetahuan (Science), maka perlu dilatih dalam *descriptive* dan *propositional language* yang memenuhi tata bahasa dan logika. Tergantung dari tingkat kemampuan dalam menyusun *descriptive* dan *propositional language*, dapat dinilai kemampuan pemikiran dalam lapangan pengetahuan, ilmu pengetahuan.

Bahasa *descriptive* dan *propositional* ini, umumnya jelas, singkat dan tepat sesuai dengan pemikirannya pula (clear and accurate thinking). Dan sebaliknya—Pemikiran yang jelas, terang dan tepat, dengan sendirinya akan dinyatakan dalam bahasa singkat, jelas, dan tepat.

Serupa dengan penyusunan bahasa bagian a dan b, maka latihan berat perlu pula untuk bahasa bagian c. Latihan membaca menganalisis tulisan-tulisan sarjana ulung, dan latihan pribadi menghasilkan karya serupa.

Di samping soal yang umum, maka untuk Indonesia yang baru merdeka 30 tahun, dan menghadapi banjirnya kebudayaan Barat ini, ada tugas lain. Kebudayaan Barat sudah berkembang semenjak \pm 1500 tahun dan sekarang pengetahuan dan ilmu pengetahuan sedang berkembang dengan pesat. Perkembangan selama 1500 tahun tadi disertai perkembangan bahasa yang mampu untuk menyatakan pemikiran yang melandasinya. Kita mengetahuai, bahwa perkembangan tersebut menciptakan bahasa dalam tiap segi pengetahuan yang berbeda dengan segi lain. Dan tiap segi mempunyai perkataan baru.

Di samping menyusun istilah-istilah baru, maka banyak sekali soal-soal dinyatakan dengan simbol-simbol, agar pernyataan konsep-konsep pemikiran itu singkat, jelas dan pasti. Tanpa simbol-simbol, maka bahasa untuk menyatakan konsep-konsep tersebut akan panjang, lebar, bertele-tele, dan kabur.

Oleh karena kita menghadapi banjirnya ilmu pengetahuan dan pengetahuan tersebut, maka mau tidak mau kita harus mempelajari soal-soal tersebut. Tiap ilmu pengetahuan menciptakan jargon tersendiri. Semua jargon pengetahuan dan semua simbol-simbol dari semua ilmu pengetahuan harus kita kuasai pula. Tanpa menguasai jargon dan simbol-simbol tersebut tidak mungkin kita dapat menguasai pengetahuan tersebut. Kalau kita mau menerjemahkan semuanya dalam bahasa Indonesia, maka ahli ilmu bahasa tidak menguasai jargon ilmu matematika, biologi, atau kedokteran. Ahli ilmu pengetahuan tidak menguasai ilmu bahasa. Dan untuk menerjemahkan dengan tepat sebagai tuntutan khas dari ilmu pengetahuan, maka kita perlu mempelajari jargon ilmu pengetahuan lebih dahulu. Di samping itu menerjemahkan memerlukan waktu yang banyak sekali, kecuali kalau ada banyak team penterjemah yang dapat bekerja penuh.

Dalam keadaan demikian, sebenarnya kalau ditinjau secara logis, maka lebih cepat dan bermanfaat untuk Indonesia bila pelajaran bahasa asing diperdalam dan diperluas. Ambillah hanya bahasa Inggris saja, saya rasa sudah cukup. Persoalan ini telah saya ajukan bulan Februari 1952 pada Dies Natalis pertama Universitas Indonesia di ITB Bandung, yang dihadiri pula oleh Menteri Pendidikan Pengajaran dan Kebudayaan.

Pelajaran bahasa Inggris diperdalam sebab ilmu pengetahuan memang menuntut bahasa *descriptive* dan *propositional* yang eksak. Diperluas, karena banjir kebudayaan Barat melanda semua lapisan masyarakat, baik yang menjual ubur-ubur dan barang purbakala pada wisatawan maupun yang mau membeli atomic-reactor system. Tidak ada lapisan di antara itu yang bebas. Gosip pun tidak bebas dari pengaruh bahasa asing, terbukti dari pemberitaan Newsweek yang telah disensor dan dilarang itu.

Sebaliknya, soal yang logis dan riil ini tidak sesuai dengan politik yang Indonesia sentris, dan mengabaikan logika dan realitas. Logika

diabaikan oleh karena umum menganggap bahwa logika hanya menguasai lapangan filsafah dan teori ilmu pengetahuan. Tetapi kalau tiap keputusan mempunyai konsekuensi dalam masyarakat, maka konsekuensi adalah perkataan lain dari logika. Sebab dalam logika selalu dibahas soal yang implisit menjadi eksplisit dan proses analisis dari implicit menjadi eksplisit adalah analisis menuju konsekuensi.

Kesimpulan dari pandangan selang pandang adalah:

- a. Oleh karena keadaan dunia ini sebagian besar merupakan penjelmaan pemikiran manusia, dan langkah pertama adalah penjelmaan pemikiran dalam bahasa, maka pendidikan perlu mengembangkan pelajaran bahasa antara lain ke arah bahasa *descriptive-propositional*.
- b. Bahwa bahasa yang menuju ke arah pengetahuan dan ilmu pengetahuan harus bersifat *descriptive* atau *propositional*, supaya bisa diuji benar atau salahnya.
- c. Bila hal kedua ini dilaksanakan, maka pemikiran menjadi tegas, singkat, jelas, sehingga bisa diuji pemikiran tersebut benar atau salah.
- d. Bila pemikiran sudah jelas, tegas, dan benar, maka baru dapat melangkah ke penjelmaan material dan praktis.
- e. Indonesia perlu bilingual.

FUNGSI MATEMATIKA

Dalam abad ke-20 ini, maka seluruh kehidupan manusia sudah mempergunakan matematika, baik matematika ini sangat sederhana hanya untuk menghitung satu dua tiga, atau untuk pakem-pakem, maupun sampai yang sangat rumit, misalnya perhitungan untuk penerbangan antariksa. Demikian pula ilmu-ilmu pengetahuan semuanya sudah mempergunakan matematika, baik matematika sebagai perkembangan aljabar maupun statistik. Filosofi modern

juga tidak akan tepat bila pengetahuan tentang matematika tidak mencukupi. Banyak sekali ilmu-ilmu sosial sudah sampai mempergunakan matematika sebagai sosiometri, psikhometrik, ekonomimetri, dan seterusnya. Hampir dapat dikatakan bahwa fungsi matematika sama luasnya dengan fungsi bahasa yang berhubungan dengan pengetahuan dan ilmu pengetahuan. Dan sebaliknya, bahasa yang mempunyai hubungan dengan puisi, prosa, dan retorika dapat berjalan tanpa matematika.

Misalnya:

- A. Dalam kota ini banyaknya penduduk adalah lima juta. Banyaknya rambut pada kepala manusia adalah maksimal sepuluh ribu helai. Pasti ada dua orang yang banyaknya rambut kepala sama.
- B. Oh bulan purnama di langit biru
Sampaikanlah salam cintaku
Pada bapak-ibukku
Bila kau berlalu rumahku
Esok hari dini
Sampai tepi sebrang samudra ini

Kalimat-kalimat A membutuhkan pengertian dan penggunaan matematika deretan untuk bisa dibuktikan dengan pasti, tanpa menghitung rambut pada tiap penduduk.

Sebaliknya kalimat-kalimat B tidak bisa dibuktikan benar salahnya, bersifat emosional dan tidak ada hubungannya dengan matematika.

Contoh:

- C. Ini baru bir
- D. Kepala mantri cacar

Kalimat C dapat menghasilkan 6 kombinasi, yang semuanya benar. Sedangkan sekalipun dapat pula menghasilkan 6 kombinasi, hanya dua yang dapat dipakai.

Dalam hal ini permutasi dapat membuka jalan untuk analisis dan menyusun alternatif.

Kecuali contoh-contoh A, C dan D, maka banyak sekali pengalaman sehari-hari yang bersifat kualitatif saja. Bila juga diolah dengan matematika, maka menjadi kuantitatif.

Langkah perubahan kualitatif menjadi kuantitatif merupakan langkah yang sangat fundamental untuk pengetahuan yang jelas, tepat, dan teliti, dan langkah demikian biasanya ditempuh dalam perkembangan semua ilmu pengetahuan, baik yang eksak maupun sosial.

Misalnya: Kalau kita jalan sepanjang selokan, maka kita bisa melihat apakah air mengalir cepat atau lambat. Pengalaman ini kualitatif, dan pengalaman demikian bisa dihayati semua manusia sehari demi sehari. Tetapi kalau pengalaman ini disertai pengukuran, maka menjadi kuantitatif; A) Kita mengukur luasnya penampang selokan rata-rata, B). Kita mengukur tingginya air rata-rata, C) Kita mengukur kecepatan mengalirnya air. Dengan b dan C kita bisa mengetahui debit air rata-rata. Kalau disertai A, maka kita tahu berapa m³ air dapat ditampung oleh selokan tadi.

Pengetahuan ini semuanya dapat dipergunakan dalam rangka irigasi di desa, atau untuk penggerakan suatu mesin pompa atau listrik.

Contoh-contoh tersebut di atas semuanya merupakan analisis kalimat-kalimat dengan matematika, dan dengan analisis maka arti kalimat-kalimat yang masih agak kabur menjadi eksplisit, jelas, tepat dan tegas. Pemikiran ungkapan yang sebelum dianalisis masih ragu-ragu, dengan analisis matematika menjadi terang benderang. Oleh karena itu maka matematika merupakan salah satu jalan untuk

menyusun pemikiran yang jelas, tepat dan teliti, pemikiran yang melandasi semua ilmu pengetahuan dan filsafah.

Jikalau penyusunan bahasa yang deskriptif, propositional, dan matematika dapat diberikan pada semua lapisan pendidikan dari SD sampai perguruan tinggi, maka seluruh pendidikan itu telah diusahakan “clear and accurate thinking”. Dan sepanjang kombinasi tersebut telah diletakkan dasar-dasar untuk logika. Sebab sebenarnya dua dasar dan kombinasi itu memang hanya dapat disusun atas dasar pemikiran yang logis, tetapi logika yang implisit. Sebenarnya soal yang implisit sama dengan soal yang diselip-selipkan, tidak kelihatan.

Sebaliknya, selama soal-soal masih “implisit, diselip-selipkan” maka soal tadi tidak dikuasai, dipergunakan hanya secara kebetulan saja. Dan kalau statusnya diselipkan saja, maka kita mungkin masih sedikit atau banyak melakukan kesalahan.

Misalnya: Di kota ini hanya ada seorang barbir. Barbir tersebut berkata: “Semua orang di kota ini potong rambut pada saya. Tidak ada seorang pun yang memotong rambutnya sendiri”.

Sekalipun kalimat ini dimengerti dan secara tata bahasa tidak ada kesalahannya, namun berdasarkan logika ada kontradiksi. Contoh tersebut diajukan sebagai petunjuk bahwa sebenarnya pelajaran logika, dari status implisit perlu dilaksanakan secara eksplisit, dengan tujuan lebih lanjut memperkecil lagi kemungkinan-kemungkinan membuat kesalahan. Pelajaran ini kira-kira pada tingkat universitas.

Sejak kira-kira 50-60 tahun terakhir ini pendidikan logika makin meluas, setelah logika yang diciptakan oleh Aristoteles (\pm 330 Sebelum Masehi) didampingi dengan logika modern, misalnya *symbolic logic*.

Tiga soal tersebut, bahasa, matematika, dan logika merupakan alat utama dan alat fundamental untuk menyusun dan mendisiplinir pemikiran sehingga pemikiran. memiliki sifat yang jelas, tepat, singkat, teratur (*clear, accurate and systematic thinking*). Oleh karena pemikiran ini menguasai perbuatan manusia, maka supaya perbuatan

manusia menjadi baik dan berhasil, maka penyusunan pemikiran ini adalah primer dan fundamental.

Akhirnya kita semua mengetahui, bahwa masyarakat seluruhnya merupakan penjelmaan dari alam pemikiran dalam dunia yang wajar, empiris, baik empiris ini bersifat spiritual-organisatoris, maupun bersifat materialistis. Karena banjirnya kebudayaan Barat memiliki sifat-sifat jelas, tepat, teratur, maka penjelmaan pemikiran mereka sangat berhasil. Dan kalau kita tidak mampu menghadapi banjir tersebut, maka kita akan tenggelam hanyut. Di sinilah letaknya fungsi ketahanan dari bahasa, matematika, dan logika untuk Indonesia dalam abad ke-20 di jalan raya bangsa-bangsa ini.

N. Daldjoeni

HUBUNGAN ETIKA DENGAN ILMU

TULISAN di bawah ini menyajikan hubungan antar etika dan ilmu, di mana etika lengket (inherent) dengan ilmu. Sesungguhnya bebas nilai atau tidaknya ilmu merupakan masalah rumit, yang tak mungkin dijawab dengan sekedarnya atau tidak. Mereka yang berpaham ilmu itu bebas nilai menggunakan pertimbangan yang didasarkan atas nilai diri yang diwakili oleh ilmu yang bersangkutan.

Bebas di situ berarti tak terikat secara mutlak. Padahal bebas dapat mengandung dua jenis makna. Pertama, kemungkinan untuk memilih; keduanya, kemampuan atau hak untuk menentukan subjeknya sendiri. Di situ harus ada penentuan dari dalam bukan dari luar.

Dengan pengulangan masalah di atas akhirnya dapat disimpulkan bahwa dua paham yang berbeda itu tak perlu dilihat sebagai suatu pertentangan.

Fase Empiris Rasional

Di zaman Yunani dulu, Aristoteles mengatakan bahwa ilmu itu tak mengabdikan kepada pihak lain. Ilmu digulati oleh manusia demi ilmu itu sendiri. Sebagai latar belakangnya dikenal ucapan: *Primum vivere, deinde philosophari*, yang artinya kira-kira: berjuang dulu untuk hidup, barulah boleh berfilsafat. Memang, kegiatan berilmu barulah dimungkinkan setelah yang bersangkutan tak banyak lagi disibukkan oleh perjuangan sehari-hari mencari nafkah.

Pendapat orang, kegiatan berilmu merupakan kegiatan mewah yang menyegarkan jiwa. Dengan demikian orang dapat memperoleh

banyak pengertian tentang dirinya sendiri dan dunia di sekelilingnya. Menurut paham Yunani, bentuk tertinggi dari ilmu adalah kebijaksanaan. Bersama itu terlihat suatu sikap etika.

Di zaman Yunani etika dan politik saling berjalan erat. Kebijakan politik mengajarkan bagaimana manusia harus mengarahkan negara. Sebaliknya, ilmu tak dapat mengubah apa-apa, baik yang ada maupun yang akan datang. Pada masa itu, ilmu adalah sekedar apa yang dicapai; ilmu tak dirasakan sebagai suatu tantangan.

Tugas suatu generasi terbatas pada mencapai ilmu tersebut, untuk kemudian diteruskan kepada generasi berikutnya. Belum ada tuntutan supaya sebelum ilmu diteruskan harus terlebih dulu dikembangkan. Baru sejak abad ke-17 ilmu giat dikembangkan di Eropa; orang juga mencari apa tujuan sebenarnya dari ilmu. Dengan itu fase yang sifatnya empiris rasional mulai bergeser ke fase eksperimental rasional. Sifat progresif ini menunjukkan bahwa ilmu bukan sekedar tujuan bagi dirinya sendiri melainkan suatu sarana untuk mencapai sesuatu.

Paham Pragmatis

Jika sekarang ditanyakan kepada kita: apakah sebenarnya tujuan dari ilmu itu, jawaban dapat beraneka. Misalnya, untuk kemajuan, perkembangan ekonomi dan teknik, kemewahan hidup, kekayaan, kebahagiaan manusia. Mungkin ada yang mau menambahkan yang lebih mulia lagi seperti: untuk menemukan harta-harta ciptaan Tuhan.

Demikian tadi cara manusia merenungkan tujuan ilmu. Bukan ilmu sebagai sesuatu yang abstrak, melainkan yang konkret kita hayati. Ilmu yang memunculkan diri berdampingan dengan gejala kerumitan spesialisasi, rutin kerja, krisis ekonomi, teknik perang modern, aneka gangguan rohani dan dehumanisasi.

Dalam menggerayangi hakikat ilmu, sewaktu kita mulai menyentuh nilainya yang dalam, di situ kita terdorong untuk bersikap hormat

kepada ilmu. Hormat ini pertama-tama tak ditujukan kepada ilmu murni tetapi ilmu sebagaimana telah diterapkan dalam kehidupan.

Sebenarnya nilai dari ilmu terletak pada penerapannya. Ilmu mengabdikan masyarakat sehingga ia menjadi sarana kemajuan. Boleh saja orang mengatakan bahwa ilmu itu mengejar kebenaran dan kebenaran itu merupakan inti etika ilmu, tetapi jangan dilupakan bahwa kebenaran itu ditentukan oleh derajat penerapan praktis dari ilmu. Pandangan yang demikian itu termasuk paham pragmatis tentang kebenaran. Di situ kebenaran merupakan suatu ide yang berlandaskan efek-efeknya yang praktis.

Logos dan Ethos

Apa yang sebenarnya merupakan daya tarik dari ilmu bagi ilmuwan? Van Peursen sehubungan dengan ini menunjuk pada sifat ilmu yang tak akan selesai. Dijelaskannya bahwa ilmu itu beroperasi dalam ruang yang tak terbatas. Kegiatannya berisi aneka ketegangan dan gerak yang penuh dengan keresahan. Keresahan ilmu itu memang cocok dengan hasrat manusia yang tanpa henti ingin tahu segalanya.

Muncul pertanyaan ini: apakah keresahan itu sama dengan kebenaran? Apakah keresahan itu yang menciptakan kebenaran? Tulis Van Peursen: keresahan itu keinginan yang tak dapat dipenuhi atau jarak prinsipial ke kebenaran.

Apakah hubungan antara keresahan ilmu sebagai daya tarik bagi hasrat ingin tahu manusia yang tanpa henti dan kebenaran? Apakah karena kebenaran itu lalu ilmu bukan tujuan bagi dirinya sendiri, sehingga perlu diperhatikan etika sebagai efek tambahan dari ilmu setelah diterapkan dalam masyarakat?

Untuk menjawabnya perlu diketahui hubungan antara logos dan ethos sebagai berikut. Martin Heidegger mengatakan bahwa jika kita sebutkan manusia itu memiliki logos, itu tak berarti bahwa manusia sekedar ditabiati oleh akal. Ditunjukkannya bahwa logos bertalian

dengan kata kerja *legein* yang artinya macam-macam, dari berbicara sampai membaca; kemudian diluaskan menjadi memperhatikan, menyimak, mengumpulkan makna, menyimpan dalam batin, berhenti untuk menyadari.

Dalam arti yang disebut terakhir itu, logos bertemu dengan ethos dan ethos ini dapat berarti penghentian, rumah, tempat tinggal, endapan sikap. Kemudian arti logos selanjutnya: sikap hidup yang menyadari sesuatu, sikap yang mengutamakan tutup mulut untuk berusaha mendengar, dengan mengorbankan berbicara lebih. Sehubungan ini Karl Jaspers menulis bahwa ilmu adalah usaha manusia untuk mendengarkan jawaban-jawaban yang keluar dari dunia yang dihuninya. Di sinilah lengketnya etika dengan ilmu!

Kebenaran Keilmuan

Apa hubungan antara tak akan selesainya ilmu dan usaha mendengarkan jawaban? Batas dari ilmu sesungguhnya bukanlah suatu garis yang dicoretkan dengan tergesa-gesa di belakang gambaran tentang dunia yang terbatas ini, sebagai petunjuk tentang selesainya sesuatu. Batasnya justru berupa suatu perspektif baru yang membukakan diri, sebagai petunjuk bahwa manusia siap untuk mendengarkan. Dengan demikian, tak akan ada pertentangan antara masalah dan rahasia, antara pengertian dan keajaiban, antara ilmu dan agama.

Kebenaran intelektual yang ada pada ilmu bukanlah suatu efek dari keterlibatan ilmu dengan bidang-bidang kehidupan. Kebenaran memang merupakan ciri asli dari ilmu itu sendiri. Dengan demikian maka pengabdian ilmu secara netral, tak berwarna, dapat melunturkan pengertian kebenaran, sehingga ilmu terpaksa menjadi steril. Uraian keilmuan tentang masyarakat sudah semestinya harus diperkuat oleh kesadaran terhadap berakarnya kebenaran.

Seperti disebutkan di depan, ilmu bukan tujuan tetapi sarana, karena hasrat akan kebenaran itu berimpit dengan etika pelayanan bagi sesama manusia dan tanggung jawab secara agama. Sebenarnya ilmuwan dalam gerak kerjanya tak usah memperhitungkan adanya dua faktor: ilmu dan tanggung jawab, karena yang kedua itu sudah lengket dengan yang pertama.

Ilmu pun lengket dengan keberadaan manusia yang transenden dengan kata-kata lain, keresahan ilmu bertalian dengan hasrat yang terdapat dalam diri manusia. Di situ terdapat petunjuk mengenai kebenaran yang transenden. Dengan ini berarti pula bahwa titik henti dari kebenaran itu terdapat di luar jangkauan manusia!

L. Wilardjo

ILMU DAN HUMANIORA

DALAM tulisan ini penulis akan mencoba menerangkan secara singkat apakah ilmu dan humaniora itu, lalu akan dicobanya untuk menunjukkan bahwa keduanya saling terkait satu sama lain. Tujuan ini akan didekati dengan cara menyenaraikan dulu beberapa budi luhur atau kebajikan (*virtue*) yang cenderung memperbesar kemungkinan seseorang untuk dapat berhasil dalam berkarya di kedua disiplin ini, dan kemudian menunjukkan perlunya menelutkan ilmu demi pengabdian bagi kemanusiaan.

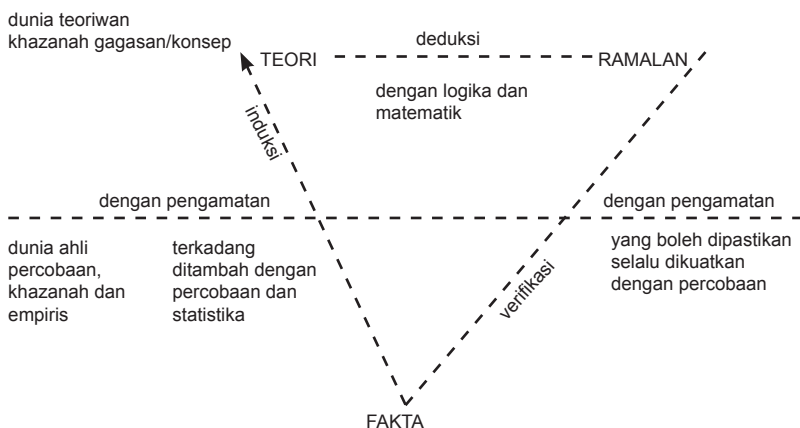
Humaniora

Elwood mendefinisikan 'humaniora' sebagai 'seperangkat sikap dan perilaku moral manusia terhadap sesamanya' (Elwood, 1975)

Penulis percaya bahwa defmisi ini juga menyiratkan pengakuan bahwa manusia adalah makhluk yang mempunyai kedudukan *amung* (*unique*) di dalam ekosistem, namun sekaligus juga amat tergantung pada ekosistem itu dan ia sendiri bahkan merupakan bagiannya. Karena itu, penulis ingin berpaling ke arah pengertian 'humaniora' yang memperluas hubungan mendatar yang tersirat dalam frasa 'terhadap sesamanya' itu menjadi hubungan trisula atau bercabang tiga: hubungan manusia dengan Khaliknya, dengan sesamanya dan dengan alam, baik makhluk yang jasad-jasad hidup, maupun benda-benda mati.

Ilmu

'Ilmu' dalam tulisan ini diartikan sebagai semua pengetahuan yang terhimpun lewat metode-metode keilmuan. Tegasnya, pengetahuan



yang diperoleh sebagai hasil rentetan daur-daur penyimpul-rampatan (induksi), penyimpul-khasan (deduksi), dan penyahihan (verifikasi/validasi) yang terus-menerus tak kunjung usai (Kemeny, 1959). Daur yang dapat pula disebut sebagai daur metode hipotetiko-deduktif-verifikatif itu dilukiskan dalam bagan berikut:

Karena fase atau jalur deduksi seluruhnya terletak di dunia entitas dan kandaran (operasi) logika dan matematika kaum teoriwan, maka dalil-dalilnya termasuk dalam kategori a-priori. Dalil-dalil semacam itu dijabarkan dari dan dengan penalaran murni, dan karenanya tak mengandung isi nyata (faktual). Kedua fase yang lain, yakni fase induksi dan fase validasi, melintasi sempadan yang tak tegas antara kedua dunia itu. Karena itu, dalil-dalil yang dihasilkannya ini mencakup pula dalil-dalil a-posteriori, yang kebenaran atau kesalahannya baru dapat dipastikan setelah diuji dan dihadapmukakan dengan kenyataan.

Dalam batas-batas definisi di atas, maka disiplin-disiplin seperti matematika, etika, atau teologia, tidak termasuk yang penulis maksudkan sebagai ilmu, meskipun disiplin-disiplin itu jelas sarat dengan kegiatan intelektual dan karenanya tercakup oleh istilah umum 'wetenschap' atau 'Wissenschaft'. Lebih khusus lagi, dalam tulisan

ini istilah ‘ilmu’ dimaksudkan untuk ‘IPA’ (ilmu pengetahuan alam), yang cabang-cabang utamanya adalah fisika, kimia dan biologi.

Kebenaran

Kalau ‘perilaku moral’ dalam definisi Elwood untuk humaniora di atas boleh diartikan sebagai perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dasar yang dijunjung tinggi oleh masyarakat manusia beradab, maka ilmu terkait dengan, dan bahkan merupakan bagian dari humaniora. Mengapa demikian? Sebab ditinjau dari tugas dan tujuannya untuk mencari kebenaran, ilmu sebenarnya dapat dipandang sebagai suatu latihan dalam mencari, meresapkan dan menghayati nilai-nilai dasar.

Di sini makna ‘kebenaran’ dibatasi pada kekhususan makna keilmuan (ilmiah). Kebenaran ini tidak mutlak, dan tidak sama ataupun langgeng, melainkan bersifat nisbi (relatif), sementara (tentatif), dan hanya merupakan pendekatan. Tegasnya, apa yang dewasa ini kita pegang teguh sebagai kebenaran senantiasa merupakan hasil jerih payah bertahun-tahun mengembangkan dan menyempurnakan kebenaran lama, kebenaran yang kurang umum cakupannya, dan barangkali bahkan sekarang sudah dianggap usang. Kebenaran yang sekarang ini pun, mungkin suatu waktu nanti akan ternyata hanya pendekatan kasar saja dari suatu kebenaran yang lebih jati lagi! Yah, bahkan pada waktu itu barangkali kebenaran yang sekarang kita agungkan itu terpaksa akan kita campakkan dari khazanah pengetahuan keilmuan, sebab ternyata tak lebih dari keyakinan yang salah.

Betapapun baiknya, bagaimanapun gamblang bernalarnya, dan kendati sangat ratah—indah suatu teori, ramalan-ramalannya harus tahan uji dan tak tergoyahkan dalam perjalanannya menempuh fase validasi. Namun ini tak berarti bahwa semua pernyataan-pernyataannya dapat ditafsirkan, dicoba dan diuji secara empiris. Tak setiap konsep keilmuan yang terangkum dalam suatu teori harus

terkaitkan langsung dengan pengalaman oleh kendaran-kendaran (operasi-operasi) yang ditentukan dengan saksama. Suatu teori, dan karenanya juga konsep-konsep yang terkandung di dalamnya, akan diterima sebagai 'benar' atau 'baik', dalam arti bahwa teori itu berguna dalam menyingkapkan tabir yang menutupi sesuatu atau beberapa cercah kecil kebenaran-kebenaran hirap yang ada dalam alam, jika ia menyiratkan pernyataan-pernyataan yang pada umumnya dapat diuji secara empiris.

Firasat

Penulis menggarisbawahi peringatan Elwood agar kita jangan memisahkan kebenaran diskursif dan kebenaran intuitif, kecuali sekedar demi memudahkan penelaahannya (Elwood, *op.cit*).

Perenungan dan pengawasan bukan semata-mata monopoli humaniora. Firasat juga memainkan peranan yang berarti dalam ilmu dan sejarah perkembangannya. Seorang ilmuwan tentunya tak akan mengarahkan penelitian teoretis dan/atau eksperimentalnya ke lesan (sasaran) tertentu, kalau ia tak merasakan himbauan firasat, yang meskipun tak dapat dipahaminya namun terus-menerus mengusiknya, yang meyakinkannya bahwa apa yang sedang dicarinya barangkali tersembunyi di sana. Ilmuwan sejati tak akan mengobrol dana penelitiannya dengan cara yang boros dan tak dapat dibenarkan, untuk main 'hantam-kromo' dan acak-acakan menggamak sana mencoba sini, memutar kuar ke segala arah dalam kegelapan nan hitam pitam!

Barangtentu, firasat atau ilham tak mudah diperoleh. Hanya mereka yang terlatih sungguh-sungguh dan akal budinya benar-benar terasah dan siaplah, yang mempunyai peluang untuk menangkap bersitan kelipan ilham yang mengilaslintas dengan tiba-tiba di tengah kegelapkelaman dunia rahasia keilmuan dan jubalan berjuta data. Kata Einstein: "... saya segera belajar mencium jejak yang menuju ke

kedalaman, dan mengabaikan semuanya yang lain, segala hal yang mengaburkan akal budi dan menyesatkan perhatiannya dari hal-hal yang pokok. Susahnya di sini, tentu saja, karena mau tak mau orang harus menyerap semua hal itu ke dalam benaknya, untuk dapat memeriksanya.” (March, 1970). Kesukaan ilham untuk memilih menghinggap akal budi yang sarat dengan fakta-fakta yang telah terpilih rapi dan penuh dengan kegiatan intelektual yang keras, diungkapkan dengan baik oleh Edison, yang berkata: “Genius adalah satu persen firasat dan sembilan puluh persen keringat.”

Ilham atau firasat menerangi akal budi yang siap-siaga dari baik tokoh-tokoh di bidang humaniora, seperti penggubah musik W.A. Mozart dan dokter-etikawan A. Schweitzer, maupun ahli-ahli di bidang ilmu, seperti fisikawan-matematis H. Poincare, fisikawan Lengevin dan kimiawan Ostwald (Hadamard, 1954).

Barangkali firasat, intuisi, ilham, inspirasi, iluminasi atau fotoisme, dapat dipahami dengan menerima bahwa akal budi bawah-sadar masih terus-menerus dengan giatnya berusaha memecahkan persoalan yang dihadapi, setelah akal budi-sadar tak lagi langsung bergiat.

Budi Luhur/Kebajikan (Virtue)

Dalam mencari kebenaran, ilmuwan harus senantiasa berusaha melengkapi dirinya dengan budi luhur/kebajikan, kalau ia ingin mempunyai peluang, betapapun tipisnya, untuk menerobos tabir rahasia keilmuan. Budi luhur/kebajikan ini misalnya kapasitas kerja keras, ketabahan atau kegigihan, ketekunan, kesetiaan pada tugas, keterbukaan untuk bekerja sama, saling menghargai rekan-rekannya sesama ilmuwan serta usaha dan hasil-hasil baik mereka. Namun ini semua juga budi luhur/kebajikan yang akan meningkatkan kebolehan manusia untuk berkomunikasi dengan sesamanya dan untuk secara wajar cenderung menunjukkan sikap-sikap dan perilaku moral terhadap sesamanya dan terhadap dunia alam.

Dalam abad ke-19, Mekanika Klasik mengalami kejayaan dan mencapai hasil-hasil yang menakjubkan. Hal ini membuat para cerdik-pandai yang berpendidikan di bidang ilmu menjadi mabuk dengan sikap yang sombong, sikap 'sok tahu segalanya', seolah-olah mereka memegang kunci khazanah seluruh rahasia alam. Rasanya tak seorang pun akan menyangkal Rabinowitch, yang mengatakan bahwa: 'hal itu merupakan kesan keliru tentang kemegahan, yang segera lenyap' (Rabinowitch, 1971), sebab sejak 1900 tonggak-tonggak keilmuan seperti teori kenisbian, teori kuantum, kementakan (probabilitas) statistis yang menggusur kausalitas, asas ketakpastian, elektrodinamika kuantum, penemuan zarah-zarah keunsuran serta anti-anti zarahnya, penemuan kuasar, dan sebagainya, telah mengajar para ilmuwan untuk bersikap rendah had, terbuka, kritis, dan toleran.

Michael Polanyi dengan optimis melihat harapan yang mekar dengan subur karena para ilmuwan belajar saling mempercayai dan mencampakkan sinisme yang tercipta dari kesyakkwasangkaan antara satu sama lain. Katanya: "... masing-masing ilmuwan memutuskan sendiri apakah ia meyakini pernyataan-pernyataan tertentu di bidang ilmu dan masing-masing bertanggung jawab untuk menemukan persoalan dan berusaha memecahkannya dengan caranya sendiri, ... masing-masing menguji dan mengajukan hasil-hasilnya menurut pertimbangannya sendiri-sendiri ... namun walaupun ada sebegitu besar individualisme yang ekstrem bekerja di sedemikian banyak cabang-cabang yang berbeda, ... kita melihat bahwa para ilmuwan terus-menerus saling sependapat tentang sebagian besar hal-hal dalam ilmu."

Kesediaan para ilmuwan untuk belajar saling mempercayai dan menghargai, menimbulkan harapan bahwa dengan bekerja bahu-membahu, memadukan bakat, dana dan sumber daya untuk menangani tantangan masalah-masalah pokok yang bersifat mondial, kita dapat menggenapkan visi Yesaya yang indah, yakni suatu dunia tanpa kelaparan (Yesaya 35:1, 7). Kesanggupan untuk bekerja sama

ini sulit sekali dicapai. Namun seperti diamati Orville Freeman di Pugwash (dan seperti pada beberapa peristiwa lain), mereka telah membuktikan bahwa mereka dapat berhasil setidaknya-tidaknyanya pada taraf pertama: berkomunikasi (Freeman, 1971). Dan berkomunikasi (dengan Allah Alkhalik, dengan sesama manusia dan dengan alam) pada hakikatnya adalah tujuan humaniora.

Ilmu: Peranti Etika dan Abdi Kemanusiaan

Seperti Etika, Ilmu tak bebas dari pengaruh tata nilai. Kata Kenneth Boulding, ahli ekonomi pada Lembaga Ilmu Keperilakuan, Universitas Colorado: “Sebagian yang lumayan besarnya dari keberhasilan masyarakat keilmuan dalam memajukan pengetahuan adalah berkat tata nilainya, yang menempatkan pengabdian yang objektif terhadap kebenaran di jenjang yang paling luhur, dan kepadanya baik harga diri perseorangan maupun kebanggaan nasional harus ditelutkan.”

Namun, kebenaran bukanlah satu-satunya nilai yang dijunjung tinggi oleh para ilmuwan. Keindahan juga dicintainya dengan sebulat hati. Sedang di mata pengamat biasa saja alam ini nampak sangat indah. Apalagi dalam pandangan para ilmuwan, yang memang mencurahkan waktu dan tenaganya untuk menelaah alam. “Ciri-ciri utama ilmu ...”, kata bapak bom-H, Edward Teller, “ialah bahwasanya ia menuntut disiplin mental yang ketat, dan bahwasanya ia menuju ke hasil karya intelektual yang erat hubungannya dengan keindahan yang diciptakan oleh kesenian” (Teller, 1971).

Easley dan Tatsuoka memakai ‘keratahan’, ‘cakupan’ dan ‘kesaksamaan’ sebagai patokan untuk mengukur derajat keterterimaan suatu model atau teori. (Easley Tatsuoka, 1968). Penulis dengan serta-merta ingin menambahkan ‘keindahan’ pada patokan-patokan mereka itu. Dalam cara tulis vektor yang ringkas—bernas dari Willard Gibbs, atau dalam cara tulis tensor yang lebih singkat-padat lagi, dengan memandang waktu sebagai matra keempat dalam ruang Minkowsky, teori Maxwell yang secara elektrodinamika klasik mencakup segala

hal, memenuhi patokan-patokan di atas,—termasuk juga patokan ‘keindahan’. Bagaimana talunan sanjungan Whittaker (Whittaker, 1960), Richard Feynman memuji keindahan teori itu: “Jika kita singkirkan perancah yang dipergunakannya untuk membangunnya,” katanya, “nampaklah bangunan Maxwell nan indah tegak sendirian. Ia merangkum dan memadukan semua hukum-hukum keselektrikan dan kemagnetan dan menciptakan suatu teori yang lengkap dan indah” (Feynman, 1965).

Kaitan Ilmu terhadap Nilai-nilai Membuatnya tak Terpisahkan dari Etika

Kata ‘bermoral’ mengacu pada bagaimana suatu masyarakat yang berbudaya berperilaku, sedangkan ‘beretika’ mengacu pada bagaimana seharusnya ia berperilaku. Etika memberikan nasihat-nasihat mengenai perilaku, biasanya dalam bentuk ungkapan, mutiara-kata, peribahasa, dan sebagainya, yang menyiratkan, tetapi tidak menyatakan dengan tegas, tujuan yang baik dan didambakan yang moga-moga akan dicapai dengan menuruti nasihat itu, dan akibat-akibat jelek yang akan menimpa jika petuah itu dilanggar.

Di dunia modern ini, ilmu (dan anak-keturunannya: teknologi) tak dapat disangkal lagi jelas mendominasi. Maka dipandang dari segi daya ramalnya, ilmu pun dapat dianggap sebagai sumber nasihat perinal perilaku. Pernyataan ini tentunya lebih mudah diterima oleh para etikawan fenomenologis. Walaupun begitu, etikawan normatif pun pada hemat penulis tak perlu enggan menerima pandangan ini, asalkan pernyataan itu diartikan begini: bahwa khazanah pengetahuan yang sangat banyak isinya itu, dan beberapa di antara ramalan-ramalannya yang penting dan terandalkan, seharusnya dipandang sebagai informasi tambahan untuk menafsirkan norma-norma etika secara lebih betul dan lebih relevan.

Tetapi sekedar berperan sebagai informan merupakan citra ilmuwan yang kian usang. Kecenderungan yang nampak ialah, bahwa

rupanya makin banyak ilmuwan yang menganggap bahwa mereka sungguh-sungguh tunamoral, tak beretika dan tak bertanggung jawab terhadap masyarakat, jika membiarkan dirinya terjerat oleh rayuan dana penelitian dan pengembangan yang sangat besar, yang disediakan oleh angkatan bersenjata dan perusahaan multinasional raksasa, asal ia mau pura-pura buta terhadap peluncasgunaan dan penyalahgunaan hasil-hasil keilmuannya.

Tak lain dari Einstein sendiri—sarjana yang pertama-tama menunjukkan kemungkinan untuk memperoleh tenaga yang sangat besar dengan menyadapnya dari usak-massa yang sangat kecil—yang dengan pedasnya mengecam penerapan dan penyalahgunaan senjata nuklir. Ia melancarkan kecamannya dalam tahun 1950: “Kita telah muncul (sebagai pemenang, pen.) dari suatu peperangan yang telah memaksa kita menerima standar etika musuh yang begitu merendahkan martabat manusia. Tetapi sebaliknya daripada merasa terbebaskan dari standar musuh itu sehingga leluasa memulihkan kekudusan jiwa manusia dan keamanan rakyat yang tak bertempur, pada hakikatnya kita justru mengambil alih standar yang rendah itu menjadi standar kita sendiri” (Christianson, 1971). Ikut merasakan kemuakan seperti Einstein, Robert Oppenheimer menentang pengembangan bom-H,—suatu sikap etis yang berani, yang menyebabkannya diinterogasi bagaikan terdakwa oleh Komisi Tenaga Atom, sehingga ia kemudian dicap sebagai ‘Risiko Keamanan’ dan dikucilkan dari segala kegiatan penelitian nuklir.

Sejak saat itu banyak ilmuwan yang nekad menghadapi risiko, dengan blak-blakan melancarkan kecamannya terhadap sementara rekannya yang berperan bagaikan Faust dalam karya sastra Goethe dan opera Wagner—‘melacurkan’ hati nurani kemasyarakatannya kepada Iblis Mephistopheles modern dengan cara memasang sikap netral dan tak peduli, tak mau mengakui bahwa mereka mengemban tugas-tugas dan tanggung jawab terhadap masyarakat.

Di antara para pengecam ini kita kenal, misalnya Jacques Monod (dan 2100 ilmuwan lain yang menandatangani Deklarasi Menton), Robert March (yang meskipun kalah tetapi sempat dan masih terus berjuang melawan Himpunan Fisika Amerika (American Physical Society) yang berkuasa dan sok legalistik) dan beberapa belas ilmuwan di Kampus Berkerley (yang menyelenggarakan rangkaian kuliah tentang tanggung jawab kemasyarakatan para ilmuwan; Brown, 1971). Di samping itu masih ada lagi, misalnya: para pengikut “Summer Science Institute” pertama tentang hubungan timbal-balik antara ilmu dan masyarakat (yang diselenggarakan di Knox College dan menghasilkan seperangkat resolusi tajam), Jonas Salk yang melontarkan gagasannya tentang ‘sikap humanologis’, dan berpuluh-puluh ilmuwan dari 50 negara yang bersama-sama membentuk wadah kegiatannya, yakni “Perkumpulan demi Tanggung jawab Keilmuan” (“Association for Scientific Responsibility”).

Hanya dengan bersikap penuh tanggung jawab etis terhadap masyarakat (baik masyarakat dewasa ini maupun angkatan-angkatan yang akan datang), ilmu dapat menghindarkan dirinya dari kehilangan hak istimewanya untuk mengabdikan kepada kemanusiaan. Kalau tidak demikian, maka membayangkan risiko bahwa ilmu akan terkutuk menjadi perkakas yang berbahaya, yang bergiat demi penghambaan kepada jenderal-jenderal yang gila perang dan gembong-gembong kekaisaran industri yang rakus.

Berwawansabda dengan Sang Pencipta

Ilmu sendiri tidak mengandung asas-asas normatif mengenai tujuan-tujuan yang paling akhir. Pertimbangan berdasarkan nilai-nilai, yang merupakan saripati Etika dan Aestetika, terletak di luar ranah (domain) ilmu. Namun kelirulah kita, kalau berdasarkan alasan ini lalu menyimpulkan bahwa ilmu itu sama sekali tak relevan bagi Etika dan Aestetika. Sebabnya ialah, karena pertimbangan berdasarkan nilai-nilai itu sendiri juga tidak cukup.

Apakah gunanya pertimbangan muluk berdasarkan nilai-nilai luhur, kalau kita tak tahu bagaimana merealisasikan nilai-nilai itu—tegasnya, jika kita tak memiliki pengetahuan apa pun tentang alternatif-alternatif yang terbuka, dan tak memiliki pula sarana-sarana untuk mencapai tujuan mulia dari keputusan hasil pertimbangan itu? Apakah gunanya seorang produser merangkap sutradara mempunyai gagasan yang hebat dan berdaya cipta (kreatif) tentang pembuatan suatu film karya agung (*masterpiece*), jika tak ada ilmu yang dapat membantunya menjelmakan gagasannya itu, kalau tak ada teknik-teknik mutakhir untuk menciptakan efek cinematografi, kalau tak ada fotografi modern dengan sistem kanta yang aduhai dan tata cahaya, tata suara serta efek bunyi yang maju? Adakah kegunaan praktis keputusan yang penuh perikemanusiaan mengungsikan ribuan bayi dan anak-anak dari kemungkinan bantaian pasukan komunis ketika rezim Nguyen Van Thieu di Vietsel ambruk, seandainya tak ada sarana-sarana pengangkutan, komunikasi dan, yang semuanya itu merupakan hasil ilmu?

Ilmu menyediakan senarai alternatif-alternatif, dan menyediakan pula sarana dan alat-alat untuk melaksanakan alternatif yang dipilih. Memang benar, bahwa tanpa pertolongan pertimbangan berdasarkan nilai-nilai akan mahal kita bisa memilih, yang mana di antara sekian banyak alternatif itu yang paling bagus dan paling diinginkan oleh banyak orang. Tetapi sekali pilihan itu telah jatuh, maka lagi-lagi tak ada jalan lain kecuali berpaling kepada ilmu, untuk mengetahui dan menyediakan jalan dan cara untuk merealisasikan pilihan tersebut.

Walau ilmu tak mengandung asas-asas normatif dan sebaliknya agama pada umumnya bertumpu pada seperangkat norma-norma tertentu, namun sukar untuk mengatakan bahwa ilmu lalu harus merupakan kegiatan yang netral-agama. Menurut Spykman: "...kenetralan semacam itu adalah ... kemungkinan yang muhal,—mungkin, dalam arti bahwa sementara orang masih memegang teguh gagasan itu, tetapi muhal, artinya tak seorang pun dapat benar-benar

merealisasikan dalih kepura-puraannya itu” (Spykman, 1972). Hal itu disebabkan oleh kenyataan, bahwa setiap usaha kegiatan keilmuan senantiasa berpangkal tolak dari anggapan atau andaian dasar tertentu, termasuk juga yang sifatnya metafisis, dan bahwa perspektif iman sang ilmuwan memengaruhi pemilihan andaian-andaian itu serta meresap ke dalamnya. Tambahan pula, pengembangan selanjutnya karya keilmuan itu,—suatu tugas yang penuh jerih payah tetapi juga penuh tantangan, suatu pekerjaan yang berat, kadang-kadang rendet dan memerlukan ketabahan, namun juga merangsang—tak hanya tergantung pada objek telaahnya saja—yakni alam—melainkan sampai batas-batas tertentu juga tergantung pada faktor subjektif, yakni sang ilmuwan sendiri, beserta falsafah hidup (*Weltanschauung*) dan keyakinan agamanya.

Contoh yang jelas adalah karya keilmuan Dalton (Easley & Tatsuoka, *op.cit.*, hlm. 126, 139) dan Einstein (Kemeny, *op.cit.*, hlm. 63). Pada suatu tahap dalam membangun teori molekulnya, Dalton menemui jalan buntu, sebab ia tak mengetahui cacah atom dalam molekul yang dibentuk oleh atom-atom itu, dan belum diketahuinya pula rumus struktur molekul itu. Tetapi Dalton adalah seorang yang berkeyakinan, bukan sekedar pengamat alam yang pasif dan objektif tulen. Iman keagamaannya rupanya menolongnya, ketika logika dan tiadanya data empiris yang cukup tak mampu lagi menunjukkan jalan keluar dari kemacetan itu. Ia menunjukkan kegigihan yang luar biasa, dan ... berpaling kepada anggapan yang diyakininya tentang Sang Pencipta, yakni bahwa Dia tak akan membuat molekul-molekul itu lebih rumit dari seperlunya (*asas keratahan*, prinsip simplisitas), dan bahwa Dia tak memboroskan atom-atomnya (*asas kehematan*, prinsip parsimoni).

Dalam mengembangkan pikiran-pikiran yang pada akhirnya menjelma menjadi ‘Teori Kenisbian Umum’-nya, Einstein sampai pada persamaan tertentu, yang di satu pihak mampu menerangkan semua fakta-fakta yang diketahui dan, di lain pihak, jauh lebih ratah

daripada persamaan lain yang mana pun, yang juga menerangkan semua fakta itu. Termangu ragu, akhirnya ia bergumam kepada dirinya, bahwa Tuhan tentu tak akan menyia-nyiakan peluang untuk membuat alam ini ratah. Maka diterbitkannya teorinya itu dengan keyakinan bahwa teori itu betul. Keberhasilan yang dramatis dari karya besar itu merupakan saksi keteguhan iman Einstein.

Setiap kegiatan keilmuan yang berusaha membebaskan dirinya dari masalah keagamaan mengenai bagaimana kegiatan keilmuan itu mesti mencerminkan daya upaya manusia untuk belajar menanggapi ajakan Tuhan untuk berkomunikasi, cenderung akan mengorbitkan penalaran nara ke dalam edaran swatantra dan mendudukkannya di tahta yang lebih tinggi dari segala hal lain. Ini berarti melupakan keterbatasan manusia sebagai makhluk.

Kalau kita tidak menghindari sikap congkak ini, ilmu tak akan lagi merupakan bagian humaniora. Yah, bahkan terkait dengan humaniora pun tidak lagi,—dalam arti bahwa ilmu tak menopang upaya humaniora untuk mencapai tujuannya, yakni memungkinkan insan berwawansabda dengan Penciptanya.

ACUAN

- Brown, M. (ed). 1971. 'The Social Responsibility of Scientists', Free Press (Macmillan), New York.
- Christianson, G.E. 1971. 'Nuclear Tyranny and the Divine Right of Kings' *Bull. Atomic Scientists*, Jan., hlm. 44-46.
- Easley, J.G. and Tatsuoka, M.M. 1968. 'Scientific Thought' Allyn and Bacon, Inc., Boston, 1968, hlm. 29.
- El wood, D.J. 1975. 'Objectives of the Humanities Program in the Christian University', Proc. Workshop on Humanities and General Education, Soo Chow University, Taipei.
- Feynman, R.P. 1965. 'The Feynman Lectures on Physics', Vol. II, hlm. 18 Addison-Wesley, Reading.
- Freeman, O. 1976. *Bull. Atomic Scientists*, Jan. inside front cover.
- Hadamard, J. 1954. 'The Psychology of Invention in the Mathematical Field', Dover, New York.
- Kemeny, G.J. 1959. 'A Philosopher Looks at Science', Van Nostrand - Reinhold, New York.
- March, R.M. 1970. 'Physics For Poets' McGraw-Hill, New York, hlm. 124.
- Rabinowitch, E. 1971. 'The Mounting Tide of Unreason', *Bull. Atomic Scientists*, May, hlm. 8.
- Spykman, G.J. 1973. 'Scripture, Faith and Science' RES Conference, Sydney, 1972 (Int'l Reformed Bull., Summer, hlm. 32-35).
- Teller, E. 1971. 'The Era of Big Science', *Bull. Atomic Scientists*, April, hlm. 34-36.
- Whittaker. 1960. 'A History of Aether and Electricity' Harper Torchbook Edition, New York, Vol. I, hlm. 225.

Albert Einstein

HAKIKAT NILAI DARI ILMU: PESAN KEPADA MAHASISWA CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

REKAN-REKAN YANG MUDA BELIA:

Saya merasa sangat bahagia melihat Anda semua di hadapan saya, sekumpulan orang muda yang sedang mekar, yang telah memilih bidang keilmuan sebagai profesi.

Saya berhasrat untuk menyanyikan hymne yang penuh puji, dengan refrain kemajuan pesat di bidang keilmuan yang telah kita capai, dan kemajuan yang lebih pesat lagi yang akan Anda bawakan. Sesungguhnya kita berada dalam kurun dan tanah air keilmuan. Tetapi hal ini jauh dari apa yang sebenarnya ingin saya sampaikan. Lebih lanjut, saya teringat dalam hubungan ini kepada seorang muda yang baru saja menikah dengan seorang isteri yang tidak terlalu menarik, dan orang muda itu ditanya apakah dia merasa bahagia atau tidak. Dia lalu menjawab “Jika saya ingin mengatakan yang sebenarnya, maka saya harus berdusta.”

Begitu juga dengan saya. Marilah kita perhatikan seorang Indian yang mungkin tidak beradab, untuk menyimak apakah pengalaman dia memang kurang kaya atautkah kurang bahagia dibandingkan dengan rata-rata manusia yang beradab. Terdapat arti yang sangat maknawi dalam kenyataan bahwa anak-anak dari seluruh penjuru dunia yang beradab senang sekali bermain meniru-niru Indian.

Mengapa ilmu yang sangat indah ini, yang menghemat kerja dan membikin hidup lebih mudah, hanya membawa kebahagiaan yang

sedikit kepada kita? Jawaban yang sederhana adalah karena kita belum lagi belajar bagaimana menggunakannya secara wajar.

Dalam peperangan, ilmu menyebabkan kita saling meracun dan saling menjagal. Dalam perdamaian dia membikin hidup kita dikejar waktu dan penuh tak tentu. Ilmu yang seharusnya membebaskan kita dari pekerjaan yang melelahkan spiritual malah menjadikan manusia budak-budak mesin, di mana setelah hari-hari yang panjang dan monoton kebanyakan dari mereka pulang dengan rasa mual, dan harus terus gemetar untuk memperoleh ransum penghasilan yang tak seberapa. Kamu akan mengingat tentang seorang tua yang menyanyikan sebuah lagu yang jelek. Sayalah yang menyanyikan lagu itu, walau begitu, dengan sebuah itikad, untuk memperlihatkan sebuah akibat.

Adalah tidak cukup bahwa kamu memahami ilmu agar pekerjaanmu akan meningkatkan berkah manusia. Perhatian kepada manusia itu sendiri dan nasibnya harus selalu merupakan minat utama dari semua ikhtiar teknis, perhatian kepada masalah besar yang tak kunjung terpecahkan dari pengaturan kerja dan pemerataan benda—agar buah ciptaan dari pemikiran kita akan merupakan berkah dan bukan kutukan terhadap kemanusiaan. Janganlah kaulupakan hal ini di tengah tumpukan diagram dan persamaan.

[1938)

INDEKS

INDEKS NAMA

Adam, Nabi, 102
Aeschylus, 56
Ampere, 176
Aristophanes, 56
Aristoteles, 56, 70, 114, 115, 118, 135,
311, 313
Augustine St., 134

Bach, 26
Bacon, Francis, 13, 44, 115-116, 117,
118
Barker Stephen F., 50
Benedict, Ruth, 167
Bochenski, J. M., 45, 68
Bohr, N., 175
Boulding, Kenneth, 324
Brahe, Tycho, 174
Bridgman P.W., 49
Brown, 327
Brutus, 91
Buddha, 59
Bush, Robert, R., 255
Butterfield, Herbert, 49

Caesar, 91
Campbell, Bannerman, 108
Carnap, Rudolf, 47, 48, 50, 192

Cartwright, D., 250, 252
Cassius, 91
Christianson G. E., 326
Cohen, Morris R., 50
Conant, James B., 49
Copernicus, 174
Coulomb, 176

Daldjoeni, N., 47, 313
Dalen, Deobold B. van, 46, 177
Dalton, 329
Darwin, Charles, 14, 35, 116, 118
Da Vinci, Leonardo, 60
Davis, W. M., 46
Descartes, Rene, 110, 132, 133, 134,
239
Dewey, John, 35, 110, 123
Dingier, Hugo, 199

Easley, J.G., 324, 329
Eddington, Sir Arthur, 49
Edison, 322
Elwood, 318, 320, 321
Engels, 76
Einstein, Albert, 4, 15, 16, 44, 47, 118,
129, 174, 175, 186, 247, 326, 329

- Euclid, 241, 243, 244, 247,
 Faraday, 176
 Faust, 22, 326
 Fehr, Howard S., 47, 282
 Fermat, Pierre de, 239
 Feynman, Richard, 325
 Frankenstein, 45
 Freeman, Orville, 20, 324

 Galileo, 35, 65, 114, 174, 231, 235
 Gauss Karl F., 241
 Gibbs, Willard, 324
 Goethe, 326
 Gustason, William, 50
 Guye, Charles-Eugene, 22

 Hadamard, Ostwald, 322
 Hall, A. Rupert, 49
 Hall, Marie B., 49
 Harary, F., 252
 Hatta, Mohammad, 48
 Hegel, D., 110, 112
 Heidegger, Martin, 315
 Hempel, Carl G., 49
 Hertz, 176
 Highet, Gilbert, 53
 Heisenberg, 175
 Homeru, 56
 Honer, Stanley, M., 131
 Hume, 101
 Hunt, Thomas C., 46
 Husserl, Edmund, 70, 71

 Jaspers, Karl 316
 Jeans, Sir James, 41
 Jefferson, 102

 Kaplan, Abraham, 49
 Kemeny, John G., 33, 47, 208,
 Keppler, 236, 245
 Kline, Morris, 29, 47
 Koentjaraningrat, 48
 Kramer, Edna F., 50
 Kuhn, Thomas S., 49

 Langer Susan K., 50
 Larrabee, Harold A., 14, 49, 117
 Lavoisier, 116
 Leibniz, 112
 Lengevin, 322
 Lenin, 76
 Linnaeus, 9
 Locke, John, 137, 138
 Lorentz, 175
 Loyola, 60
 Luther, 60

 March, Robert, 322, 327
 Marx, 76
 Maxwell, 176, 324, 325
 Mendel, Gregor, 59
 Minkovski, 175
 Monod, Jacques, 327
 Mouly, George S., 46, 114
 Morley, Michelson, 174
 Mozart, W. A., 322

- Nagel, Ernest, 48, 50
 Napoleon, 74
 Newman, James R., 50
 Newton, Isaac, 15, 35, 60, 78, 174, 233,
 236, 238, 249, 273

 Oppenheimer, Robert, 326
 Ostwald, 322

 Peursen, Van, 315
 Planck, 175
 Plato, 56, 61, 131, 132, 134,
 Poincare, 199, 200, 322
 Polanyi, Michael, 323
 Purwadarminta, 290

 Rabelais, 60
 Rabinowitch, 323
 Reichenbach, Hans, 50
 Riemann, Bernhard, 242
 Rodin, Aguste, 1
 Rudner, Richard S., 47
 Russell, Bertrand, 28, 33, 46, 49, 73,
 91, 246
 Rydberg, 175

 Salk, Jonas, 327
 Santoso, Slamet Iman, 47, 302
 Scheffler, J., 49
 Schrodinger, 175

 Schweitzer, A., 322
 Senn, Peter R., 46, 49, 146
 Sequoyah, 59
 Shakespeare, 59
 Socrates, 5, 60, 111, 163,
 Solzhenitsyn, 42
 Somerfeld, 175
 Spykman, 329
 Suprpto, B., 46, 171
 Surachmad, Winarno, 48

 Tatsuoka, 324, 329
 Taylor, V. Sherwood, 49
 Teller, Edward, 324
 Thicu, Nguyen Van, 328
 Thucydides, 56

 Ulrich, 50

 Wagner, 326
 Wallis, W. Allen, 47, 50
 Washington, George, 136
 Weber, Max, 192
 Weil, Andre, 255
 Whitehead, Alfred North, 28, 245
 Whittaker, 325
 Wilarjo, Liek, 23
 Wilkes, Keith, 48
 Yesaya, 323

INDEKS SUBJEK

- Agama, 4, 6, 55, 146, 294, 316, 328,
animisme, 119-120
antropologi, 119, 165, 274
 dan sejarah, 199-120
a-priori, 131
asumsi, 7, 8, 9, 25, 243
astronomi, 55, 160, 278
 ahli, 158, 159, 182
axiologi, 6
 ilmu, 44

bahasa, 2, 16, 32, 59, 96, 156, 173, 198,
 295
 antropologi, 198
 descriptive, 306
 fungsi bahasa, 303-304, 309
 hubungan dengan kepercayaan,
 103-104
 keilmuan, 295, 296
 komunikasi, 292
 kualitatif, 195, 199
 kuantitatif, 195, 199
 matematika, 174, 176, 231, 248
 pemikiran konseptual dalam,
 303, 305
 peranan, xvi
 sehari-hari, 155, 295, 296, 304
 teori gugus, 254
bentuk, 132
berpikir, xv, 1, 2, 5, 12, 13, 16, 36, 38,
 44, 46, 56, 68, 76, 114, 156, 229
 deduktif, 287
 empiris, 13
 proses, xv, 139
 secara keilmuan, 17-18, 45, 69, 71
 berteori, 84

deduksi, 27, 226
deduktif, 15, 40, 41, 113, 230
 berpikir secara, 16
 ilmu, 288
 logika, 29, 202, 283, 295
 metode, 164
 pembuktian, 232
 pemikiran, 229
 penalaran, 143
 penjelasan, 163
deskripsi, 187, 226, 238, 268, 284
determinisme, 10, 11, 205
deterministik, 204, 205, 246

emergentisme, 189
empiris, 6, 41, 114
 data, 143, 144, 329
 dunia, 43
 fakta, 6
 ilmu, 120-121, 125, 128, 130
 kaum, 135, 136, 137
 metode induktif, 139
 objek-objek, 7, 9
 pengetahuan, 7
 pola berpikir, 13
 rasional, 313, 314
 tingkat, 121
 unsur, 140, 143
empirisme, 13, 15, 35, 46, 110, 135, 137
 kritik terhadap, 138

epistemologi, xv, 6, 11, 21, 45, 139
 keilmuan, 139
 tradisi, 135
 estetika, 292
 tujuan, 292, 293
 ethos, 315, 316
 etika, 313
 hubungannya dengan ilmu, 313, 316
 hubungannya dengan politik, 314
 fakta, 6, 14, 16, 40, 84, 85, 91, 92, 101, 104, 105, 109, 135, 142, 144, 156, 202, 237, 272
 empiris, 6
 individual, 205
 falsafah, 5, 64, 70, 77, 98, 199
 ahli, 13, 56, 132, 199, 230, 245
 fungsi, 77
 ilmu dan, 5
 fenomenologi, 71
 filsafat, xvii
 ilmu, xviii
 firasat, 321, 322
 fisika, 23, 36, 129, 206, 247, 278
 bahasa, 198
 gejala, 23
 hukum, 233
 konsep utama, 237
 teori, 36
 fungsional, 125, 165
 hubungan, 125, 285
 penjelasan, 165
 genetis, 164
 penjelasan, 164, 165
 geometri (ilmu ukur), 132, 232, 235, 239, 241, 242, 243, 247
 Greco-Roman, 56, 58

hipotesis, 16, 37, 41, 42, 85, 117, 118, 142, 154, 272, 273, 275
 deduksi, 143
 tes dan pengujian kebenaran, 144
 historis, 165
 penjelasan, 165
 Homo Sapiens, 1, 53, 93
 How We Think, 35
 hukum, 166
 humaniora, 279, 318, 320, 324
 ilmu (ilmu pengetahuan), vii, xiv, xv, xviii, 3, 5, 9, 11, 12, 16, 21, 23, 26, 29, 38, 40, 45, 74, 75, 76, 90, 121, 130, 139, 143, 146, 147, 148, 161, 169, 170, 172, 174, 175, 237, 246, 294, 298, 315, 317, 318, 324, 327, 328
 alam, 4, 166, 171, 173, 174, 176
 ahli, 182, 183
 perbedaan antara ilmu sosial dan, 46
 beberapa konsep dalam, 23
 ciri, 7
 dan falsafah, 5
 dan kata, 290, 291
 dasar aksiologi, 44-45
 dasar Ontologi, 5
 deduktif, 288
 eksistensi, 12, 39
 empiris, 120-121, 128
 epistemologi, 11
 etika, 315
 filsafat, xvi, xvii-xviii
 fungsi, viii, xviii, 186, 187
 hakekat, vii, viii, 3, 12, 23, 24, 44, 48, 186

- hubungan etika dengan, 313, 316
- istilah, vii, 11
 - kaidah, 30
 - karateristik, vii, 17
 - kepercayaan dalam, 86
 - ketidaksempurnaan, 83-84
 - kelebihan, 17
 - kemajuan, 116, 118
 - kepercayaan dalam, 86
 - konsep, 126, 194
 - matematika dan, 237, 238
 - metode, 24
 - metodologi, 198
 - modern, 86, 155, 199, 208, 233
 - murni, 36, 315
 - nilai, 315
 - observasi, 272
 - pengorganisasian, 114
 - penjelasan dalam, 163
 - perkembangan, 49, 114, 119, 124, 126, 146
 - prosedur, 82-83
 - sarjana Islam dan kemajuan, 13
 - sistem, 147
 - sosial, 30, 49, 127, 129, 166, 170, 177, 178, 185, 249
 - ahli, 155, 161, 162, 163, 168, 179, 181, 183, 184, 249, 252
 - hukum dalam, 166
 - konfrontasi dengan ilmu alam, 46
 - metodologi, 191
 - objek penelaahan, 183
 - pengukuran dalam, 162
- struktur, 146
- teoritis, 127-128, 129
- terapan, 36
- titik tolak, 121
- tujuan dasar, 32, 121, 238, 314
- ukur (geometri), 132, 247, 287
- ilmuwan, 38, 45, 139, 157, 159, 208, 271, 321
 - observasi, 272
 - tugas utama, 213
- induksi, 24, 27, 74, 109, 118, 229, 230
 - dan peluang statistika, 202
- induktif, 115, 204, 228
 - logika, 202
 - metode, 115-116, 118, 139
 - keterbatasan, 118
- institusional, 167
- isomorfisme, 285
- kalkulus, 240
- kardinal, 161
 - angka, 200, 201
 - perbandingan, 161
- Kariera, masyarakat, 256, 257
- kata, 290
- keagamaan, 192, 329, 330
 - martir, 192
- kebenaran, xvi, 3, 4, 12, 14, 16, 21, 27, 42, 72, 91, 97, 99-108, 101, 131, 132, 134, 136, 146, 241, 243, 315, 320, 322, 324
 - dan ilmuwan, 147, 316
 - dan pengharapan, 104
- keilmuan, 44, 51
 - pengujian, 144, 272
- perkiraan, 126
- secara deduksi, 230
- tabel, 297
- teori, 111, 112,
- keilmuan, 11, 114, 129
 - bahasa, 295
 - berpikir secara, 17-18
 - ciri masalah, 151
 - ciri utama pemikiran, 38
 - epistemologi, 139

- hakekat, 12
- hakekat pembuktian, 89-90
- kebenaran, 16, 44, 316
- kegiatan, 23, 35, 36, 39
- komunikasi, 32, 282, 294, 297
 - tujuan, 292
 - unsur-unsur, 288-289
- masalah, 151, 154
- metode, 12-13, 15, 35-36, 43-43, 139, 140, 141, 144, 161, 271
- murni, 36
- pemikiran, 38, 39, 68
- penelitian, 36
- pengetahuan, 39
- persyaratan masalah, 150-151
- proses kegiatan, 41
- statistika dan, 26
- terapi, 36
- tujuan akhir kegiatan, 245
- kepercayaan, 21, 55, 64, 92, 94, 95, 96, 97, 100, 109, 113
 - dalam ilmu, 86
 - statis, 99
 - yang benar dan salah, 101
- klasifikasi, 9, 29, 47, 114, 122, 123, 141, 155, 194, 195, 209, 211, 216
 - konsep, 194, 195
- komunikasi, 282
 - bahasa, 292
 - keilmuan, 294, 297
- konvensi, 199, 200
- konvensionalisme, 199
- kualitas, 17, 59
 - kontrol, 17, 277
- kualitatif, 30, 105, 199
 - bahasa, 195, 199
 - pernyataan, 30, 204
- kuantitatif, 30, 47, 194, 310
 - bahasa, 199
- bidang antropologi dan konsep, 196
- hakekat, 198
- hukum, 238
- konsep, 198
- metode, 88, 196
- persyaratan, 32
- lambang, 1, 2, 28, 32, 161, 287, 289, 291, 296
- laporan, 168
 - penulisan, 168-169
- logika, vii, xvi, 27, 28, 42, 47, 50, 73, 116, 163, 282, 308, 311
 - ahli, 73
 - deduktif, 202, 283, 295
 - formal, 73
 - ilmu, 296
 - induktif, 202
 - lambang, 296
 - murni, 273
 - premis, 29
 - simbolis, 295
- logos, 316
- masalah, 3, 21, 36, 39, 115, 136, 150, 167, 191, 219, 238
 - dalam ilmu, 152
 - keberagaman, 163
 - keilmuan, 151, 153, 154
 - pengharapan, 104
 - perumusan, 37, 140, 148, 150, 154
 - sosial, 180
- matematika, 7, xvi, 2, 14, 32, 33, 212, 232, 233, 237, 239, 241, 243, 245, 247, 282, 283, 287, 288, 294, 310, 311, 319
 - ahli, 240, 241, 242, 248
 - bahasa, 173, 174, 231, 248

- ciri utama, 228
- dan logika, 28
- fungsi, 308
- hakekat, 232, 244
- hukum, 28
- ilmu, 32, 307
- kebutuhan ilmu terhadap, 239
- kegunaan logika dan, 42
- klasik, 247
- modern, 29
- peranan dalam pemikiran keilmuan, 283-284
- matematis, 226, 255
 - hukum, 238
 - metode, 228
 - model, 248, 249, 253, 278
 - pembuktian, 230
 - penerapan, 239
 - proses, 226
- mekanika, 15, 236, 246
 - klasik, 15, 323
- model, 164
 - penyusunan, 164
- modus ponendo ponens, 72, 73
- monograph, 169
- nomenklatur, 155
- ontologi, 6
- paradigma, xvii-xviii
 - pendidikan, 130
- peluang, 11, 47, 74, 204
 - teori, 11
- penelitian, 36
 - terapan, 36
- pengetahuan, xvi, 2, 5, 7, 11, 14, 23, 27, 30, 37, 68, 73, 78, 108-113, 132, 135, 137, 138, 144, 146, 156, 158, 232, 271, 306, 325
 - ilmiah, xvii
 - keilmuan, 7, 11, 39, 41, 145, 157
 - materi, 112
 - perkembangan, 149
 - rasional, 134
 - sistem, 12
 - teori, 6, 11, 112, 132, 137, 139
 - teori Plato, 132
- pengukuran, 29, 124, 154, 161, 162, 208, 213, 225, 268, 286
 - besaran, 162
 - konsep, 29, 220
 - peranan, 200
- persepsi, 21, 96, 109, 110, 137, 158, 159
 - indra manusia, 160
- pragmatis, 314
- premis, 27, 42, 110
 - mayor, 27
 - minor, 27
- prima facie, 112
- probabilistik, 11, 164, 185
- proyeksi, 166
- pustaka, 157
 - tinjauan, 157, 158, 170
- Origin of Species, 35
- rasional, 12, 44
 - berpikir secara, 12, 13
 - falsafah, 134
 - fase empiris, 313
 - dunia, 43
 - intuisi, 132, 134
 - pendekatan, 15
 - pengetahuan, 134
 - semangat, 239
- rasionalisme, 12, 131

- dan empirisme, 35, 46
- kaum, 131
- kritik terhadap, 134
- Romawi, bangsa, 56, 58, 91, 114
- semantik, 32
 - kekacauan, 32
- silogisme, 73, 114
- skeptis, 15, 17, 40
 - sifat, 15
- sosial, 23, 177
 - gejala, 23, 177, 178, 180
 - ilmu, 30, 129, 130, 155, 166, 170, 177, 178, 182, 185, 191, 247, 249
 - ahli, 161, 162, 163, 166, 179, 181, 182, 183, 184
- kelompok, 250
- masalah, 180
- objek penelaahan, 180
- perbedaan dengan ilmu alam, 46, 49
- statistika, xvi, 11, 25, 268, 269, 270, 271, 274, 277, 280
 - ahli, 274
 - dan tahap-tahap metode keilmuan, 271
 - deskriptif, 274
 - hukum, 204, 205
 - induksi dan peluang, 202
 - metode, 277, 279
 - modern, 276, 277
 - penerapan, 276
 - peranan, 273
- Stoik kuno, 73
- stokastik, 275
- struktur, 9, 105, 167, 237
- Tarau, masyarakat, 256, 257
- taxonomi, 9, 30, 141, 194
- teori, 6, 41, 84, 112, 142, 174, 237, 272, 278, 321, 325
 - empiris, 136
 - evolusi, 35
 - fisika, 36
 - genetika, 276
 - grafik, 250
 - gugus, 254
 - hakekat, 84
 - instrumentalisme, 111
 - jalinan dengan pengamatan, 172
 - kebenaran, 111
 - keilmuan, 7, 248, 294
 - koherensi, 111, 112
 - komunikasi, 289, 296
 - kuantum, 175, 246
 - Maxwell, 324
 - peluang, 11
 - pengetahuan, 6, 11, 132
 - perumusan, 226
 - rasional, 134
 - relativitas, 15, 174, 242
 - tentang nilai, 6
 - teoritis, 128-129
- utopia, 167
- validasi, 319
- verifikasi, 114, 204, 319
- Verstehen, 190, 191, 193
- Yunani, 13, 56, 58, 114, 231, 313, 314
 - ahli matematika, 230
 - falsafah, 13
 - kebudayaan, 55, 56
 - orang, 55
 - penyair, 56

TENTANG PENYUNTING

JUJUN SUPARJAN SURIASUMANTRI. Lahir di Tasikmalaya, tanggal 9 April 1940. Setelah melalui pendidikan di SD V, SMP III dan SMA II, yang semuanya berada di Bandung, melanjutkan ke Institut Pertanian (IPB) di Bogor, dan lulus tahun 1969 sebagai insinyur pertanian. Pada tahun 1970, sebagai dosen IPB, mewakili Konsorsium Ilmu-ilmu Pertanian dalam Latihan Educational System Analysis selama 8 bulan, yang diselenggarakan Unesco di Jakarta. Selesai dari latihan tersebut, pada tahun 1971 melanjutkan studi ke Harvard University sebagai Unesco fellow, dan lulus tahun 1975, dengan disertasi yang berjudul *The Utilities of PPBS and Organization Development for Educational Development Planning: An Indonesian Case* (1975). Setelah menyelesaikan studi kemudian bekerja di Badan Penelitian dan Pengembangan Pendidikan dan Kebudayaan (BP3K), di samping tugas sebagai dosen Manajemen di IPB, dan menyelesaikan antara lain *Rencana Strategi (Renslra) Departemen Pendidikan dan Kebudayaan (1974-1979)* dan *Repelita III Pendidikan dan Kebudayaan (1979-1984)*. Sejak tahun 1980 pindah ke Fakultas Pasca Sarjana IKIP Jakarta untuk ikut membina program pasca sarjana dalam falsafah ilmu dan sistem analisis. Aktif dalam kegiatan keilmuan di dalam dan luar negeri. Mempunyai minat dalam bidang manajemen, falsafah ilmu, perencanaan pendidikan dan masalah-masalah kebudayaan. Keanggotaan: Phi Delta Kappa, The Institute of Management Science, Operations Research Society of America, International Society of Educational Planners dan Himpunan Indonesia untuk Pengembangan Ilmu-ilmu Sosial. Karya terakhir di bidang falsafah ilmu adalah *Membudayakan Berpikir Ilmiah* (IKIP Jakarta/Ditjen Pendidikan Tinggi, 1980). Menikah dengan Nina Dachliana dan berputera Donni Iqbal Suriasumantri.