

Bagian Pertama

Pengantar Filsafat Teknologi

Belajar ditunjukkan oleh adanya rasa ingin tahu, melalui suatu kesadaran untuk mencari tahu. Semakin dewasa seseorang semakin tinggi cara ia mencari pertanyaannya dan cara menjajikannya serta mencari jawabannya. Jelaslah apabila seseorang yang menyatakan dirinya pembelajar tidak bertanya dan mencari suatu jawabannya maka ia sesungguhnya hanya bagian yang dipertanyakan orang lain yang belajar. (ws.2006)

1. Pengertian Filsafat Teknologi

Sepanjang pengalaman penulis, dalam pergaulan praktis yang bersentuhan dengan bidang pekerjaan teknik pada tingkat pertukangan (operator dan mekanik), hampir tidak pernah terpikirkan bahkan sedikitpun tidak menaruh perhatian kepada hal-hal yang bersifat filosofis di balik objek pekerjaan tersebut. Suatu pekerjaan dipersepsikan rutinitas, bersifat statis dengan pelayanan baku sesuai standar.

Demikian pula dalam pergaulan pelayanan pendidikan dan pelatihan bidang keteknikan pada tingkat menengah, hampir tidak jauh berbeda dengan lingkungan pekerjaan pertukangan. Pelayanan pembelajaran, semata-mata hanya menstraformasi pengetahuan, sikap dan keterampilan teknis yang dikemas pada konteks standarisasi dan globalisasi.

Sesungguhnya globalisasi bidang pekerjaan teknis pandangan penulis telah terjadi sejak dahulu, dan bukan hal baru. Pada tahun 1975 sampai 1979, pengalaman sebagai teknisi di lingkungan Dinas Angkat Darat (Bengpusmat I) Jakarta dibawah kesatuan Komando Matrial sekarang berubah nama menjadi Jawatan Matrial Angkat Darat. Setiap pekerjaan harus dilaksanakan berdasarkan spesifikasi dan prosedur kerja industri pembuat (Rusia, Perancis dan Amerika), alat-alat berat baik untuk kepentingan dinas bantuan maupun tempur.

Teknisi dalam praktiknya sering dihadapkan keusangan dokumen dan kesulitan suku cadang sehingga menjadi kendala. Namun dengan bekal kreativitasnya mampu melakukan perbaikan atau pembuatan komponen sehingga sampai saat ini masih

terpeliharanya alat-alat berat di kesatuan TNI yang berusia lanjut. Pengalaman penulis yang dididik di lingkungan sekolah teknik bawah dan menengah, dan meniti karir di bidang pekerjaan mulai dari pembantu operator, mekanik sampai menjadi guru teknik. Persoalan misteri keteknikan, tampaknya luput dari perhatian semua pihak. Sesungguhnya kita sebagai bangsa yang bermartabat, selama ini pendidikan teknologi dan kejuruan hanya sebatas dipersiapkan dan mempersiapkan diri sebagai tukang yang patuh pada globalisasi.

Berdasarkan pandangan awam, tentunya logis apabila seorang tukang tidak perlu memahami dan memikirkan persoalan filosofis yang bertele-tele, karena memang tugas teknisi hanya sebatas melaksanakan pekerjaan berdasarkan standar operasional prosedur. Akan tetapi, bagi calon tenaga pendidik dan kependidikan yang belajar di Perguruan Tinggi, merupakan suatu kewajiban ilmiah untuk memahami dan memikirkan apa sesungguhnya yang harus dilakukan dalam transformasi teknologi.

Bertolak dari kondisi yang dikemukakan, dipandang perlu adanya suatu pengantar filosofis dalam kajian ilmiah berkenaan dengan "pendidikan teknologi dan kejuruan".

Secara umum, sampai hari ini ada kecenderungan mengapa filsafat teknologi kurang mendapat perhatian, sepanjang pengetahuan dan pengalaman penulis antara lain :

- (1) Filsafat hanya garapan bagi orang yang belajar bidang sosial khususnya pada kelompok humanoria
- (2) Filsafat hanya garapan bagi orang yang senang termenung tanpa aktivitas fisik seperti pekerja teknis (mekanik, operator atau perancang teknik)
- (3) Filsafat sering diasumsikan hanya mempelajari ide-ide yang penuh dengan teka-teki yang membosankan.
- (4) Filsafat teknologi belum banyak diperkenalkan secara meluas dan mengakar dalam kajian keilmuan di lembaga pendidikan teknologi dan kejuruan di negara kita.

Berdasarkan kecenderungan tersebut, maka sangat wajar apabila pada kelompok terpelajar bidang teknologi dan kejuruan kurang

mempunyai perhatian pada filsafat khususnya yang terkait dengan teknologi. Persoalan tersebut, tentunya perlu mendapat pelurusan makna dan pemahaman terkait dengan filsafat teknologi.

Kesadaran untuk membuka diri sebagai pembelajar, teristimewa bagi calon tenaga pendidik dan kependidikan bidang teknologi dan kejuruan adalah harus bertolak; dari mana memulai mencari jawaban mengenai pengetahuan ? mengapa sesuatu itu ada, dan mengapa harus ada, serta bagaimana keberadaannya. Oleh karena itu, proses berpikir yang dilakukan sesungguhnya masuk pada wilayah filsafat ilmu pengetahuan.

Sebagai ilustrasi penulis membawa para mahasiswa untuk berimajinasi...

Alat tulis yang kita gunakan sejak zaman kanak-kanak sampai saat ini yaitu "pena" dengan berbagai bentuk dan jenisnya. Pertanyaannya, pernahkan kita berpikir "mengapa alat tulis itu ada?, mengapa harus ada ? siapa yang mengadakan ? dan bagaimana orang membuatnya?

Jika ilustrasi tadi, tidak terlintas dalam pikiran dari seribu orang mahasiswa yang mempelajari bidang teknik di Indonesia, maka penulis berpandangan seribu tahun lagi tingkat ketergantungan alat tulis kepada negara lain masih tinggi. Akan tetapi, apabila terlintas dalam berpikir cukup pada satu atau dua orang mahasiswa, dengan serius, mendalam dan mau untuk mencoba melakukan sesuatu, maka tidak mustahil negara kita akan menjadi produsen alat tulis terkamuka di dunia dalam tempo di bawah seribu tahun.

Gambaran yang dikemukakan mengandung makna, sejauhmana hakikat belajar pada tingkat tinggi untuk selalu peka terhadap lingkungan. Mengingat literatur yang sesungguhnya menjadi sumber belajar adalah lingkungan.

Persoalannya, adalah bagaimana mahasiswa sebagai kelompok terpelajar mampu berpikir dalam menyikapi berbagai fenomena alam dalam konteks lingkungan keilmuannya.

Belajar pada tingkat perguruan tinggi tidak semata-mata hanya mentransformasi informasi yang dikemas dan disimpan pada memori, akan tetapi harus lebih jauh dari itu. Kebermaknaan, hasil belajar harus dapat dijawabantahkan pada produk bermanfaat bagi kesejahteraan manusia di muka bumi.

Salah satu cabang filsafat yang mengkhususkan kajian filsafati mengenai teknologi dengan berbagai telaah hakikat kebendaan, dikenal dengan filsafat teknologi.

Beberapa pendapat yang dikemukakan oleh para ahli mengenai filsafat teknologi sebagai pengantar antara lain :

Marvin Kranzberg (1973) (The Kiang Gie; 1996:2) , mengemukakan bahwa :

“Filsafat teknologi membahas peranan teknologi dalam urusan manusiawi. Pembahasan itu berusaha mencari jawaban terhadap soal apakah dampak teknologi terhadap kebudayaan dan masyarakat atau bagaimana perkembangan teknologi mengubah konsep manusia tentang kebenaran, keadilan dan keindahan. Pada puncak pemecahan permasalahan, filsafat teknologi berusaha menerangkan apakah dan bagaimanakah perkembangan teknologi telah mendorong mengubah pandangan manusia mengenai makna dan tujuan hidup di masa lampau, saat sekarang dan waktu mendatang”.

Carl Mitcham (1980) (The Kiang Gie; 1996:2), mengemukakan filsafati tentang teknologi dapat ditelaah melalui dua pendekatan, yaitu;

Pertama menyangkut teoretis tentang sifat dasar teknologi, hubungannya dengan ilmu, struktur tindakan teknologis, intisari mesin, dan perbedaan antara mesin dengan manusia. Semua ini tergolong persoalan epistemologis dan metafisis.

Kedua menyangkut praktis etis dan estetika misalnya keterasingan dalam masyarakat industri, senjata nuklir, pencemaran, dan praktek keinsinyuran yang profesional.

Max Black (1996) (The Kiang Gie; 1996:2), merinci tugas-tugas yang perlu dilakukan oleh para filsuf teknologi sebagai berikut:

- (1) Menganalisis konsep yang dipakai oleh para pelaku teknologi seperti misalnya: efisiensi, keterampilan, rasionalitas, dan otomasi sehingga diperoleh gambaran yang memadai tentang teknologi dan unsur-unsurnya.
- (2) Mengajukan usul-usul yang berdasar dan beralasan untuk menyempurnakan konsep itu dan pengungkapannya dengan

kalimat atau perkataan.

- (3) Mempunyai pandangan yang berdasar dan beralasan sebagai kritik moral mengenai berbagai pokok pertikaian, seperti misalnya pengangguran, eutanasia, hak-hak generasi belakangan, pengendalian penduduk, keinsinyuran biologis, serta pengendalian dan perbaikan teknologi.
- (4) Sebagai golongan intelektual yang terlibat dalam berbagai perdebatan moral, sosial, dan politik, menyatakan secara tegas keterlibatannya untuk mengusahakan teknologi yang lebih baik dan lebih ramah.

The Kiang Gie (1996:3) mengemukakan bahwa filsafat teknologi, yang mengkaji filsafati tentang semua segi dan unsur teknologi, merupakan soal kajian derajat kedua dan bukan soal kajian derajat kesatu yang terdapat di dalam praktek teknologi.

Kajian derajat kesatu yang terdapat di dalam praktek teknologi misalnya ialah:

- (1) Apakah yang merupakan bahan terbaik untuk membuat suatu karya teknologis tertentu?
- (2) Bagaimanakah prosedur yang efisien untuk menghasilkan suatu produk khusus?
- (3) Betapa caranya material dan energi digabung untuk menciptakan suatu hal baru.

Carl Mitcham dan Robert Mackey (1983; 1) dalam buku berjudul: "Introduction: Technology as a Philosophical Problem" dalam pengantarannya merinci ciri-ciri pertanyaan kajian kedua itu sebagai berikut:

Kajian derjat kedua, menyangkut persoalan pokok tentang sifat dasar dan arti dari teknologi, persoalan yang tidak ditangani oleh teknologi sendiri. Persoalan ini juga berbeda dengan ekonomi, sosial, atau politik yang timbul dari kegiatan teknologis. Sesungguhnya jawaban terhadap soal-soal filsafati yang mendasari analisis ekonomi atau sosial seperti halnya analisis demikian itu bergantung pada suatu pemahaman yang tepat pada sifat dasar teknologi.

Membedakan antara soal-soal teknologis dan filsafati adalah, pertama dibatasi pada pokok-pokok perbedaan empiris, sedang yang kedua tidak. Secara lebih positif, persoalan filsafati bergantung dalam suatu segi penting tidak pada keterangan empiris melainkan pada akal dan pemahaman. Gagasan yang terakhir ini perlu penekanan, karena walaupun soal-soal filsafati tidak tunduk pada suatu penyelesaian empiris apa pun, mereka juga tidak sepenuhnya bergantung

pada perukaan asal saja atau khayalan subyektif.

Filsafat teknologi sebagai bahan kajian ilmiah, mulai berkembang di Jerman dan Perancis, karya permulaan yang dianggap merupakan suatu filsafat teknologi yang sistematis adalah hasil karya pemikir Jerman yakni Erns Kapp yang menganut aliran filsafat Hegel, berjudul *Grundlinien einer Philosophie der Technik; Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus neuen Gesichtspunkten*, terbit 1877.

Inti dari kajian buku ini, adalah analisis rinci tentang peralatan teknologi dengan perukaan arti pentingnya yang bersifat manusiawi atau budaya. Dua asas umum yang dikemukakan adalah bahwa "mesin memerlukan pembahasan filsafati yang terinci dan teknologi memerlukan kritik yang lebih tajam ketimbang penilaian secara lahiriah. Kapp dalam kesimpulannya menyatakan bahwa alat-alat berfungsi sebagai perpanjangan dari organ tubuh manusia.

Tampaknya, kajian filsafat teknologi di negara-negara idustri telah berkembang sejak abad ke delapan belas. Sedangkan pengakuan internasional keberadaan filsafat teknologi sebagai cabang filsafat pada tahun 1978, yang disepakati dalam kongres ke-16 di Jerman.

Di Indonesia, filsafat teknologi dikembangkan menjadi mata kuliah antara lain di ITB terintegrasi dengan "konsep teknologi", di FT UGM, dan di beberapa Fakultas Teknik Universitas lainnya. Adapun di FPTK UPI, sejak tahun 2006 diintegrasikan dalam Mata Kuliah Kajian Pendidikan Teknologi dan Kejuruan sebagai pengantar.

2. Lingkup Filsafat Teknologi

Filsafat teknologi sebagai salah satu cabang filsafat yang masih muda usianya belum berkembang sepenuhnya dan menjelajahi semua persoalan filsafati tentang teknologi yang termasuk dalam ruang lingkungnya.

Selain penilaian etis terhadap akibat-akibat praktis dari teknologi pada kehidupan manusia, menurut Carl Mitcham (1983) filsafat teknologi meliputi suatu epistemologi tentang pengetahuan praktis dan suatu ontologi tentang barang teknologis.

Epistemologi adalah suatu telaah mengenai rakitan, persyaratan, dan berlakunya secara sah dari pengetahuan manusia. Dengan demikian, salah satu tugas pokok filsafat teknologi ialah menganalisis secara cermat susunan pengetahuan teknis, berbagai persyaratan pengetahuan itu, dan berlakunya secara sah.

Ontologi menurut pengertian modern adalah teori mengenai sifat dasar dan ragam kenyataan. Ontologi berusaha menyelidiki dan menganalisis sifat dasar dari apa yang nyata secara fundamental dan cara-cara berlainan yang menunjukkan bahwa sesuatu entitas (misalnya obyek fisik atau hal abstrak umpamanya bilangan) dapat dikatakan ada. Dengan demikian, suatu tugas pokok lainnya dari filsafat teknologi ialah menjelaskan sifat dasar dan keberadaan yang nyata dari barang-barang teknologis.

Barang-barang teknologis itu, misalnya dapat berupa alat, senjata, mesin, perlengkapan tubuh, dan hasil produksi. Sebagai contoh saja dapat dikemukakan bahwa teori tentang status ontologis dari barang-barang teknologis yang terbanyak diterima orang ialah teori dari Ernst Kapp berdasarkan analisis secara antropologis.

Dengan melakukan perbandingan secara luas antara anatomi tubuh manusia dan barang-barang teknologis, Kapp menyimpulkan bahwa senjata dan alat pada dasarnya adalah proyeksi atau perpanjangan dari tubuh manusia. Misalnya pakaian dan rumah adalah perpanjangan dari kulit dan rambut manusia, sedang katapel merupakan perpanjangan dari lengan manusia yang melempar sesuatu benda.

Dengan memakai istilah "technophilosophy", seorang guru besar filsafat berasal dari Argentina Mario Bunge menyatakan bahwa filsafat teknologi masih belum matang dan merupakan cabang pengetahuan yang belum berkembang. Filsafat teknologi dapat dipandang sebagai gabungan dari lima cabang filsafat yang masih merupakan kuncup bunga yang hampir mekar, yaitu:

- (1) Technoepistemology;
- (2) Technometaphysics;
- (3) Technoaxiology;
- (4) Technoethics;
- (5) Technopraxiology.

Technoepistemology adalah telaah filsafati tentang pengetahuan teknis. Persoalan yang dibahasnya antara lain ialah bagaimana membedakan pengetahuan teknologis dari pengetahuan biasa dan pengetahuan ilmiah atau adakah metode teknologis yang sejajar dengan metode ilmiah dan apa aturannya.

Technometaphysics adalah telaah filsafati tentang sifat dasar

sistem buatan dari mesin sederhana sampai sistem barang manusia yang rumit. Persoalan yang dibahasnya antara lain ialah apakah prasyarat ontologis dari teknologi atau apa kekhasan dari semua barang teknologis yang membedakannya dari benda-benda alamiah.

Technoaxiology adalah telaah filsafati tentang penilaian yang dilakukan oleh para ahli teknologi dalam pelaksanaan dari kegiatan teknologis'. Persoalan yang dibahasnya antara lain ialah nilai-nilai apakah yang dipegang oleh para ahli teknologi: kognitif, moral, ekonomi, sosial, atau politis dan petunjuk-petunjuk nilai teknologis apakah yang paling dapat dipercaya: perbandingan kemanfaatannya biaya, pemuasan kebutuhan sosial, atau apa adanya.

Technoethics adalah cabang etika yang menyelidiki pokok-pokok pertikaian moral yang dihadapi oleh para ahli teknologi dan masyarakat umum dalam hubungannya dengan dampak sosial dari proyek-proyek teknologis yang berskala besar seperti misalnya: pengendalian kelahiran secara massal, pengenalan terhadap biji padi-padian yang ajaib, pembangunan bendungan raksasa atau pabrik tenaga nuklir.

Persoalan yang dibahasnya antara lain ialah bagaimana seseorang dapat mencirikan suatu barang teknologis atau jasa teknologis yang baik atau yang buruk dan apakah dapat dibenarkan secara moral untuk mengalihkan teknologi kepada bangsa-bangsa sedang berkembang tanpa terlebih dahulu mempelajari dampaknya terhadap kesempatan kerja, pembagian kekayaan, dan segi-segi sosial lainnya.

Technopraxiology adalah telaah filsafati tentang tindakan manusia yang dibimbing oleh teknologi. Persoalan yang dibahasnya antara lain ialah bagaimana konsep tindakan rasional dapat diwujudkan secara pasti atau bagaimana seseorang dapat merumuskan dalam istilah-istilah umum derajat efisiensi dari suatu sarana terhadap suatu tujuan tertentu.

Pada akhir karangannya Bunge menyimpulkan bahwa filsafat teknologi merupakan sebuah bidang yang tengah mekar dengan kemungkinan yang luar biasa. Pengembangannya secara sistematis memerlukan pengenalan baik pada proses teknologis dengan segenap pengetahuan latar belakangnya maupun pada pengetahuan filsafat dewasa ini.

3. Keanekaragaman Pengertian Teknologi

Pembahasan tentang pengertian teknologi dewasa ini ternyata sangat beraneka ragam. Boleh dikatakan ada kesimpangsiuran pendapat di antara para ahli yang membahasnya karena teknologi merupakan suatu hal yang sangat rumit.

Mario Bunge (The Kiang Gie; 1996:11) menegaskan keanekaragaman itu sebagai berikut:

"Indeed there is a bewildering variety of ways of understanding the word "technology". The man in the street may not draw a distinction between television technology and a TV set and, in general, between technology and its products. The English-speaking scholar may not distinguish between craftsmanship and technology; thus the prehistorian may speak of the technology- not the technique - of stone polishing.

One more item on this lexicographic matter: most dictionaries tend to equate modern technology with engineering. If we accept this equality we shall not know where to place bioengineering, educational technology, and other disciplines that may not be involved in production."

Terdapat keanekaragaman yang membingungkan perihal cara-cara memahami kata 'teknologi'. Orang awam mungkin tidak mengadakan perbedaan antara teknologi televisi dan sebuah pesawat TV dan, pada umumnya, antara teknologi dan produk-produknya. Cendekiawan berbahasa Inggris mungkin tidak membedakan antara seni kerajinan dan teknologi, jadi prasejarawan mungkin berbicara tentang teknologi bukan teknik penghalusan batu.

Satu hal lagi tentang perkamusan ini; kebanyakan kamus cenderung untuk menyamakan teknologi modern dengan keinsinyuran. Jika kita menerima persamaan ini kita tidak akan mengetahui di mana akan menempatkan keinsinyuran hayati, teknologi pendidikan, dan disiplin-disiplin lainnya yang kiranya tidak terlibat dalam produksi.

Bunge (The Kiang Gie; 1996:11) menyatakan bahwa filsafat teknologi mengandung pengertian teknologi yang bagi sebagian orang merupakan segenap tehnik, dan bagi sebagian lain mengartikan seluruh ilmu terapan (termasuk ilmu kedokteran dan perencanaan kota), dan mungkin bagi kelompok lainnya mempunyai arti lain lagi.

Henry Skolimowski menegaskan adanya kebingungan demikian:

"Technology is an extraordinarily complex phenomenon. Little wonder, therefore, that confusion prevails in so many disputes about its nature. The term "technology" itself is notoriously ambiguous. Its meaning changes according to the context."

Teknologi merupakan suatu gejala yang luar biasa rumitnya, tak mengherankan karena itu kebingungan terjadi dan banyak menimbulkan pertentangan pendapat mengenai sifat dasarnya. Istilah 'teknologi' sendiri terkenal bermakna ganda. Artinya berubah menurut hubungan kata-kata.

Christopher Freeman menjelaskan di mana letaknya kebingungan itu sebagai berikut:

"This is one of the expressions which suffers from immense confusion in its use. Sometimes it is used exclusively in the original meaning of the word: a body of knowledge about techniques. At other times it is used to describe the actual physical hardware use for production. Quite frequently it is now used exclusively for very modern glamorous techniques of production, as though the older craft techniques did not really count."

Salah satu dari ungkapan yang mengalami kebingungan besar dalam penggunaannya, kadang-kadang ungkapan itu dipakai secara eksklusif dalam arti asli kata itu suatu kumpulan pengetahuan tentang teknik-teknik. Pada saat-saat lain ungkapan itu dipakai untuk melukiskan barang-barang fisik sebenarnya yang digunakan untuk produksi. Seringkali ungkapan itu sekarang dipakai secara eksklusif untuk teknik produksi yang gemilang dan sangat modern, seolah-olah teknik-teknik kerajinan yang lebih lama tidak sungguh-sungguh berarti.

Marx Wartofsky berpendapat bahwa teknologi merupakan suatu istilah yang terlampaui kabur untuk menunjukkan suatu bidang ataupun begitu luas ruang lingkupnya sehingga apa yang ditunjukkan batasnya sangat luas.

Misalnya orang dapat mengatakan teknologi mencakup penciptaan, pembuatan, dan pemakaian segenap barang yang dibikin manusia. Oleh karena manusia ternyata menciptakan bahasa, kesusastraan, kesenian, berbagai organisasi kemasyarakatan, keyakinan, hukum, dan teori maupun alat-alat dan mesin-mesin beserta hasil-hasilnya, pendapat yang demikian

luas.

Menurut George Kneller berdasarkan asal-usul perkataannya dari kata Yunani *techne* yang berarti seni atau keterampilan, teknologi pada dasarnya adalah suatu ikhtiar praktis, yaitu usaha untuk mengubah dunia daripada usaha untuk memahaminya. Karena itu, Kneller menganggap teknologi sebagai:

"a historically developing enterprise for constructing machines and other artifacts devising techniques and processes, transforming and creating materials, and organizing work, so as to satisfy human wants".

(suatu usaha yang berkembang secara historis untuk membuat mesin-mesin, dan alat-alat lain, merencanakan teknik-teknik dan proses-proses, mengubah dan menciptakan bahan-bahan, dan mengorganisasikan pekerjaan, untuk memenuhi kebutuhan manusia)

4. Teknologi Sebagai Barang Buatan

Pengertian teknologi yang tertua, sangat sederhana, dan paling umum dikenal orang ialah sebagai barang buatan dari manusia. Barang buatan itu biasanya dilawankan dengan benda alam. Misalnya sebatang kayu dari pohon yang tumbang adalah suatu benda alam. Kalau kemudian batang kayu dari pohon itu dipotong, dipahat, dibentuk, dan dilakukan penggarapan lainnya oleh manusia sehingga menjadi sebuah perahu yang digunakan untuk menyeberangi sungai, maka batang kayu itu berubah menjadi barang buatan yang disebut teknologi.

Tentu pada zaman amat kuno yang sudah tidak dapat diketahui usianya, perahu itu tidak disebut teknologi. Pengertian teknologi adalah hasil zaman modern sebagai lambang dari modernisasi. Kata 'teknologi' sendiri barulah diciptakan orang pada sekitar 1777, awal zaman modern.

Mengapa manusia sejak zaman yang amat kuno perlu membikin berbagai barang buatan seperti kapak, palu, pengungkit, perahu, dan kereta?

Jawabannya yang paling masuk akal adalah karena manusia merupakan suatu makhluk yang amat rapuh jasmaninya.

Seorang Jerman A.Gehlen dalam bukunya berjudul Antropologische Forschtmg. (1961) berbicara tentang ketidak-sempurnaan biologis dari manusia.

Tubuh manusia adalah amat rapuh dan sangat lemah. Misalnya manusia tidak bisa lari secepat tikus, tidak bisa terbang seperti burung, tidak bisa berenang lama seperti ikan, tidak bisa mengangkat batang kayu berat seperti gajah, tidak bisa berayun-ayun seperti monyet (kecuali Tarzan, pahlawan fiktif dalam cerita kanak-kanak), dan masih banyak sekali serba "tidak bisa" lainnya. Oleh karena itu, manusia secara naluriah berusaha memperkuat berbagai organ tubuhnya dengan membuat alat-alat. Alat-alat itu dapat dianggap sebagai semacam perpanjangan atau pengganti untuk mengerjakan hal-hal yang tidak dapat dilakukan oleh organ-organ tubuhnya.

Misalnya telapak tangan tidak mungkin membelah batang kayu, oleh karena itu manusia membuat kapak yang menyerupai lengannya dengan telapak tangan terbuka. Dengan alat ini sebagai pengganti lengannya, manusia dapat membelah batang kayu. Manusia tidak bisa memecahkan kelapa dengan kepalan tangannya, oleh karena itu ia membuat palu yang bentuknya seperti lengannya dengan telapak tangan dikepal untuk menghancurkan benda-benda alam yang keras. Manusia dalam alam bebas harus berhadapan dengan binatang buas (macan) atau berbisa (ular), oleh karena itu ia membuat alat perpanjangan tangan berupa tombak untuk menghadapi bahaya itu

Dari ketidakberdayaan manusia, maka berikhtiarlah mencari cara dan memulai memanfaatkan dan meniru yang ada di lingkungan alam. Namun manakala merasa menjadi adidaya dengan bantuan cara yang ditemukannya, maka ia menjadi lupa untuk membinasakan alam itu sendiri dan sesungguhnya membinasakan dirinya sendiri. (WS 05)



Wujud perkembangan cara berpikir manusia

Demikianlah contoh-contoh itu dapat diteruskan dengan alat-alat lainnya seperti pengungkit sehingga manusia mempunyai tenaga seperti gajah atau perahu untuk membuatnya dapat berjam-jam di atas air menangkap ikan. Barang-barang buatan itu tidak hanya untuk keperluan mempertahankan hidup sehari-hari, melainkan kemudian juga sebagai sarana untuk maksud keagamaan dan mengungkapkan seni, misalnya dalam pembuatan bangunan pemujaan yang kudus dan indah.

Barang-barang buatan yang merupakan teknologi itu tidak hanya menunjukkan kemampuan inderawi manusia, melainkan lebih mencerminkan kemampuan pikirannya untuk menciptakan dan merancang segala hal yang sebelumnya tidak ada. Lord Ritchie-Calder menegaskan kemampuan itu sebagai berikut:

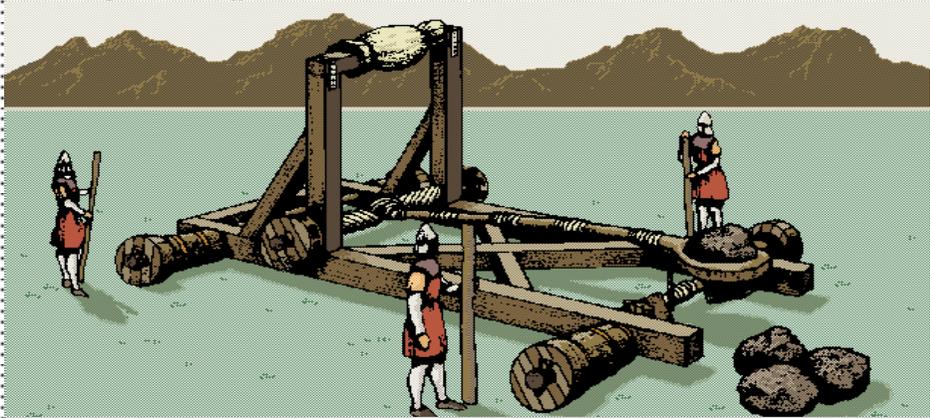
"From earliest time and beginning with the simplest contrivances, every discovery and invention has depended on the fact that the human being is not only a perceptual, but also a conceptual creature capable of observing, memorizing, and juxtaposing images. He can make a mental design, a technopoetic fantasy, even when the means of actually producing it are not available.

This systematic treatment of the arts and crafts is the simplest expression of the meaning of "technology", from the Greek roots techne, arts, and logia, words. The ancient Greeks had no such combined term because their philosophers divorced manual skills from intellectual pursuits."

(Dari masa yang tertua dan mulai dengan alat-alat yang paling sederhana, setiap penemuan dan penciptaan berdasarkan pada kenyataan bahwa manusia bukan hanya suatu makhluk perseptual melainkan juga suatu makhluk konseptual yang mampu mengamati, mengingat, dan menajarkan gambaran angan-angan. Ia dapat membuat suatu perancangan mental, suatu khayalan tekno-puitis, bahkan bilamana sarana untuk senyatanya membuatnya tidak tersedia).

Pembahasan sistematis tentang seni dan kerajinan ini merupakan pengungkapan yang paling sederhana dari arti "teknologi", dari akar kata-kata Yunani techne, seni kerajinan, dan logika,

perkataan. Bangsa Yunani kuno tidak mempunyai istilah gabungan semacam itu karena para filsufnya memisahkan keterampilan tangan dari usaha-usaha intelektual.



Wujud integrasi gagasan dalam satuan olah pikir menjadi kesatuan utuh dari pemenuhan kebutuhan manusia

Pembuatan barang-barang buatan dari manusia itu telah dimulai sejak jaman prasejarah manusia. Oleh karena itu, zaman yang lampau dalam pertumbuhannya dibedakan dalam Zaman Batu, Zaman Perunggu, dan Zaman Besi. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya teknologi dalam pertumbuhan dari zaman yang satu ke zaman yang lain.

A.Gehlen dalam bukunya *Man in the Age of Technology* (terjemahan dari bahasa Jerman, 1980) berpendapat bahwa dalam sejarah perkembangan manusia hanya ada dua titik waktu yang sangat penting, yaitu:

Revolusi neolitik: mulai titik waktu ini manusia beralih dari hidup mengembara dan berburu ke keadaan hidup menetap dengan mengembangkan pertanian dan pemeliharaan hewan.

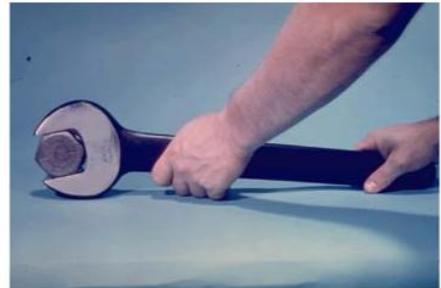
Revolusi industri: berkembangnya kebudayaan mesin yang memenuhi kebutuhan manusia dan mengubah tatanan hidupnya.

Seorang ahli lain, Ladislav Tondl membedakan tiga ragam dasar teknologi yang sekaligus menunjukkan perkembangan historis yang berlainan, yaitu:

(1) Alat

Sesuatu alat misalnya ialah kunci-kunci, palu, pengungkit, obeng, atau pisau. Alat ini bergerak semata-mata berdasar tenaga dari otot manusia. Pada umumnya manusialah yang

membimbing dan mengendalikan alat-alat, dengan demikian manusia jugalah yang menjadi sumber informasi.



(2) Mesin dan Motor

Mesin adalah sesuatu sistem peralatan yang tidak menggunakan tenaga manusia, melainkan sumber-sumber tenaga di luar manusia seperti misalnya hewan peliharaan, tenaga angin, atau arus 'air. Mesin yang lebih tinggi dari alam, misalnya air yang setelah digodok mendidih berubah menjadi tenaga uap. Mesin-mesin itu masih tetap memerlukan manusia untuk membimbing dan mengendalikannya. Jadi, manusia masih tetap merupakan sumber informasi walaupun sudah tidak lagi menjadi sumber tenaganya.



(3) Automaton

Perlengkapan teknologi yang paling tinggi ragamnya dan paling canggih dinamakan automaton (perlengkapan otomatis yang dapat berjalan dan mengatur sendiri). Perlengkapan ini

(berdasarkan asas sibemetika yang menggantikan fungsi pengendalian manusiawi) mampu membuat keputusan dan mengatur sendiri.



System bekerja atas dasar teknik control, sebagai wujud pemikiran manusia

Demikianlah pengertian teknologis sebagai barang buatan manusia. Status ontologis teknologi ini umumnya diterima para ahli sebagai perpanjangan dari organ tubuh manusia. Dalam perkembangan terakhir yang meninggalkan teknologi mekanis menuju teknologi elektronis, menurut Herbert Marshall McLuhan dalam bukunya *Understanding Media: The Extensions of Man* (1964) berbagai perlengkapan elektronis tetap merupakan perpanjangan atau ekstensi dari manusia, yaitu sistem syarafnya.

Persoalan yang sampai saat terakhir sekarang masih diperdebatkan para ahli ialah masalah kecerdasan buatan (misalnya komputer yang bisa bermain catur dan menang) sebagai ekstensi dari pikiran manusia.

Tak dapat disangkal lagi teknologi memegang peranan yang sangat penting dalam sejarah perkembangan manusia sejak masa lampau yang jauh sampai zaman modern. Friedrich Rapp dalam analisisnya yang historis dan sistematis menegaskan hal itu demikian:

"Since the concrete physical foundation for the preservation of life and for development of culture can be secured only through appropriate technological procedures, technology indeed plays a key role in the historical process."

(Oleh karena landasan fisik yang konkret untuk pemeliharaan kehidupan dan untuk pengembangan kebudayaan hanya dapat

dijamin melalui prosedur teknologis yang tepat, teknologi sungguh memainkan suatu peranan kunci dalam proses sejarah).

5. Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia

Pengertian teknologi sebagai barang buatan kurang lengkap dan terlampau sempit. Barang buatan hanyalah suatu hasil akhir dari sebuah proses atau rangkaian kegiatan yang telah berlangsung sebelumnya. Oleh karena itu, pembahasan tentang pengertian teknologi harus menjelaskan kegiatan apa atau bagaimana yang telah terjadi sehingga menghasilkan berbagai barang buatan dari manusia itu.

Setiap barang buatan yang merupakan teknologi tentu dibikin oleh manusia untuk mencapai sesuatu tujuan tertentu seperti misalnya kapak untuk membelah batang pohon, perahu untuk menyeberangi sungai, dan gerobak untuk mengangkut benda. Tujuan itu menentukan macam bahan dan bentuk barang yang akan dibuat. Misalnya untuk membelah batang pohon harus memakai benda alam yang lebih keras ketimbang kayu dan bentuknya alat harus agak pipih (tidak bisa berbentuk palu yang diperuntukkan menghancurkan benda). Untuk menyeberangi sungai tidak bisa digunakan bongkahan batu besar yang dipahat menjadi berbentuk seperti kulit kerang.

Pada kelanjutannya macam bahan dan bentuk barang yang harus dibuat menentukan corak kegiatan yang harus dilakukan oleh manusia. Misalnya kalau barang buatan yang harus dibikin adalah sebuah kursi, maka corak kegiatan yang perlu dilakukan ialah menebang pohon, mengukur batang kayunya, menggergaji, dan melakukan pekerjaan konstruksi yang termasuk kegiatan pertukangan kayu.

Kalau barang buatan yang harus dibikin adalah sebuah selokan, maka corak kegiatan yang perlu dilakukan ialah mencangkul tanah sampai kedalaman tertentu, memasang bata, dan merekatnya dengan semen yang termasuk kegiatan tukang batu.

Kegiatan manusia yang termasuk pengertian teknologi pada pokoknya dapat dibedakan dalam dua jenis, yaitu membikin dan menggunakan. Membikin adalah kegiatan merancang dan menciptakan sesuatu barang buatan, sedang menggunakan adalah melakukan sesuatu kegiatan sesuai dengan fungsi suatu barang buatan yang telah dibikin. Sebagai contoh misalnya pembuatan perahu pada zaman dahulu, orang harus terlebih dahulu membikin kapak, palu, gergaji, dan alat pengukur. Kemudian barulah orang membikin perahu dengan menggunakan alat-alat itu. Jadi, dalam pembikinan suatu perahu yang

Mesin pencetak block motor, yang bekerja berdasarkan otomatis

senyatanya dilakukan dua jenis kegiatan membikin dan menggunakan. Dalam zaman modern sekarang, kegiatan menggunakan berbagai peralatan, mesin, dan perlengkapan lainnya dalam pabrik untuk memproduksi (membikin) sesuatu barang buatan tampak lebih menonjol. Kedua kegiatan membikin dan kegiatan menggunakan itu sebagai teknologi harus dibedakan.



Kegiatan manusia yang termasuk pengertian teknologi pada pokoknya dapat dibedakan dalam dua jenis, yaitu membikin dan menggunakan. Membikin adalah kegiatan merancang dan menciptakan sesuatu barang buatan, sedang menggunakan adalah melakukan sesuatu kegiatan sesuai dengan fungsi suatu barang buatan yang telah dibikin.

Sebagai contoh misalnya pembuatan perahu pada zaman dahulu, orang harus terlebih dahulu membikin kapak, palu, gergaji, dan alat pengukur. Kemudian barulah orang membikin perahu dengan menggunakan alat-alat itu. Jadi, dalam pembikinan suatu perahu yang senyatanya dilakukan dua jenis kegiatan membikin dan menggunakan. Dalam zaman modern sekarang, kegiatan menggunakan berbagai peralatan, mesin, dan perlengkapan lainnya dalam pabrik untuk memproduksi (membikin) sesuatu barang buatan tampak lebih menonjol. Kedua kegiatan membikin dan kegiatan menggunakan itu sebagai teknologi harus dibedakan.



Encarta Encyclopedia, Courtesy of Ford Motor Company

Perilaku dalam proses pembuatan barang teknologi



Perilaku kesiapan menggunakan barang teknologi

Dengan demikian, jelaslah kini apa yang dimaksud dengan teknologi sebagai kegiatan manusia. Tidak setiap kegiatan manusia adalah teknologi, melainkan hanyalah kegiatan yang mempunyai dua ciri pokok, yaitu efisien dan bertujuan tertentu (yang menyangkut kebutuhan kebendaan).

Efisiensi adalah sebuah konsepsi (dalam pikiran manusia) yang menunjukkan perbandingan terbaik antara suatu kerja dengan hasilnya. Oleh karena ada dua faktor (kerja dan hasil), maka perbandingan terbaik itu harus dilihat dari salah satu faktornya dan tidak dapat dari kedua-duanya.

Dilihat dari faktor hasil, suatu kegiatan adalah efisien kalau dengan suatu kerja tertentu memberikan hasil yang terbesar. Misalnya dalam teknologi modem dibuat tiga sepeda motor dengan ukuran silinder yang sama, kalau masing-masing diberi sumber tenaga berupa bensin satu liter, maka mesin yang efisien adalah sepeda motor yang dapat mencapai jarak yang terjauh.

Kedua faktor itu tidak dapat digunakan bersama-sama secara berbarengan untuk menentukan efisiensi dari sesuatu kegiatan. Jadi, tidaklah tepat kalau mengatakan dengan kerja yang sekecil-kecilnya untuk mencapai hasil yang sebesar-besarnya. Oleh karena efisiensi adalah perbandingan terbaik antara suatu kerja dengan hasilnya, maka juga tidak tepat kalau dibuat derajat

perbandingan seperti misalnya lebih efisien atau paling efisien.

Seorang ahli Perancis Jacques Ellul dalam bukunya *La Technique* (1954) yang kemudian diterjemahkan dalam bahasa Inggris menjadi *The Technological Society* dalam membahas teknologi memberikan definisi yang berikut:

"In our technological society, technique is the totality of methods rationally arrived at and having absolute efficiency (for a given stage of development) in every field of human activity."

Dalam masyarakat teknologis kita, tehnik adalah keseluruhan metode yang dicapai secara rasional dan mempunyai efisiensi mutlak (untuk suatu tahap pengembangan tertentu) dalam setiap bidang kegiatan manusiawi.

Pengertian efisiensi mutlak dalam perumusan Ellul tersebut di atas berarti satu cara yang terbaik (the one best way). Dari perumusan Ellul itu juga dinyatakan bahwa efisiensi mutlak itu berlaku untuk suatu tahap pengembangan tertentu. Kalau kemudian tahap pengembangan itu beralih lebih canggih lagi, tentu efisiensi mutlak itu juga menjadi lebih maju lagi. Jadi, efisiensi (perbandingan terbaik) pada suatu masa tertentu kemudian memang dapat digantikan oleh efisiensi pada perkembangan berikutnya yang lebih maju lagi. Ciri kedua dari teknologi sebagai kegiatan manusia yang bertujuan tertentu berarti kegiatan manusia itu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan, memecahkan masalah, atau "mengatasi kesulitan tertentu dan umumnya menyangkut kebutuhan kebendaan.

Seperti dikatakan di muka, tidak setiap kegiatan manusia termasuk pengertian teknologi. Misalnya kegiatan manusia mencari dan menggali pengetahuan ilmiah termasuk kegiatan penelitian, kegiatan menyembah kepada sesuatu yang kudus tergolong kegiatan keagamaan (walaupun dengan menumpuk batu-batuan menjadi semacam permukaan), dan kegiatan menari-nari untuk mengungkapkan perasaan yang gembira atau sedih adalah kegiatan seni.



Teknologi adalah kegiatan manusia yang efisien dan bertujuan tertentu. Pembahasan lebih mendalam terhadap pengertian kegiatan yang demikian itu menghasilkan gambaran tentang adanya cara, langkah, metode (seperti rumusan Ellul), rutin, dan prosedur. Semua cara sampai prosedur dari kegiatan manusia itu dapat dicakup dalam satu istilah, yaitu teknik.

Teknik merupakan perpaduan cara dan langkah tepat yang telah terpolakan secara baik untuk melakukan suatu kegiatan. Misalnya kegiatan memasang paku pada tembok ada tekniknya yang telah terpolakan dan pasti terselesaikan sebaikbaiknya, yaitu paku dipegang dengan jari-jari telunjuk dan jempol tangan kiri, kemudian ujung paku ditempelkan pada tembok menurut ketinggian yang ditentukan; selanjutnya tangan kanan dengan palu memukul pangkal paku secara ritmis sehingga paku masuk ke dalam tembok sedalam yang diinginkan. Ini merupakan tekniknya dari kegiatan memasang paku dan bukannya dengan cara melemparkan paku ke udara dan kemudian menghantamnya dengan palu sekeras mungkin seperti seorang pemain tenis yang sedang melakukan servis.

Untuk setiap kegiatan manusia apa pun tentu ada tekniknya dan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan berhasil pasti diperlukan teknik-teknik tertentu. Teknik itu bisa melibatkan tenaga kasar semata-mata, tetapi juga bisa menyangkut kecerdasan pikiran. Selanjutnya teknik dapat diperoleh dari pengalaman seperti terjadi pada zaman kuno; tetapi dalam abad modern ini untuk teknologi canggih, tekniknya harus bersumber pada pengetahuan ilmiah. Sebagai contoh, perancangan keinsinyuran adalah salah satu teknik yang harus berdasarkan pengetahuan ilmiah.

Menurut ahli sejarah teknologi Robert Buchanan, teknik pada dasarnya adalah metode untuk menciptakan alat-alat baru dan produk-produk baru dari alat-alat itu. Kemampuan menciptakan alat dan produk itu merupakan sebuah ciri yang menentukan dari manusia berdasarkan kemampuannya berpikir secara sistematis dan kreatif tentang teknik dan bukan berdasarkan naluri alaminya seperti pada hewan. Misalnya seekor monyet dapat secara instingtif berdasarkan naluri kehewanannya memungut

sebatang kayu dan menggunakannya untuk memukul jatuh beberapa batang pisang dari pohonnya. Tetapi, hanya manusia lah yang dapat merancang sebuah tongkat dan ujungnya ditempel pisau untuk menggaet putus seluruh tandan pisang. Buchanan menegaskan kemampuan khas manusia itu dan kaitannya dengan sejarah teknologi sebagai berikut:

"Man in contrast with other species, does not possess highly developed instinctive reactions but does have the capacity to think systematically and creatively about techniques. He can, thus, innovate and consciously modify his environment in a way no other terrestrial species has achieved.

By virtue of his nature as a tool-maker, man is therefore a technologist from the beginning, and the history of technology encompasses the whole evolution of man."

(Manusia, dalam perbedaannya dengan jenis-jenis makhluk lain, tidak memiliki reaksi-reaksi naluriah yang berkembang tinggi, tetapi memiliki kemampuan berpikir secara sistematis dan kreatif tentang tehnik-tehnik. Ia dapat, dengan demikian, memperbaharui dan secara sadar mengubah lingkungannya dalam suatu cara yang tiada jenis-jenis makhluk. bumi lain telah mencapainya).

Berdasarkan sifat dasarnya sebagai pembikin alat, manusia karenanya adalah pelaku teknologi sejak awal mulanya, dan sejarah teknologi mencakup seluruh evolusi manusia.



Microsoft © Encarta © 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Banyak para ahli dalam karya tulisnya tentang teknologi menganut pengertian teknologi sebagai kegiatan manusia. Sekedar sebagai contoh saja dapat dikutipkan dua definisi berikut:

If science is a method for the description, creation and understanding of human experience, technology may be defined as human activity directed toward the satisfaction of human needs (real or imagined) by the more effective use of man's environment.

(Kalau ilmu adalah suatu metode untuk pelukisan, penciptaan dan pemahaman dari pengalaman manusiawi, teknologi dapat didefinisikan sebagai kegiatan manusiawi yang diarahkan pada pemuasan kebutuhan manusiawi (yang nyata atau khayalan) dengan penggunaan yang lebih efektif dari lingkungan manusia)

Technology is the activity by which man devises and creates material objects of practical value. Automobiles, television sets, synthetic detergents, spacecraft, and synthetic fibers are products of technology.

Teknologi adalah kegiatan yang dengannya manusia merencanakan dan menciptakan benda-benda material yang bernilai praktis. Mobil, pesawat televisi, serbuk sabun buatan, kendaraan ruang angkasa, dan serat buatan adalah hasil-hasil teknologi)

(Ilmu dan teknologi benar-benar sepadan dalam pikiran masyarakat, dan dalam kenyataannya sering tidak terpisahkan satu dari yang lain)

6. Teknologi Sebagai Kumpulan Pengetahuan

Pelaksanaan kegiatan manusia membikin dan menggunakan sesuatu barang buatan mencakup tehnik tertentu. Suatu tehnik yang sederhana dapat diperoleh secara intuitif, tetapi tehnik yang rumit dan luas hanya bisa didapatkan melalui pengetahuan. Analisis yang lebih mendalam lagi terhadap teknologi sebagai

kegiatan manusia yang secara sistematis langkah demi langkah dilakukan untuk mencapai sesuatu tujuan tertentu secara efisien sampai pada faktor pengetahuan yang mendasari kegiatan itu. Pengetahuan ini harus dipelajari oleh manusia baik dari pengalaman sendiri maupun dari sumber-sumber lain untuk dapat melakukan kegiatan yang merupakan teknologi.

Dengan demikian, terdapatlah konsepsi yang ketiga tentang pengertian teknologi sebagai kumpulan pengetahuan yang melengkapi pengertian teknologi sebagai barang buatan dan sebagai kegiatan manusia yang efisien dan bertujuan.

Penciptaan istilah 'teknologi' dalam abad XVIII juga semula dimaksudkan untuk memberikan suatu nama kepada "*the branch of knowledge that deals with the industrial arts*" (*cabang pengetahuan yang menyangkut seni industri*) atau "*systematic knowledge of and its application to industrial processes*" (*pengetahuan sistematis tentang dan penerapannya pada proses-proses industri*).

Seorang ahli Tom Burns mengartikan teknologi sebagai kumpulan pengetahuan, tetapi pengetahuan itu dibedakan menjadi dua kelompok, yakni pengetahuan yang masih terdapat pada bangsa yang terbelakang atau kurun masa sebelum industrialisasi zaman modern dan pengetahuan yang telah bersangkutan paut dengan masyarakat-masyarakat industri. Penjelasannya sebagai berikut :

"Two general meanings of this term have become fairly well established:

- (1) *In regard to primitive or backward peoples and to period of prehistory or history prior to industrialization in the modern sense, and in the context of archeology and social anthropology - the term denotes the body of knowledge available for the fashioning of implements and artifacts of all kinds, for the practice of crafts and man all skills (except religious, magical, military, or culinary performances) and for the extraction or collection of materials of all kinds (except those used for food or religious or magical rituals).*

- (2) *In regard to societies already industrialized or becoming one - the term denotes the whole, or an organized sector of, the body of knowledge about (a) scientific principles and discoveries and (b) existing and previous industrial processes, resources of power and materials, and methods of transmission and communication, which are thought to be relevant to the production or improvement of goods and services."*

Dua makna umum istilah ini telah menjadi mapan dengan cukup baik:

- (1) Sehubungan dengan bangsa-bangsa primitif atau terbelakang dan dengan masa-masa prasejarah atau sejarah sebelum industrialisasi menurut arti modern, dan dalam konteks arkeologi dan antropologi sosial istilah itu menunjuk pada kumpulan pengetahuan yang tersedia untuk pembentukan perkakas dan alat-alat segala macam, untuk pelaksanaan kerajinan dan keterampilan manual (kecuali praktek-praktek keagamaan, magis, militer, atau masak-memasak) dan untuk pengambilan atau pengumpulan bahan-bahan segala macam (kecuali bahan-bahan yang digunakan untuk makanan dan untuk upacara keagamaan dan magis).
- (2) Sehubungan dengan masyarakat yang sudah berindustri atau yang sedang menjadi demikian - istilah itu menunjuk pada keseluruhan atau suatu sektor teratur, dari kumpulan pengetahuan tentang (a) asas-asas dan penemuan ilmiah dan (b) proses industri yang sekarang ada maupun yang sebelumnya ada, sumber-sumber tenaga dan bahan-bahan, dan metode transmisi dan komunikasi, yang dianggap relevan untuk pembuatan atau perbaikan barang-barang dan jasa-jasa.
- (3) Jadi, pengertian teknologi sebagai kumpulan pengetahuan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengetahuan yang masih bersifat tradisional sebelum terjadinya industrialisasi dan pengetahuan yang telah bercorak modern dalam masyarakat industri untuk produksi berbagai barang dan jasa.

Sebuah pembagian yang lebih terinci dan tegas tentang ragam-ragam pengetahuan yang merupakan teknologi dibuat oleh Mario

Bunge. Menurut pendapat Bunge ada 4 ragam teknologi sebagai pengetahuan, yaitu:

- (1) Keterampilan gerak inderawi yang tak disadari (unconscious sensorimotor skill)
Keterampilan membikin dan menggunakan barang buatan ini dipelajari melalui semacam latihan intuitif dalam praktek atau contoh dari seorang yang telah mahir kepada pengikutnya.
- (2) Aturan-aturan berdasarkan pengalaman praktek dari karya yang prailmiah (rules of thumb of pre scientific work)
Aturan-aturan itu merupakan generalisasi tentang pembikinan dan penggunaan barang buatan yang sukses, misalnya aturan-aturan untuk membikin baju dan model pesawat terbang.
- (3) Pernyataan-pernyataan aturan pragmatis (nomopragmatic statements). Pernyataan-pernyataan itu mempunyai bentuk "Kalau A maka B" tetapi sepenuhnya mengacu secara kongkret pada pengalaman. Pernyataan itu menyerupai kaidah-kaidah empiris yang digeneralisasi berdasar pengalaman. Contohnya ialah pernyataan yang dibuat oleh Frederick Taylor dari hasil studinya tentang waktu dan gerak dalam pelaksanaan pekerjaan pertambangan.
- (4) Teori-teori teknologis (technological theories). Teori-teori teknologis itu dibedakan oleh Bunge dalam dua macam, yaitu teori teknologis substantif dan teori teknologis operatif. Teori teknologis substantif pada dasarnya adalah penerapan teori ilmiah pada situasi yang hampir nyata. Teori teknologis substantif membentuk ilmu-ilmu keinsinyuran dan sesungguhnya merupakan ilmu terapan, karena menggunakan isi dan metode ilmu. Teori teknologis operatif menyangkut pelaksanaan pekerjaan orang dan gabungan orang - mesin pada situasi yang hampir nyata. Teori teknologis operatif hanya menggunakan metode ilmu dan menerapkannya pada masalah tindakan untuk mengembangkan teori ilmiah tentang tindakan.

Demikianlah banyak ahli teknologi yang menerima pengertian teknologi sebagai kumpulan pengetahuan dan merumuskan definisi teknologi sesuai dengan pengertian ini. Sekedar sebagai contoh dapat dikutipkan tiga definisi berikut dari yang paling

sederhana sampai pada yang lebih terinci dan yang paling lengkap:

Basically, technology is knowledge; knowledge: knowledge of how to make things, but also knowledge of how to do things. (Pada dasarnya teknologi adalah pengetahuan: pengetahuan tentang cara membikin barang, tetapi juga pengetahuan tentang cara mengerjakan barang.)

A technology is any systematized practical knowledge, based on experimentation and/or scientific theory, which enhances the capacity of society to produce goods and services, and which is embodied in productive skills, organization, or machinery.

(Suatu teknologi adalah sesuatu pengetahuan praktis yang teratur berdasarkan per-cobaan dan/atau teori ilmiah, yang memperbesar kemampuan masyarakat menghasilkan barang dan jasa, dan yang terwujud dalam keterampilan produktif, organisasi, atau mesin)

Technology denotes the whole or an organic part of knowledge about:

- (1) *scientific principles of discoveries;*
- (2) *industrial processes;*
- (3) *material and energy resources;*
- (4) *methods of transport and communication, so far as it relates directly to the production or improvement of goods and services.*

Teknologi mengacu pada keseluruhan atau suatu bagian organis dari pengetahuan tentang:

- (1) asas-asas dan penemuan-penemuan ilmiah;
- (2) proses industri;
- (3) sumber-sumber daya benda dan tenaga;
- (4) metode-metode pengangkutan dan komunikasi, sepanjang ini berhubungan langsung dengan produksi atau perbaikan barang dan jasa.

Teknologi adalah berbagai alat, tehnik, prosedur, barang; barang-barang buatan manusia yang diciptakan oleh manusia industri modern untuk meningkatkan kekuatan pikiran dan tubuhnya.)

7. Teknologi Sebagai Kebulatan Sistem

Ahli filsafat teknologi Carl Mitcham dalam makalahnya berjudul "Types of Technology" mengemukakan empat pengertian teknologi, yaitu:

- (1) *Technology-as-object* (teknologi sebagai barang). Obyek itu meliputi alat, perlengkapan, dan mesin.
- (2) *Technology-as-process* (teknologi sebagai proses). Proses itu mencakup pembikinan, penggunaan, penciptaan, dan perancangan.
- (3) *Technology-as-knowledge* (teknologi sebagai pengetahuan). Pengetahuan itu berupa keterampilan, aturan, dan teori.
- (4) *Technology-as-volition* (teknologi sebagai keinginan). Keinginan itu berwujud pada kekuasaan, kelangsungan hidup, kebebasan, dorongan batin, atau ke. butuhan.

Seorang ahli Jerman Max Eyth pada awal abad XX merumuskan definisi "*technology is everything that gives corporeal form to human will*" (teknologi adalah semua hal yang memberi bentuk badaniah pada keinginan manusia).

Perumusan ini demikian sangat luas dan sukar dipahami, karena mencakup berbagai perwujudan maupun kemungkinan dari kehidupan tak terhingga yang dapat dihasilkan oleh dunia jiwa murni yang tak terbatas.

Demikianlah, dalam kepustakaan teknologi terdapat aneka ragam pendapat yang menyatakan bahwa teknologi adalah transformasi (perubahan bentuk) dari alam, teknologi adalah realitas kenyataan yang diperoleh dari dunia ide, teknologi dalam makna

subyektif adalah cara yang tepat untuk mencapai suatu tujuan dan dalam makna obyektif adalah keseluruhan peralatan dan prosedur yang disempurnakan, teknologi adalah ini, teknologi adalah itu, atau sampai pernyataan bahwa teknologi adalah segala hal dan segala hal adalah teknologi (technology is everything and everything is technology).

Masing-masing pengertian tentang teknologi itu sendiri-sendiri tidak memberikan penjelasan yang lengkap dan oleh karenanya tentu kurang memuaskan. Dalam bab ini kami akan berusaha memberikan suatu pembahasan yang bulat dan menyeluruh sehingga pengertian teknologi menjadi sungguh-sungguh jelas.

Menurut penelaahan kami, pembahasan yang bulat dan menyeluruh itu akan tercapai kalau teknologi ditinjau sebagai sebuah sistem. Ini berarti teknologi hendaknya dibahas sebagai suatu kebulatan unsur-unsur yang saling berkaitan dan bertalian timbal balik dengan lingkungan sekelilingnya. Analisis logis yang perlu dilakukan ialah menemukan berbagai unsure yang pokok dari kebulatan sistem itu dan menghubungkannya satu sama lain secara tertib sehingga mewujudkan suatu gambaran yang sistematis.

Tinjauan terhadap teknologi sebagai sebuah sistem pernah dikemukakan oleh Peter Drucker pada akhir dasawarsa lima puluhan. Drucker berpendapat bahwa teknologi harus dianggap sebagai suatu sistem, yaitu suatu kumpulan dari satuan-satuan dan kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan dan saling berkomunikasi. Selanjutnya dijelaskan secara rinci demikian:

Interaction of all the forces and factors within the system register some discernible effect, and where in turn the complexities of the system can be resolved in one theoretical model. Tools, processes, products are clearly incapable of providing such focus for the understanding of the complex system we call "technology". It is just possible, however, that work might provide the focus, might provide the integration of all these interdependent, yet autonomous variables, might provide one unifying concept which will enable us to understand technology both in itself and in its role, its impact on and relationships with values and institutions, knowledge and beliefs, individual and society."

Kita mengetahui bahwa kita bisa menelaah dan memahami suatu sistem demikian itu hanya kalau kita mempunyai suatu titik pusat pemersatu di mana saling kaitan dari semua kekuatan dan faktor dalam sistem itu mencatatkan sesuatu akibat yang dapat dilihat, dan di mana pada kelanjutannya kerumitan dari sistem

itu dapat diselesaikan dalam satu model teoretis.

Alat-alat, proses, produk jelas tidak mampu memberikan titik pusat demikian untuk memahami sistem rumit yang kita sebut "teknologi". Namun, kiranya mungkin bahwa kerja dapat memberikan titik pusat itu, dapat memberikan penyatu paduan dari semua unsur berubah-ubah yang saling bergantung namun bebas ini, dapat memberikan satu konsep pemersatu yang memungkinkan kita memahami teknologi kedua-keduanya dalam dirinya sendiri dan dalam peranannya, dampaknya pada dan hubungan-hubungannya dengan nilai-nilai dan pranatapanrata, pengetahuan dan keyakinan secara perorangan dan masyarakat.

Seorang ahli Perancis Alexandre Koyre menganggap teknologi sebagai suatu sistem pemikiran berdasarkan akal sehat yang tidak bergantung pada pemikiran ilmiah. Teknologi menghasilkan aturan-aturannya sendiri secara bebas yang akhirnya menjadi suatu kumpulan teori teknologis.

Seorang guru besar Amerika Serikat Edwin Layton, Jr. menyatakan perlunya memahami teknologi dari arah dalam sebagai suatu kumpulan pengetahuan maupun sebagai suatu sistem sosial.

Terakhir seorang ahli lain Charles Hoban walaupun tidak memakai istilah sistem menyatakan bahwa teknologi adalah sebuah organisasi tersatupadukan yang rumit dari berbagai orang, mesin, gagasan, prosedur, dan manajemen.

Demikianlah empat ahli yang mengemukakan pengertian teknologi sebagai kebulatan yang disebut sistem. Drucker menyarankan sistem kerja, Koyre mengemukakan sistem pemikiran, Layton mengajukan sistem sosial, dan Hoban berbicara tentang suatu organisasi tersatupadukan dari bermacam-macam unsur.

Dalam pemahaman kami teknologi bukan saja dapat dipandang sebagai suatu sistem, melainkan teknologi memang sebuah sistem nyata (*real system*). Untuk pengertian sistem dapatlah diikuti pendapat von Bertalanffy yang merumuskannya sebagai suatu himpunan unsur-unsur yang dalam keadaan saling berhubungan satu sama lain dan dengan lingkungan sekeliling, sedang real sistem ialah suatu entitas yang diketahui dengan atau disimpulkan dari pengamatan dan ada secara bebas dari pengamat yang bersangkutan.

Ditinjau dari sudut kedua konsep itu jelas teknologi merupakan suatu sistem yang nyata ada. Persoalan yang perlu ditegaskan lebih dulu ialah sebagai sistem apa atau yang bagaimana sebelum

dibahas unsur-unsur dan saling hubungannya.

Techne semula merupakan seni yang bersangkutan paut dengan tukang kayu, seseorang yang membikin barang-barang dari material kayu. Dengan demikian, kata itu mengandung arti pekerjaan tukang. Dari techne kemudian lahirlah perkataan teknikos yang berarti seseorang yang memiliki suatu keterampilan tertentu.

Dengan berkembangnya keterampilan seseorang yang menjadi semakin tetap karena menunjukkan pola, langkah, dan metode yang pasti, keterampilan itu lalu menjadi tehnik. Tehnik sejak dahulu kala dibedakan dari cara-cara berbuat manusia lainnya karena merupakan cara melakukan berbagai hal yang bertujuan rasional langkah demi langkah.

Selanjutnya tehnik tidak lagi terbatas pada kerajinan tukang kayu saja, melainkan meluas ruang lingkupnya sehingga menyangkut semua hasil pekerjaan tangan sampai seluruh keterampilan praktis dari perkayuan hingga pertanian, persenjataan hingga kendaraan, pengolahan material hingga pembuatan bangunan, dan terakhir sampai produksi barang-barang pabrik.

Sampai pada permulaan abad XX ini, istilah teknologi telah dipakai secara umum dan merangkum suatu rangkaian sarana, proses, dan ide disampingnya alat-alat dan mesin-mesin. Perluasan arti itu berjalan terus sehingga sampai pertengahan abad ini muncul perumusan teknologi sebagai *"the means or activity by which man seeks to change or manipulate his environment"*. (sarana atau aktivitas yang dengannya manusia berusaha mengubah atau menangani lingkungannya). Ini merupakan suatu pengertian yang amat luas karena setiap sarana perlengkapan atau ikhtiar kegiatan manusia untuk menguasai lingkungannya yang alamiah maupun kultural tergolong sebagai teknologi. Langdon Winner menegaskan perubahan konsepsi itu se bagai berikut:

"In the twentieth century, however, the linguistic convention has gradually changed. Technology has expanded rapidly in both its denotative and connotative meanings. It is now widely used in ordinary and academic speech to talk about an unbelievably diverse collection of phenomena-tools, instruments, machines, organizations, methods, techniques, systems, and the totality of all these and similar things in our experience."

(Namun, dalam abad kedua puluh konvensi kebahasaan lama-kelamaan telah berubah. Teknologi telah meluas dengan cepat

baik dalam arti pencakupannya dan penciriannya. Istilah itu sekarang dipakai secara meluas dalam percakapan biasa dan akademik untuk membicarakan tentang sekumpulan gejala yang tak terkira aneka ragamnya - alat-alat, instrumen-instrumen, mesin-mesin, organisasi-organisasi, metode-metode, teknik-tehnik, sistem-sistem, dan keseluruhan dari semuanya ini dan hal-hal yang serupa dalam pengalaman kita.)

Dengan demikian, teknologi sebagai perlincian fenomena satu persatu meliputi sangat banyak unsur dan menjangkau aneka ragam bidang. Tetapi, semua hal itu mempunyai ciri pokok sebagai keterampilan praktis untuk mencapai sesuatu tujuan tertentu.

Keterampilan itu sebagai suatu keseluruhan yang melibatkan berbagai tehnik, metode, langkah, pola, dan pengetahuan merupakan kemahiran membikin atau menggunakan sesuatu barang.

Dari asal-usul perkataannya dan perkembangan gejalanya sudahlah tegas bahwa ciri penentu teknologi ialah keterampilan praktis. Dengan demikian, teknologi adalah se buah sistem keterampilan praktis. Sistem ini berkisar pada proses membikin atau menggunakan sesuatu barang dengan memanfaatkan berbagai benda dan tenaga alam untuk mengatasi sesuatu masalah.

Pendapat kami tersebut di atas ternyata memperoleh penguatan dari Enrico Cantore yang menyatakan demikian:

"For technology always was and still is a self-contained body of practical skills or know-how, whereas science is eminently a search for knowledge."

(Karena teknologi senantiasa telah dan masih merupakan suatu kumpulan yang dapat berdiri sendiri dari keterampilan, praktis atau pengetahuan tentang caranya, sedang ilmu adalah nyata suatu pencarian untuk pengetahuan.)

Hal yang kini perlu dibahas lebih lanjut ialah apa pengertian keterampilan itu. Sebuah International Dictionary of Education memberikan perumusan yang lengkap tentang keterampilan itu sebagai berikut:

"Systematic and coordinated patten of mental and/ or physical activity, usually involving both receptor processes (senses which receive stimuli) and effector processes (muscles and or glands which provide responses). Skills may be perceptual, motor, manual,

intellectual, social, etc. according to context or dominant aspect of skill patterns."

(Pola dari kegiatan mental dan atau fisik yang terkoordinasikan dan sistematis, biasanya meliputi kedua-duanya proses-proses penerimaan (indera-indera yang menerima rangsangan) dan proses-proses pelaksanaan (otot dan atau kelenjar yang memberikan tanggapan). Keterampilan dapat bercorak perseptual, gerak, tenaga kasar, intelektual, sosial, dan lain-lainnya sesuai dengan lingkungan pemakaian atau segi yang kuat dari pola keterampilan.)

Dalam *The Concise Dictionary of Education* diberikan perumusan yang singkat bahwa skill adalah *"A well-developed capacity of any kind, including intellectual, physical, or artistic capabilities"* (Suatu kemampuan yang telah berkembang baik mengenai apa saja, termasuk kemampuan intelektual, fisik, atau artistik).

Kedua perumusan tersebut di atas merupakan pengertian keterampilan pada umumnya. Khusus dalam kaitannya dengan pengertian teknologi sebagai keterampilan, seorang ahli James Feibleman merumuskannya sebagai berikut:

"The term skill has many meanings, most of them centered around the combination of practical knowledge with ability, but I wish to make it more precise even at the cost of becoming somewhat narrower. "Skill" here, then, will mean proficiency in the use of artifacts.

If man has transformed his environment into one of material culture and himself into civilized man through the use of tools, it is because he has succeeded in developing the requisite skills. A sequence of muscular responses which involves some knowledge of the end in view and of similar previous sequences is a skill. Skills are acquired through repetition. They are produced by so building action patterns into sets of muscles that proficiency is acquired. Skills are often themselves the sources of technological progress. By doing, it is possible to learn how to do better, which is the way skills suggest their own improvement."

Istilah keterampilan mempunyai banyak arti, kebanyakan artinya berkisar sekitar kombinasi pengetahuan praktis dengan kemampuan, tetapi saya ingin membuatnya lebih tepat sekalipun dengan akibat menjadi agak lebih sempit. Maka keterampilan

disini akan berarti kemahiran dalam penggunaan peralatan.

Jika manusia telah mengubah lingkungannya menjadi lingkungan kebudayaan material dan dirinya sendiri menjadi manusia yang beradab melalui penggunaan alat-alat, sebabnya ialah manusia telah berhasil mengembangkan keterampilan-keterampilan yang diperlukan. Serentetan respon-respon otot yang melibatkan suatu pengetahuan tentang tujuan yang dibayangkan dari tentang rentetan-rentetan terdahulu yang serupa adalah suatu keterampilan.

Keterampilan diperoleh melalui pengulangan, atau dihasilkan dengan membentuk pola-pola tindakan dalam kumpulan otot-otot sedemikian sehingga kemahiran tercapai. Konsep efisiensi sebagai perbandingan terbaik antara suatu kegiatan dengan hasilnya menjadi suatu ideal, nilai, dan sekaligus ukuran yang perlu diwujudkan dalam teknologi. Penggunaan berbagai sarana yang tersedia untuk mencapai tujuan-tujuan praktis yang ditentukan perlu berlangsung dalam rangka pelaksanaan kegiatan yang ekonomis dan kerja yang efektif.

Skolimowski dalam karangannya mengenai struktur pemikiran dalam teknologi menegaskan bahwa teknologi bertujuan menciptakan barang baru dengan merencanakan sarana-sarana untuk peningkatan efektifitas. Cara yang efisien dan barang teknologis yang lebih baik merupakan perwujudan dan ukuran perkembangan teknologi selama ini. Dijelaskannya:

"The growth of technology manifest itself precisely through its ability to produce more and more diversified objects with more and more interesting features, in a more and more efficient way. It is a peculiarity of technological progress that it provides the means (in addition to producing new objects) for producing "better" objects of the same kind.

By 'better' many different characteristics may be intended, for example (a) more durable, or (b) more reliable, or (c) more sensitive (if the object's sensitivity is its essential characteristic), or (d) faster in performing its function (if its function has to do with speed), or (e) a combination of the above. In addition to the just mentioned five criteria, technological progress is achieved through shortening the time required for the production of the given object or through reducing the cost of production. Consequently, two

further criteria are reduced expense or reduced time, or both, in producing an object of. By the technological object I mean every artifact produced by man to serve a function, it may be a supersonic airplane as well as a can opener."

(Pertumbuhan teknologi menjadi tampak justru melalui kemampuannya untuk menghasilkan benda-benda yang makin beraneka ragam dengan ciri-ciri yang makin menarik, dalam suatu cara yang makin efisien.

Adalah kekhasan kemajuan teknologis bahwa kemajuan ini memberikan sarana-sarana (disamping menghasilkan barang-barang baru) untuk menghasilkan barang-barang yang lebih baik dari macam yang sama.

Dengan 'lebih baik' dapat dimaksudkan banyak ciri khas yang berbeda-beda, misalnya (a) lebih tahan lama, atau (b) lebih dapat diandalkan, atau (c) lebih peka (jika kepekaan benda itu adalah ciri khasnya yang hakiki), atau (d) lebih cepat dalam melakukan fungsinya (jika fungsinya berkaitan dengan kecepatan), atau (e) gabungan dari yang tersebut di atas itu.

Selain lima ukuran yang baru saja disebutkan, kemajuan teknologis dicapai dengan mempersingkat waktu yang diperlukan untuk menghasilkan barang yang bersangkutan atau dengan mengurangi biaya produksinya. Konsekuensinya, dua ukuran lebih lanjut adalah biaya yang diperkecil atau waktu yang dipersingkat, atau kedua-duanya, dalam menghasilkan suatu barang dari suatu macam tertentu.

Keterampilan diperoleh melalui pengulangan, atau dihasilkan dengan membentuk polapola tindakan dalam kumpulan otot-otot sedemikian sehingga kemahiran tercapai. Konsep efisiensi sebagai perbandingan terbaik antara suatu kegiatan dengan hasilnya menjadi suatu ideal, nilai, dan sekaligus ukuran yang perlu diwujudkan dalam teknologi. Penggunaan berbagai sarana yang tersedia untuk mencapai tujuan-tujuan praktis yang ditentukan perlu berlangsung dalam rangka pelaksanaan kegiatan yang ekonomis dan kerja yang efektif.

Skolimowski dalam karangannya mengenai struktur pemikiran dalam teknologi menegaskan bahwa teknologi bertujuan menciptakan barang baru dengan merencanakan sarana-sarana untuk peningkatan efektifitas. Cara yang efisien dan barang teknologis yang lebih baik merupakan perwujudan dan ukuran

perkembangan teknologi selama ini. Dijelaskannya:

"The growth of technology manifest itself precisely through its ability to produce more and more diversified objects with more and more interesting features, in a more and more efficient way. It is a peculiarity of technological progress that it provides the means (in addition to producing new objects) for producing "better" objects of the same kind.

By 'better' many different characteristics may be intended, for example (a) more durable, or (b) more reliable, or (c) more sensitive (if the object's sensitivity is its essential characteristic), or (d) faster in performing its function (if its function has to do with speed), or (e) a combination of the above. In addition to the just mentioned five criteria, technological progress is achieved through shortening the time required for the production of the given object or through reducing the cost of production. Consequently, two further criteria are reduced expense or reduced time, or both, in producing an object of By the technological object I mean every artifact produced by man to serve a function, it may be a supersonic airplane as well as a can opener."

(Pertumbuhan teknologi menjadi tampak justru melalui kemampuannya untuk menghasilkan benda-benda yang makin beraneka ragam dengan ciri-ciri yang makin menarik, dalam suatu cara yang makin efisien.

Adalah kekhasan kemajuan teknologis bahwa kemajuan ini memberikan sarana-sarana (disamping menghasilkan barang-barang baru) untuk menghasilkan barang-barang yang lebih baik dari macam yang sama.

Dengan 'lebih baik' dapat dimaksudkan banyak ciri khas yang berbeda-beda, misalnya (a) lebih tahan lama, atau (b) lebih dapat diandalkan, atau (c) lebih peka (jika kepekaan benda itu adalah ciri khasnya yang hakiki), atau (d) lebih cepat dalam melakukan fungsinya (jika fungsinya berkaitan dengan kecepatan), atau (e) gabungan dari yang tersebut di atas itu.

Selain lima ukuran yang baru saja disebutkan, kemajuan teknologis dicapai dengan mempersingkat waktu yang diperlukan untuk menghasilkan barang yang bersangkutan atau dengan mengurangi biaya produksinya. Konsekuensinya, dua ukuran

lebih lanjut adalah biaya yang diperkecil atau waktu yang dipersingkat, atau kedua-duanya, dalam menghasilkan suatu barang dari suatu macam tertentu.

Dengan barang teknologis saya maksudkan setiap barang buatan yang dihasilkan oleh manusia untuk menunaikan suatu fungsi, ini dapat berupa pesawat terbang supersonik maupun suatu pembuka kaleng.

Dari segenap uraian di muka kini menjadi jelas konsepsi *kami* bahwa teknologi adalah sebuah sistem, yakni suatu kebulatan terdiri dari bagian-bagian yang saling berkaitan *satu* sarna lain maupun dengan lingkungan sekelilingnya.

Sistem apa atau yang bagaimana telah terjawab dengan sistem keterampilan praktis, atau *see,ara* lebih umum suatu sistem penentuan sarana-sarana untuk meneapai tujuan-tujuan tertentu berdasarkan konsep efisiensi.

Pengertian efisiensi sebagai perbandingan terbaik antara suatu kegiatan yang dilakukan dengan hasil yang tereapai merupakan cita, nilai, dan ukuran yang diusahakan terwujud dalam perkembangan teknologi sejak dulu sampai sekarang.

Taken in the restricted sense, technology comprises concrete, material artifacts, brought about and used by applying the methods of engineering. In the broader definition technology is not restricted to the field of engineering but extended to any kind of efficient, methodological activity.

(Diambil dalam makna terbatas, teknologi terdiri dari barang-barang kebendaan buatan manusia yang konkret, diadakan dan digunakan dengan menerapkan metode-metode keinsinyuran. Dalam batasan yang lebih luas teknologi tidak dibatasi pada bidang keinsinyuran melainkan diperluas pada sesuatu jenis kegiatan metodologis yang efisien.)

8. Lima Segi Sistem Keterampilan Praktis

Berpangkal pada pendapat bahwa sebuah sistem adalah suatu himpunan bagian-bagian yang dikoordinasikan untuk mencapai sekumpulan tujuan, C. West Churchman mengemukakan bahwa dalam pelukisan, sesuatu sistem harus diperhatikan lima seginya yang berikut:

(1) Tujuan-tujuan seluruh sistem dan, lebih khusus, ukuran-

- ukuran pelaksanaan dari seluruh sistem;
- (2) Lingkungan sistem: kendala-kendala tetap;
- (3) Sumber-sumber daya sistem;
- (4) Komponen-komponen sistem, aktivitas-aktivitas, sasaran-sasaran, dan ukuran-ukuran pelaksanaannya;
- (5) Manajemen dari sistem.

Segi pertama sesuatu sistem ialah tujuan-tujuan senyatanya yang ingin dicapai. Tujuan-tujuan itu seringkali terlampaui untuk sehingga perlu ditegaskan secara terperinci dalam ukuran-ukuran pelaksanaan kegiatan dari sistem yang bersangkutan.

Ukuran pelaksanaan kegiatan ini biasanya dapat menunjukkan taraf keberhasilan sesuatu sistem. Sebagai contoh dapatlah dikemukakan misalnya sebuah pabrik yang dipandang sebagai suatu sistem. Tujuannya yang sudah jelas ialah memproduksi barang-barang yang telah ditentukan. Produksi barang yang mencapai jumlah target saja seringkali belum dapat menunjukkan taraf keberhasilan pabrik itu. Oleh karena itu, masih perlu ditegaskan dengan ukuran pelaksanaan kegiatan yang untuk pabrik itu ialah laba bersih yang diperolehnya.

Segi sistem yang kedua ialah lingkungan sekelilingnya, sesuatu yang berada di luar sistem itu dan berada diluar pengendaliannya, tetapi menentukan untuk sebagian kemungkinan-kemungkinan pelaksanaan kegiatan sistem itu. Lingkungan sekeliling merupakan persyaratan atau keadaan yang menjadi pembatas tetap bagi sesuatu sistem. Dengan contoh pabrik seperti di atas, lingkungan sekeliling ini misalnya ialah persyaratan untuk memperoleh modal atau keadaan pasar yang melakukan permintaan terhadap barang itu. Syarat permodalan yang berat atau kondisi pasar yang lesu akan menentukan pelaksanaan produksi pada pabrik itu.

Sumber-sumber yang berada dalam suatu sistem merupakan segi yang ketiga. Sumber adalah sarana yang dipergunakan oleh sistem itu dalam pelaksanaan kegiatannya dan dapat diubah atau dikendalikan sesuai dengan kebutuhan. Dalam sesuatu pabrik pembuatan barang, sumber-sumber itu meliputi modal, tenaga kerja, bahan, mesin, dan perlengkapan lainnya.

Segi keempat sesuatu sistem ialah komponen-komponennya. Ini adalah bagian-bagian yang melaksanakan senyatanya berbagai kegiatan. Sesuatu sistem untuk dapat mencapai tujuannya perlu dibagi-bagi dalam aneka tugas kerja yang masing-masing mempunyai maksud atau peranan tersendiri berikut ukuran keberhasilannya. Dalam pabrik komponen-komponennya misalnya ialah bagian yang membikin barang, bagian yang memasarkan barang, dan satuan-satuan tugas lainnya yang sebagai keseluruhan melaksanakan kegiatan untuk mencapai tujuan pabrik sebagai suatu sistem.

Segi sistem yang kelima dan terakhir ialah manajemennya. Ini merupakan segi yang menyusun rencana, menilai pelaksanaan kegiatan sesuai dengan rencana itu, dan melakukan kontrol dengan mengubah rencana atau tujuan yang perlu dicapai selanjutnya. Untuk melakukan kontrol itu perlu diterima informasi mengenai kekeliruan yang terjadi dan hal yang perlu dibetulkan.

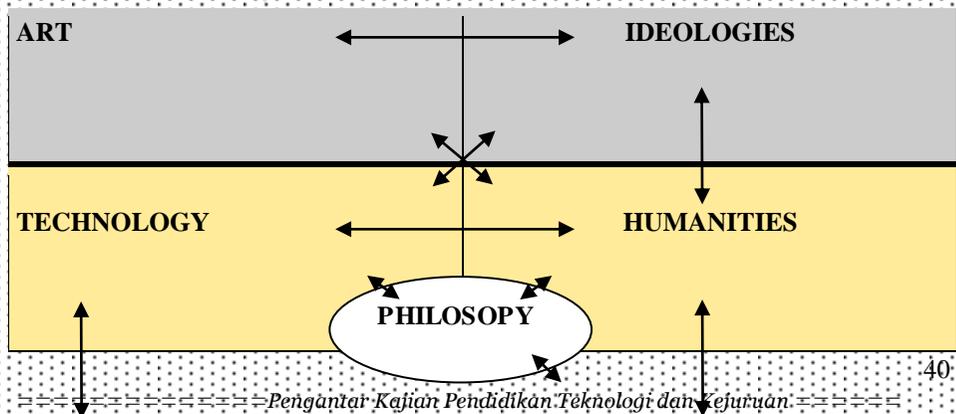
Berdasarkan kelima segi sistem tersebut di atas dapatlah kini dijelaskan segi-segi teknologi sebagai sebuah sistem keterampilan praktis. Sebagaimana telah dikemukakan, teknologi merupakan suatu sistem penggunaan berbagai sarana untuk mencapai tujuan-tujuan praktis. Aneka tujuan praktis manusia yang sangat banyak itu dapatlah kiranya dikembalikan pada suatu tujuan menyeluruh seperti dikemukakan Skolimowski, yaitu perencanaan sarana untuk meningkatkan efektifitas. Selanjutnya pembikinan barang-barang teknologis dapatlah dipandang sebagai ukuran-ukuran pelaksanaan kegiatan dari teknologi. Dengan demikian, segi yang pertama dari teknologi sebagai sebuah sistem ialah berbagai barang yang dapat mencapai sesuatu tujuan apa pun yang ditentukan manusia. Berbagai barang itu dapat secara sistematis dibedakan, dalam jenis-jenis yang berikut:

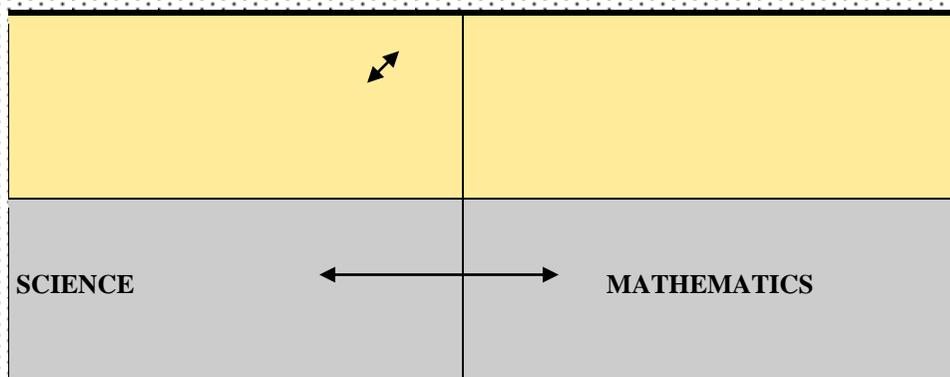
- (1) Bangunan fisik yang diam di tempat, misalnya segala macam gedung, jalan, jembatan, dan pelabuhan.
- (2) Peralatan untuk melakukan segala macam pekerjaan dari alat berupa palu sampai mesin berwujud traktor.
- (3) Barang dan material untuk aneka keperluan dalam kehidupan dari misalnya pakaian sampai kertas tulis.

Dalam abad yang sangat modern dewasa ini, barang-barang teknologis yang dibikin oleh manusia telah menyusup ke dalam hampir semua jenis kegiatan dalam masyarakat. Misalnya bagi kegiatan pengajaran kini ada teknologi pengajaran berupa berbagai perlengkapan audio-visual untuk membuat proses belajar-mengajar menjadi lebih efektif seperti layar dengan proyekturnya atau rekaman kaset untuk belajar bahasa asing dengan menirukan logat orang asing yang bersangkutan.

Kalau pada zaman kuno dahulu di Tiongkok, mendiagnosa penyakit cukup dengan memegang nadi seseorang, kini ada segala macam teknologi kedokteran dari alat potret sinar-X sampai perangkat pemompa jantung. Dahulu kala orang-orang bertempur mungkin menyerupai adu gulat sumo di Jepang dewasa ini, tetapi dengan hadirnya teknologi persenjataan yang serba canggih sebuah kota dengan jutaan penduduk kini dapat dimusnahkan dalam hitungan menit.

Segi teknologi yang kedua ialah lingkungan sekelilingnya. Hal ini tidak lain ialah kebudayaan pada dewasa ini. Kebudayaan dapatlah dianggap sebagai suatu sistem besar yang meliputi teknologi. Kebudayaan dunia modern dewasa ini meliputi berbagai komponen lainnya di sampingnya teknologi. Menurut Bunge kebudayaan dalam masyarakat-masyarakat industri dewasa ini mempunyai enam komponen penting yang saling berhubungan sangat aktif dengan teknologi, yaitu: matematika, ilmu, filsafat, pengetahuan humaniora, ideologi, dan kesenian. Semua komponen itu merupakan sebuah kebudayaan yang digambarkan menjadi bagan yang berikut :





SISTEM KEBUDAYAAN MENURUT BUNGE

Segi ketiga teknologi berupa sumber-sumber ialah berbagai sarana yang dipergunakannya untuk mencapai tujuan. Sumber-sumber itu terdiri dari hal-hal yang berikut:

- (a) Benda dan tenaga alam.
- (b) Kemahiran perseorangan membikin atau menggunakan sesuatu barang.
- (c) Tehnik, yaitu cara yang rasional, tertib, dan terarah, untuk melaksanakan pekerjaan yang bercorak individual ataupun proses dalam pabrik seperti umpamanya tehnik produksi massa.
- (d) Pengetahuan, baik yang berdasarkan pengalaman, pemahaman pribadi, akal sehat, maupun berupa pengetahuan ilmiah.
- (e) Peralatan.

Sumber-sumber itu secara efisien dipakai sehingga menjadi aneka barang teknologis, di antaranya peralatan berupa instrumen, mesin, dan perlengkapan lainnya untuk semua tugas kerja. Ini berarti bahwa teknologi sebagai sebuah sistem menciptakan sendiri salah satu sumbernya dan dengan demikian dapat menentukan potensinya sendiri untuk berkembang atau sekurang-kurangnya mempertahankan ke-beradaannya sendiri. Akibat selanjutnya dari kemampuan itu ialah bahwa teknologi sedikit banyak merupakan sebuah sistem yang dapat berdiri sendiri dan berlangsung terus.

Sekali sistem itu dapat mengubah sumber-sumber menjadi sesuatu benda teknologis, proses ini sukar dihentikan bilamana benda itu dapat dipergunakan untuk membantu mencapai tujuannya. Jadi, sekali suatu alat telah diciptakan (misalnya Mobil) pada umumnya sukar sekali menghentikan proses itu. Bahkan biasanya terus menerus diciptakan alat sejenis yang senantiasa lebih baik. Sejarah teknologi dari berbagai alat perlengkapan sampai saat ini membuktikan hal itu.

Segi keempat dari teknologi sebagai sistem keterampilan praktis ialah komponen aktivitas atau proses kegiatan. Kegiatankegiatan teknologis yang tertua adalah membikin barang, buatan dan menggunakan alat perlengkapan. Dalam abad modem ini bertambah dengan proses perancangan, keinsinyuran, dan produksi secara massal untuk menghasilkan bermacam-macam bangunan dan barang keperluan untuk hidup nyaman seperti misalnya pesawat udara, kapal pesiar, dan mobil mewah.

Segi teknologi yang terakhir ialah manajemen sistem itu. Ini terutama mengacu pada proses kontrol yang berdasarkan informasi yang diperoleh dari lingkungan sekeliling mengadakan perubahan pelaksanaan atau perencanaan baru terhadap penggunaan sumber-sumber, pelaksanaan tugas kerja, dan penciptaan sarana yang lebih baik. Sumber-sumber dipergunakan dan komponen-komponen kegiatan diarahkan untuk menghasilkan sarana teknologis berupa benda-benda dan fasilitas lainnya. Sarana teknologis itu sedikit banyak mempengaruhi lingkungan sekeliling yang selanjutnya dapat memberikan tanggapan-tanggapan tertentu. Informasi tanggapan inilah yang diterima baik proses kontrol sehingga teknologi sebagai sistem yang dapat berdiri sendiri mempunyai kemungkinan bagi sesuatu perubahan dalam dirinya. Perubahan itu menyangkut sumber-sumber, komponen-komponen, dan tujuan-tujuan dari sistem yang seterusnya dapat mempengaruhi lagi lingkungansekelilingnya.

Demikianlah sebagai rangkuman, kelima segi teknologi di atas dapat disusun menjadi bagan yang berikut :

Kebulatan penentuan sarana untuk mencapai tujuan berdasarkan cita efisiensi



9. Sifat Dasar Teknologi

Sifat dasar teknologi merupakan persoalan filsafati kedua yang diperbincangkan oleh ahli-ahli teknologi. Soal-soal yang dibahas misalnya ialah apakah teknologi itu merupakan berkah atau bencana bagi manusia, apakah teknologi itu otonom dalam arti dapat berdiri sendiri terlepas dari pengaruh manusia, dan apakah teknologi bersifat netral secara moral yang dapat digunakan untuk maksud baik atau maksud buruk.

Sampai abad XIX pada umumnya orang masih menganggap teknologi sebagai keuntungan bagi kehidupan masyarakat. Tetapi, dalam abad XX ini dengan adanya pencemaran lingkungan dan bahaya lain dari teknologi yang tak dibatasi, mulailah timbul suara-suara sumbang terhadap kemajuan teknologi. Berbagai suara itu akhirnya melahirkan gerakan antiteknologi yang mencerminkan pendapat sebagian cendekiawan Barat.

Salah seorang pelopor gerakan antiteknologi itu ialah ahli sosiologi Perancis Jacques Ellul yang dalam 1954 menerbitkan bukunya berjudul *La technique: L'Enjeu du siecle* (Teknik: Taruhan abad ini). Buku ini menjadi sangat terkenal dan telah

diterjemahkan ke dalam berbagai bahasa.

Tokoh-tokoh gerakan antit eknologi lainnya ialah Lewis Mumford yang mengarang *Myth of the Machine* (terdiri dari dua bagian, terbit dalam 1967 dan 1970), Rene Dubois yang mengarang *So Human An Animal* (1968), Charles A. Reich yang menerbitkan *Greening of America* (1970) dan dalam setahun terjual lebih daripada 1 juta eksemplar untuk jilid biasa dan terakhir Theodore Raszak yang mengarang *Where the Wasteland Ends* (1972).

Gerakan anti teknologi pada pokoknya menentang kekuatan kejam dari teknologi dan ciri-ciri berbahaya dari teknologi yang bersumber pada kepentingan dari suatu kelompok masyarakat tertentu. Kelima tokoh tersebut di atas melancarkan berbagai kritik dan rasa takut terhadap teknologi dewasa ini yang dapat diringkas sebagai berikut:

- (a) Teknologi adalah suatu "barang" atau suatu kekuatan yang telah lolos dari pengendalian orang dan tengah merusak kehidupan kita.
- (b) Teknologi memaksa orang melakukan pekerjaan yang membosankan dan merendahkan martabat.
- (c) Teknologi memaksa orang menghabiskan hal-hal yang ia sesungguhnya tidak begitu menginginkan.
- (d) Teknologi menciptakan satu kelas elit dari teknokrat, dan dengan demikian meniadakan hak bersuara dari Massa.
- (e) Teknologi melumpuhkan orang dengan memisahkannya dari dunia alami di mana ia telah berkembang.

Pendapat Ellul tentang tehnik telah dikemukakan, yaitu sebagai keseluruhan metode rasional dan mempunyai efisiensi mutlak dalam setiap bidang kegiatan manusiawi. Menurut Ellul pada zaman prasejarah manusia menciptakan tehnik semata-mata karena kebutuhan. Tetapi, pada zaman moden orang mengembangkan teknologi untuk mencari uang. Tehnik lalu menjadi semacam monster yang tidak dapat dikendalikan. Usaha mengejar efisiensi menjadi suatu tujuan tersendiri yang menguasai Manusia dan menghancurkan kualitas dari hidupnya. Dalam karyanya lebih baru berjudul "*The Technological Order*" (1963), Ellul menegaskan bahwa kini teknologi sepenuhnya diluar

pengendalian manusia, bersifat otonom, dan menentukan diri sendiri. Teknologi telah menjadi lingkungan baru dan khusus bagi manusia. Lingkungan teknis yang baru itu mempunyai enam ciri berikut:

- (a) Lingkungan itu bersifat buatan.
- (b) Lingkungan itu bersifat otonom dalam kaitannya dengan nilai, gagasan, dan negara.
- (c) Lingkungan itu menentukan dirinya sendiri dalam suatu lingkaran tertutup yang bebas dari semua campur tangan manusia.
- (d) Lingkungan itu tumbuh menurut proses sebab-akibat tetapi tidak terarah pada tujuan-tujuan.
- (e) Lingkungan itu dibentuk oleh suatu penimbunan sarana-sarana yang menetapkan keunggulan di atas tujuantujuan.
- (f) Semua dari bagian-bagiannya saling melibatkan sampai suatu taraf yang tidak memungkinkan untuk memisahkannya atau menyelesaikan sesuatu persoalan teknis secara terpisah-pisah.

Berbagai kritik terhadap teknologi itu tentu saja dibantah oleh para penganjur teknologi, di antaranya ialah Samuel Frorman yang menulis buku *The Existential Pleasures of Engineering* (1976). Ia secara gigih menangkis tuduhan-tuduhan gerakan antiteknologi satu demi satu dengan menyatakan bahwa teknologi bukan suatu barang yang mengendalikan orang, tidak ada kelompok elit teknokrat yang menguasai masyarakat, dan tidak ada orang yang dipisahkan dari alam atau dibuat terasing oleh industrialisasi.

Para penganjur teknologi juga menyanggah bahwa teknologi bersifat otonom dan menentukan dirinya sendiri. Teknologi tidak pernah otonom kalau yang dimaksud adalah bebas sepenuhnya dari jangkauan, pengendalian, dan campur tangan dari orang-orang yang menciptakannya dan menggunakannya. Paling banter kiranya dapat dikatakan bahwa teknologi mempunyai perjalanan hidup sendiri dan bukan menentukan diri sendiri sepenuhnya. Sebagai contoh misalnya sekali sebuah barang teknologis telah dibikin dan penggunaannya dapat memenuhi kebutuhan manusia, maka barang itu hampir tidak mungkin dilenyapkan atau ditarik dari peredarannya.

Bahkan sebaliknya kemungkinan yang terjadi ialah barang itu

senantiasa dari waktu ke waktu digunakan dan disempurnakan sehingga semakin baik. Kalau pada zaman kuno orang mengirim sesuatu dengan hanya mengandalkan sepasang kakinya (yaitu berlari maraton dan kini menjadi perlombaan maraton yang digemari dimana-mana), kemudian ditingkatkan dengan dua pasang kaki kuda, telegraf radio, televisi, teleks, dan terus disempurnakan sehingga menggunakan satelit angkasa.

Demikian pula kendaraan gerobak yang didorong dengan tenaga manusia terus disempurnakan menjadi kereta kuda sampai mobil pada dewasa ini. Barang teknologis mobil itu tidak mungkin dihapuskan dari masyarakat walaupun asapnya menimbulkan pencemaran pada lingkungan. Kebalikannya yang terjadi, mobil akan terus dibikin lebih sempurna dengan tenaga listrik dari baterai atau tenaga matahari.

Seorang pemikir tentang teknologi Joseph Pitt dalam karangannya berjudul "The Autonomy of Technology" menegaskan bahwa mereka yang merasa takut kepada teknologi sesungguhnya takut kepada manusia. Bukanlah mesin yang menakutkan, melainkan apa yang manusia akan melakukan dengan mesin itu atau apa yang kita gagal melakukannya dengan penilaian dan perencanaan. Pitt selanjutnya menyatakan demikian:

"It may be only a slogan, but there is a ring of truth to: "Guns don't kill, people do". There is no problem about the autonomy of technology. The problem is man. The tools by themselves do nothing. That is the only significant sense of autonomy you can find for technology."so

Ini mungkin hanyalah sebuah semboyan, tetapi ada suatu dering kebenaran pada: "Senapan tidak membunuh, oranglah yang melakukan". Tiada persoalan tentang otonomi dari teknologi. Persoalannya ialah manusia. Alat-alat itu pada dirinya tidak berbuat apa-apa. Itulah makna penting satu-satunya tentang otonomi yang anda dapat temukan untuk teknologi.

Para pendukung teknologi pada gilirannya mengemukakan berkah yang ditimbulkan oleh teknologi dengan merinci berbagai

kemanfaatannya. Seorang ahli Amerika Serikat Glenn Seaborg menyebutkan tentang peningkatan mutu hidup yang diberikan teknologi, yaitu kini makin banyak orang menikmati kebebasan dari kerja yang melemahkan dan mematahkan tulang belakang, menggunakan sarana untuk melakukan perjalanan dan menjelajahi keajaiban-keajaiban dunia, mempunyai waktu luang untuk mengamati keindahan alam dan dimensi-dimensi baru dari kreativitas sendiri, dan dengan perantaraan teknologi komunikasi massa meningkatkan kesadaran tentang suatu spektrum yang luas dari bangsa-bangsa di dunia, mencurahkan perhatiannya pada kebutuhan-kebutuhan yang melampaui makan dan hidup pribadi, serta bahkan menganggap bahwa kesejahteraan manusia bergantung satu sama lain.

Pada suatu karangan dalam *The New Encyclopaedia Britannica* dinyatakan bahwa salah satu kelemahan manusia mungkin adalah suatu kegagalan umum untuk menghargai pesona dari teknologi. Selanjutnya karangan itu menulis sebagai berikut:

“Despite its publicized shortcomings and its sometimes hint of autonomy, technology is after all a human product, growing not only out of man's need to improve his material condition but out of the his love of play and adventure. It is capable of furnishing a distinctively human pleasure at its workings and a human excitement at its unfolding”

(Meskipun berbagai kekurangan yang disiarkan dan kadang-kadang isyaratnya tentang otonomi, teknologi betapa pun adalah suatu produk manusiawi, yang tumbuh tidak saja dari kebutuhan manusia untuk meningkatkan kondisi kebendaannya, tetapi juga dari cintanya kepada permainan dan petualangan. Ini mampu memberikan suatu kesenangan manusiawi yang nyata dari keljanya dan suatu kegairahan manusiawi dari penampilan dirinya.)

Persoalan tentang apakah teknologi bersifat netral pada umumnya para ahli sependapat bahwa teknologi pada dasarnya adalah netral. Menurut kata-kata Lynn White, teknologi hanyalah membukakan pintu dan tidak memaksa orang untuk memasukinya. Ahli-ahli seperti Edmundo Q'Gorman dan Edward

Madden secara tegas menyatakan bahwa teknologi menurut sifatnya sendiri tidaklah baik dan tidaklah buruk, melainkan dapat digunakan untuk maksud baik dan maksud buruk.

Hyman Rickover juga menyatakan bahwa teknologi bersifat netral.. Ditinjau secara kemanusiaan, teknologi bukanlah suatu tujuan sendiri, melainkan suatu sarana untuk mencapai suatu tujuan. Tujuan itu sendiri ditetapkan oleh manusia. Manusia sendiri harus memutuskan bagaimana teknologi akan digunakan dan karenanya manusia sendirilah yang akan bertanggungjawab terhadap akibat-akibatnya.

Persoalan terakhir tentang sifat dasar teknologi yang perlu ditegaskan ialah apakah sesungguhnya fungsi pokok dari teknologi. Harvey Brooks dengan mengutip Hannay dan McGinn menjawab bahwa tugas pokok teknologi dalam masyarakat manusia ialah perluasan dunia kemungkinan manusia yang bersifat praktis (*the expansion of the realm of practical human possibility*). Jadi, teknologi mempunyai peranan memperluas dan memperbesar potensi manusia memenuhi kebutuhan praktisnya.

Kebutuhan praktis manusia yang perlu dipenuhi oleh teknologi mencakup banyak sekali hal. Dalam zaman modern ini boleh dikatakan teknologi meliputi dan menjangkau hampir semua kegiatan dan hal yang ada di dunia ini dari yang bersifat biasa sehari-hari seperti misalnya makanan, pakaian, istirahat, dan pengajaran meningkat pada hal lebih khusus umpamanya teknologi kesehatan, peralatan keluarga berencana, dan perlengkapan olahraga sampai hal-hal yang amat luar biasa seperti senjata nuklir, stasiun bumi di luar angkasa, dan roket untuk menjelajahi jagat raya.

Berhubung dengan sangat beraneka ragam dan luasnya lingkupan teknologi itu, maka untuk memperoleh kejelasan yang tertib perlu dilakukan penggolongan terhadap teknologi. Dari bibliografi sejarah teknologi yang terbit di luar negeri dewasa ini, penggolongan Jack Goodwin terhadap semua karangan tentang teknologi dapat dijadikan bahan telaah pertama.

Sejak 1964 Goodwin menghimpun bibliografi tahunan yang dimuat dalam majalah *Technology and Culture* dan membaginya dalam 16 rubrik. Enam rubrik yang pertama mengenai informasi-informasi umum dan perpustakaan seperti misalnya kumpulan

karangan, dokumentasi, biografi, dan perhimpunan keahlian. Sepuluh rubrik berikutnya barulah menyangkut isi substantif dari teknologi yang dapat dianggap sebagai ruang lingkungannya. Rincian 10 rubrik itu meliputi unsur-unsur yang berikut:

- a) **Civil Engineering**
Architecture and building construction.
Bridges, harbors, tunnels.
Surveying: instruments and maps; cartography; urban engineering; water supply and sewerage.

(Keinsinyuran Sipil)

Arsitektur dan konstruksi bangunan.

Jembatan, pelabuhan, terowongan.

Penyelidikan: instrumen dan peta; kartografi; keinsinyuran perkotaan; persediaan air dan selokan.

- b) **Transportation**
Land transportation (roads and vehicles; railroads and vehicles.)
Marine transportation (ships; navigation and charting; canals and boats.)
Air and space transportation (aircraft and spacecraft.)

(Pengangkutan)

Pengangkutan darat Ualan dan kendaraan; jalan kereta api dan kendaraan).

Pengangkutan laut (kapal; pelayaran dan pemetaan; terusan dan perahu).

Pengangkutan udara dan ruang angkasa (pesawat terbang dan pesawat ruang angkasa).

- c) **Energy Conversion**
Hydraulic engineering; internal combustion engines; steam engines;
Steam-electric central stations; electric power transmission; lighting;
Heating and ventilating; refrigeration;
Nuclear, solar, and direct-conversion power plants.

(Pengubahan tenaga)

Keinsinyuran air;

Mesin pembakaran dalam;

Mesin uap;

Stasiun pusat listrik-uap;

Penyaluran tenaga listrik;

Penerangan;

Pemasangan dan penukaran udara;

Pendinginan;
Pabrik tenaga nuklir, matahari, dan perubahan langsung.

- d) *Materials and Processes*
Metals: mining, processing, metallurgy.
Chemical industries: oil and gas; coal; rubber; plastics.
Ceramics; glass; cement; stone.
Paper; lumber; textiles.

(Bahan dan Proses)

Logam: penambangan, pemrosesan, ilmu pengolahan logam.
Industri kimia: minyak dan gas; batu bara; karet; plastik.
Keramik; kaca; semen; batu.
Kertas; kayu; tekstil.

- e) *Mechanical and Electro-mechanical Technology*
Tools, machines, instruments, timekeepers, calculating
machines, and computers;
Automatic control;
Typewriters;
Sewing machines, etc.;
Mechanical power transmission;
Weights and measures.

(Teknologi Mekanis dan Elektro-mekanis)

Alat, mesin, instrumen, penunjuk waktu, mesin hitung,
dan komputer;
Pengendalian otomatis;
Mesin tik;
Mesin jahit, dan lain-lain;
Pemancaran tenaga secara mekanis;
Bobot dan ukuran

- f) *Communication and Records*
Printing;
Telegraph;
Telephone;
Radio;
Phonographs and recorders; photography.

(Komunikasi dan Rekaman percetakan)

Telegraf;
Telepon;
Radio;
Fotograf dan perekam; pemotretan.

g) *Agriculture and Food Technology*
(Pertanian dan Teknologi Pangan)

h) *Industrial Organization
Management techniques;
Mass production techniques.*
(Organisasi Perindustrian):
Teknik manajemen;
Teknik produksi massa.

i) *Military Technology*
Teknologi Militer

j) *Industrial Archaeology*
Ilmu Purbakala Perindustrian

Dari rincian berdasarkan karangan-karangan dalam majalah *Technology and Culture* tersebut di atas ternyata bahwa lingkup teknologi mencakup semua bidang utama keinsinyuran, ditambah dengan unsur-unsur lainnya seperti komunikasi, teknologi pangan, teknologi militer, dan prosedur organisasi perindustrian.

Sebuah penggolongan teknologi lain dapat ditemukan dalam bibliografi dari Eugene Ferguson yang membagi karyanya dalam 12 bidang pokok-soal (subject fields) sebagai berikut:

a) *Food Production, Preservation, and Preparation
Agricultural machinery and grain milling
Food preservation and preparation*

(Pembuatan, Penyimpanan, dan Persiapan Makanan)
Mesin pertanian dan penggilingan biji
Penyimpanan dan persiapan makanan)

b) *Civil Engineering
Building and similar structures
Bridges and tunnels
Hydraulic engineering, water supply, and dams
Surveying and mapping*

(Keinsinyuran Sipil)
Bangunan dan struktur yang serupa
Jembatan dan terowongan
Keinsinyuran air, persediaan air, dan dam
Penyelidikan dan pemetaan)

- c) *Transportation*
Ships and boats, navigation and charting
Canals, rivers, and harbors
Roads and vehicles
Railroads and vehicles
Aircraft and spacecraft

(Pengangkutan)

Kapal dan perahu, pelayaran dan pemetaan
 Terusan, sungai, dan pelabuhan
 Jalan dan kendaraan
 Jalan kereta api dan kendaraan
 Pesawat terbang dan pesawat ruang angkasa)

- d) *Energy Conversion*
Horsepower and manpower
Waterwheels, hydro-power, windmills, and pumps
Internal-combustion engines Eugene Ferguson,
Steam engines, turbines, and boilers
Atomic energy
Refrigeration and heating
Lighting

(Pengubahan Tenaga)

Tenaga kuda dan tenaga manusia
 Kincir air, tenaga air, kincir angin, dan pompa
 Mesin pembakaran dalam
 Mesin uap, turbin, dan ketel uap
 Tenaga atom
 Pendinginan dan pemanasan
 Penerangan

- e) *Electrical and Electronic Arts*
Power generations and transmission, motors, and lighting
Communications and electronic arts, including electronic
computers

(Seni Listrik dan Elektronik)

Pembangkitan dan penyaluran tenaga, motor, dan penerangan
 Komunikasi dan seni elektronik, termasuk computer elektronik)

- f) *Materials and Processes*
Manufacturing in general
Metals: mining, metallurgy, and metallography

*Chemical industries, including photography
Glass, ceramics, and cement
Coal, oil, and gas
Paper and printing, including inks
Textiles and allied industries
Timber and wood industries
Testing of materials*

(Bahan dan Proses)

Pembikinan barang pada umumnya
Logam: penambangan, ilmu pengolahan logam, dan metalografi
Industri kimia, termasuk pemotretan
Kaca, keramik dan semen
Batu bara, minyak, dan gas
Kertas dan percetakan, termasuk tinta
Tekstil dan industri yang terkait
Industri kayu dan kayu ramuan
Pengujian bahan)

- g) *Mechanical Technology
Hand tools and machine tools
Crafts and craftsmen
Mechanisms and automatic control
Timekeepers
Scientific instruments and calculating machines
Weights, measures, and standards
Mechanical power transmission, bearings and lubrication
Cranes, rigging, and the moving of heavy objects*

(Teknologi Mekanis)

Alat tangan dan alat mesin
Kerajinan dan pengrajin
Mekanisme dan pengendalian otomatis
Petunjuk waktu
Instrumen ilmiah dan mesin hitung
Bobot, ukuran, dan ukuran baku
Penyaluran tenaga secara mekanis, beban dan penumasan
Katrol, tali-temali, dan pemindahan barang berat)

- h) *Musical Instruments*
(Instrumen Musik)

- i) *Military Technology and War*
(Teknologi Militer dan Perang)

- j) *Industrial Organizational
General, including the "labor problem"
"American System" of manufacture: assembly line
Scientific management and systems analysis :*

Quality control

(Organisasi Perindustrian) .
Umum, termasuk "masalah tenaga kerja"
Pabrik barang "Sistem Amerika": lintasan penggabungan
Manajemen ilmiah dan analisis sistem
Pengendalian mutu

- k) *Engineering Sciences*
Thermodynamics
Hydraulics
Aerodynamics
Strength of materials
Kinematics

(Ilmu-ilmu Keinsinyuran)

Ilmu panas
Hidrolika
Ilmu dinamika udara
Kekuatan bahan
Kinematika

- l) *Process of Invention and Innovation*
(Proses Penciptaan dan Pembaharuan)

Sebagai contoh terakhir yang kiranya terlengkap dan tersusun secara sistematis dapatlah kiranya dikemukakan rincian yang terbaru dalam The New Encyclopaedia Britannica Edisi ke 15 yang membagi teknologi dalam unsur-unsur (elements) dan bidang-bidang (fields). Unsur-unsur teknologi mencakup proses-proses teknis yang tidak terdapat secara khusus pada sesuatu bidang, sedang bidang-bidang teknologi menyangkut berbagai kebutuhan manusia, tujuan, barang, dan jasa yang mendatangkan kemajuan teknologi.

Unsur-unsur teknologi itu mencakup 5 kelompok proses teknis yang masing-masing terinci lebih lanjut sebagai berikut:

- I. *Technology of energy conversion and utilization*
A. *Major types of energy useful to man*
B. *Devices and techniques for the utilization of energy*
C. *Devices for energy conversion*
D. *Devices for energy concentration and control*
E. *Devices for unlimited production of free energy*

(Teknologi perubahan dan pemanfaatan tenaga)

- A. Jenis utama tenaga yang berguna bagi manusia
B. Alat dan tehnik untuk pemanfaatan tenaga
C. Alat untuk perubahan tenaga
D. Alat untuk pemusatan dan pengendalian tenaga
E. Alat untuk menghasilkan secara tak terbatas tenaga bebas

- II. *Technology of tools and machines*
 - A. *Hand tools*
 - B. *Machines and machine components*
 - C. *Machine tools: stationary power-driven machines for shaping and forming parts made of metal or other materials*

(Teknologi alat dan mesin)

- A. Alat tangan
- B. Mesin dan komponen mesin
- C. Alat mesin: mesin tak berpindah tempat yang digerakkan tenaga untuk mencipta dan membentuk bagian-bagian yang terbuat dari logam atau bahan lain)

- III. *Technology of measurement, observation, and control*

- A. *Theory of measurement*
- B. *Units and standards of measurement*
- C. *Principles and processes by which instruments of measurement operate*
- D. *Common types of measuring instruments*
- E. *Instruments used for observing and recording*
- F. *Special instruments and apparatus used in scientific research*
- G. *Major systems of measurement and observation*
- H. *Instrumentation and control systems*

(Teknologi pengukuran, pengamatan, dan pengendalian)

- A. Teori pengukuran
- B. Satuan dan ukuran baku dari pengukuran
- C. Asas dan proses yang dengannya instrumen pengukuran bekerja
- D. Ragam umum dari instrumen pengukuran
- E. Instrumen yang digunakan untuk mengamati dan mencatat
- F. Instrumen khusus dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ilmiah
- G. Sistem utama dari pengukuran dan pengamatan
- H. Instrumentasi dan sistem pengendalian)

- IV. *Technology involved in the extraction and conversion of industrial raw materials*

- A. *The world's physical and biological resources*
- B. *Technology of the extraction industries*
- C. *Primary conversion of raw materials*

(Teknologi yang terlibat dalam pengambilan dan perubahan bahan mentah industri)

- A. Sumber daya fisik dan hayati dari dunia

- B. Teknologi industri pengambilan
 - C. Perubahan utama bahan mentah)
- V. *Technology of industrial production processes*
- A. *Materials processing: the operations that are used to transform industrial materials from a raw-material state into finished parts or products*
 - B. *Metallurgy*
 - C. *Materials handling in the production process*
 - D. *Technology of packaging*
- (Teknologi proses produksi industri)
- A. Pengolahan bahan: pengeljaan yang digunakan untuk mengubah bahan industri dan keadaan bahan mentah menjadi bagian atau produk jadi
 - B. Ilmu logam
 - C. Penanganan bahan dalam proses produksi
 - D. Teknologi pembungkusan)

Secara umum ada pula yang mengklasifikasikan bidang-bidang teknologi yang pokok saja digolongkan dalam 8 macam sebagai berikut:

- I. *Technology of agriculture and food production*
- A. *Technology of agriculture*
 - B. *Crop farming*
 - C. *Flock and stock farming*
 - D. *Technology of hunting and fishing*
 - E. *Food processing*
 - F. *Food preservation*
 - G. *Techniques for controlling the quality off good H.Food sources and new product developent*
 - H. *The history of agriculture*
- (Teknologi pertanian dan produksi pangan)
- A. Teknologi pertanian
 - B. Penanaman bahan panenan
 - C. Pemeliharaan hewan dan ternak bibit unggul
 - D. Teknologi perburuan dan perikanan
 - E. Pengolahan makanan
 - F. Penyimpanan makanan
 - G. Tehnik untuk pengendalian mutu makanan
 - H. Sumber makanan dan pengembangan produk baru
 - I. Sejarah pertanian)
- II. *Technology of major industries*
- A. *Principles of organization of work and production*

- B. *Manufacturing industries*
- C. *The fabrication industries*
- D. *The process industries*
- E. *The construction industries*
- F. *The service industries*
- G. *The utilities industries*
- H. *The merchandising and marketing of consumer goods I.*
- I. *Industrial research and development*
- J. *Technology of industrial safety*

(Teknologi industri utama)

- A. Asas pengorganisasian kerja dan produksi
- B. Industri barang pabrik
- C. Industri perakitan
- D. Industri pemrosesan
- E. Industri bangunan
- F. Industri pelayanan jasa
- G. Industri kebutuhan umum
- H. Penjualan dan pemasaran barang konsumen
- I. Penelitian dan pengembangan industri
- J. Teknologi keamanan industri)

III. *Construction technology*

- A. *General building construction*
- B. *Construction of civil engineering works*
- C. *Prefabrication and shop fabrication*

(Teknologi bangunan)

- A. Konstruksi gedung umum
- B. Konstruksi bangunan keinsinyuran sipil
- C. Prarakitan dan perakitan bengkel

IV. *Transportation technology*

- A. *Roads and highways and their construction*
- B. *Vehicles and devices for transportation across country and on roads and highways*
- C. *Rail transportation*
- D. *Stationary conveyance systems*
- E. *Water transportation*
- F. *Air transportation*
- G. *Air-cushion machines*

(Teknologi angkutan)

- A. Jalan dan jalan raya serta pembangunannya
- B. Kendaraan dan alat angkutan melintasi daerah luar kota dan pada jalan dan jalan raya
- C. Angkutan kereta api
- D. Sistem angkutan tetap di tempat
- E. Angkutan air

- F. Angkutan udara
- G. Mesin bantal angin
- V. *Technology of information processing and of communication systems*
 - A. *Communication and information theory*
 - B. *Calculating devices*
 - C. *Office machines*
 - D. *Computers*
 - E. *General information recording devices*
 - F. *Sound recording and reproducing devices*
 - G. *Information recording by the production of a visual image: the technology of photography*
 - H. *Information processing*
 - I. *Major systems of communication*
 - J. *Major systems of detection and remote sensing*
 - K. *Electronic components and techniques used in communications*

(Teknologi pengolahan keterangan dan sistem komunikasi)

- A. Teori informasi dan komunikasi
- B. Alat hitung
- C. Mesin kantor
- D. Komputer
- E. Alat perekam keterangan umum
- F. Alat perekam dan reproduksi suara
- G. G.Perekaman keterangan dengan menghasilkan suatu gambaran penglihatan: teknologi pemotretan
- H. Pengolahan keterangan
- I. Sistem utama komunikasi
- J. Sistem utama pemantauan dan pengideraan jarak jauh
- K. Komponen elektronik dan tehnik yang digunakan dalam komunikasi

- VI. *Military technology*
 - A. *Offensive and defensive delivery and payload systems*
 - B. *Logistic systems*
 - C. *Purely defensive equipment and systems*

(Teknologi militer)

- A. Sistem hantaman penyerangan dan pertahanan serta peralatan roket
- B. Sistem perbekalan
- C. Peralatan dan sistem yang murni pertahanan)

- VII. *Technology of the urban community*
 - A. *Basic engineering services of the city*

- B. *Technology of the basic social services of the city*
- C. *Technological responses to new urban problems*
- D. *History of city engineering*

(Teknologi masyarakat perkotaan)

- A. Jasa keinsinyuran dasar dari kota
- B. Teknologi jasa sosial dasar dari kota
- C. Tanggapan teknologis terhadap persoalan kota yang baru
- D. Sejarah keinsinyuran kota)

VIII. *Technology of Earth and space exploration*

- A. *Techniques and equipment of surface and underground exploration*
- B. *Techniques and equipment of underwater exploration*
- C. *Techniques and equipment of space exploration*

(Teknologi penyelidikan Bumi dan angkasa)

- A. Teknik dan perlengkapan penyelidikan di permukaan dan di bawah tanah
- B. Teknik dan perlengkapan penyelidikan di bawah air
- C. Teknik dan perlengkapan penyelidikan angkasa)

Tiap-tiap macam teknologi dalam rincian di muka dapat dipandang sebagai cakupan dari pengertian teknologi sejak dahulu sampai sekarang. Sesuatu unsur teknologi terdapat dalam masing-masing bidang teknologi, misalnya alat dan mesin terdapat dalam bidang teknologi pertanian, teknologi bangunan dan semua bidang teknologi lainnya.

KPTK