

## **Sains, Teknologi, dan Teknik/Engineering**

### Pengantar

Kata sains, teknologi, teknik, kini sudah begitu luas dipakai dalam segala kehidupan keseharian. Sering kata-kata itu digunakan di dalam kalimat untuk menerangkan berbagai ungkapan atau kata lain. Sebelum memerankan istilah-istilah tersebut perlu difahami dulu apa yang dimaksud dengan, atau makna, kata-kata itu. Hal ini penting terutama pada saat ini, berhubung dengan bermunculannya ungkapan-ungkapan seperti sistem informasi, teknologi informasi, *knowledge management*, dan lain-lain.

---

### Sains

**Sains** (*Inggris science, Latin scientia, dari scire, "to know"*), adalah suatu istilah yang dalam arti luasnya menunjuk kepada sistem pengetahuan dalam sesuatu bidang, tapi biasanya diterapkan kepada tataan atau organisasi pengalaman indrawi yang secara objektif.dapat ditunjukkan kembali (*verified*). Dalam batas-batas pengertian atau konteks ini temuan pengetahuan disebut *pure science*, yang harus dibedakan dari *applied science*, yaitu temuan penggunaan praktis ilmu pengetahuan, dan dari *technology*, yaitu realisasi aplikasi aplikasi-aplikasi itu.

Ilmu-ilmu pengetahuan alam (*natural sciences*) pada umumnya dibagi ke dalam dua kelas, yaitu ilmu-ilmu alam (*physical sciences*) dan ilmu-ilmu biologi, atau *life sciences*. Cabang-cabang utama *physical sciences* adalah

fisika, *astronomy*, *chemistry*, dan *geology*; sedangkan ilmu-ilmu utama *biological sciences* adalah *botany* and *zoology*. *Physical science* dapat dibagi lagi untuk menunjukkan bidang-bidang seperti *mechanics*, *cosmology*, *physical chemistry*, dan *meteorology*; sedangkan *physiology*, *embryology*, *anatomy*, *genetics*, dan *ecology* adalah subdivisions *biological sciences*.

Namun semua pengklasifikasian *pure sciences* itu sesungguhnya dibuat sesukanya atau *arbitrary*. Di dalam rumusan hukum-hukum saintifik umum, diakui adanya *interlocking relationships* antara berbagai ilmu pengetahuan. *Interrelationships* inilah yang pada waktu ini dianggap mendatangkan kemajuan dalam berbagai bidang penelitian khusus, seperti *molecular biology* dan *genetics*. Beberapa sains interdisipliner telah muncul, seperti *biochemistry*, *biophysics*, *biomathematics*, dan *bioengineering*, yang menerangkan *life processes* secara *physicochemical*. *Biochemists*, misalnya, mensintesa *deoxyribonucleic acid* (DNA); dan kerja sama *biologists* dengan *physicists* berhasil mencipta (*invent*) *electron microscope*, yang bisa dipakai untuk mempelajari virus-virus dan mutasi gene. Penerapan metoda-metoda interdisipliner diharapkan juga bisa menghasilkan kemajuan signifikan dalam bidang-bidang ilmu-ilmu sosial dan behavioral.

---

## Scientific Method

Metoda ilmiah (*scientific method*) adalah suatu istilah yang menunjuk kepada azas-azas memandu penelitian dan eksperimentasi ilmiah, dan juga menunjuk kepada basis filosofis azas-azas tersebut. *Whereas philosophy in general is concerned with the **why** as well as the **how** of things, science occupies itself with the latter question only, but in a scrupulously rigorous manner.*

Metoda ilmiah adalah proses yang dipakai para saintis dalam berusaha membuat suatu representasi dunia yang akurat (maksudnya, *reliable, consistent* dan *non-arbitrary*).

Mengingat bahwa keyakinan pribadi dan kultural mempengaruhi persepsi dan interpretasi kita mengenai fenomena alam, dengan memakai *standard procedures* dan kriteria kita berusaha membuat minimum pengaruh-pengaruh itu manakala kita sedang mengembangkan suatu teori. Sebab, seperti dikatakan seorang saintis kesohor, "Orang cerdas (*smart people*) dapat mengarang keterangan yang baik untuk membenarkan pandangan yang keliru (*mistaken points of view*)".

Sebagai rangkuman, *the scientific method attempts to minimize the influence of bias or prejudice in the experimenter when testing an hypothesis or a theory.*

---

Metoda ilmiah mempunyai empat langkah:

- Observation and description of a phenomenon or group of phenomena.

- Formulation of a hypothesis to explain the phenomena. In physics, the hypothesis often takes the form of a causal mechanism or a mathematical relation.
- Use of the hypothesis to predict the existence of other phenomena, or to predict quantitatively the results of new observations.
- Performance of experimental tests of the predictions by several independent experimenters and properly performed experiments.

Bila eksperimen-eksperimen itu mendukung hipotesa bersangkutan, maka hipotesa itu mungkin bisa diangkat menjadi suatu teori atau hukum alam. Bila eksperimen-eksperimen itu tidak mendukung hipotesa tersebut, maka hipotesa itu harus ditinggalkan atau dimodifikasi. Dalam sains sering dikatakan bahwa teori-teori tidak pernah dapat dibuktikan, hanya bisa ditinggalkan (*disproved*). Selalu terdapat kemungkinan bahwa suatu observasi baru atau suatu eksperimen baru akan bertentangan dengan suatu teori yang sudah lama ada.

---

### Hypotheses, Models, Theories and Laws

Dalam fisika dan disiplin-disiplin ilmu lain, perbedaan pengertian kata-kata hipotesa, model, teori, dan hukum (*law*) mengenai suatu kumpulan fenomena terletak pada tingkat *acceptance* atas atau *knowledge* dari (tingkat bisa ditrimanya atau dimengertinya) kumpulan fenomena itu

Suatu hipotesa adalah suatu pernyataan yang terbatas (belum bisa dikatakan berlaku umum) mengenai sebab-akibat di dalam situasi-situasi spesifik; pernyataan tersebut juga menunjukkan keadaan pengetahuan kita sebelum

pekerjaan eksperimental dijalankan dan bahkan mungkin sebelum fenomena baru diprediksi. Populernya dia adalah dugaan. Sebagai contoh dalam kehidupan keseharian: Misalkan ternyata mobil anda tidak bisa distart. Anda mungkin akan berkata, "Mobil saya tidak bisa distart karena tegangan baterenya turun." Ini adalah hipotesa anda yang pertama. Lalu anda periksa apakah lampu-lampu dibiarkan menyala, atau apakah mesin mengeluarkan bunyi yang aneh ketika anda memutar kunci start. Mungkin juga anda langsung memeriksa tegangan batere. Bila tegangan batere itu ternyata tidak turun, anda mungkin mencoba membuat hipotesa baru ("Starter rusak"; "Ini bukan mobil saya."). Bisa juga dikatakan suatu hipotesa adalah suatu patokan duga.

Kata model diperuntukkan (*reserved*) bagi situasi-situasi yang menunjukkan bahwa hipotesa paling sedikit mempunyai keabsahan yang terbatas lingkupnya. Suatu contoh ialah apa yang kita kenal sebagai Hook's Law (yang seharusnya disebut Hook's principle, atau Hook's model), yang menyatakan bahwa gaya yang ditimbulkan oleh massa yang digantungkan pada suatu pegas (*spring*) sebanding dengan besar meregangnya pegas itu. Kita tahu bahwa prinsip ini hanya berlaku (*valid*) untuk peregangan kecil. "Hukum" itu tidak berlaku (*fails*) ketika pegas ditarik melewati batas elastisitasnya (bisa putus); artinya berlaku terbatas. Namun prinsip ini mengantarkan kita kepada prediksi mengenai *simple harmonic motion*, dan, sebagai suatu model dari perilaku suatu pegas, bersifat serba guna (*versatile*) dalam kawasan aplikasi yang sangat luas.

Suatu teori saintifik atau suatu hukum merepresentasikan suatu hipotesa, atau sekumpulan

hipotesa yang saling terkait, yang telah dikukuhkan oleh pengujian yang berulang-ulang.

Theories in physics are often formulated in terms of a few concepts and equations, which are identified with "laws of nature," suggesting their universal applicability. Accepted scientific theories and laws become part of our understanding of the universe and the basis for exploring less well-understood areas of knowledge. Theories are not easily discarded; new discoveries are first assumed to fit into the existing theoretical framework. It is only when, after repeated experimental tests, the new phenomenon cannot be accommodated that scientists seriously question the theory and attempt to modify it. The validity that we attach to scientific theories as representing realities of the physical world is to be contrasted with the facile invalidation implied by the expression, "It's only a theory". For example, it is unlikely that a person will step off a tall building on the assumption that they will not fall, because "Gravity is only a theory."

Changes in scientific thought and theories occur, of course, sometimes revolutionizing our view of the world (Kuhn, 1962). Again, the key force for change is the scientific method, and its emphasis on experiment.

---

## Teknologi

Teknologi bisa didefinisikan sebagai: "the means or activity by which man seeks to change or manipulate his environment."

Definisi yang luas ini dikritik karena dengan demikian menjadi sukar untuk membedakan penyelidikan ilmiah dan aktivitas teknologikal.

---

Scientific tool, scientific techniques.  
scientific method, methodology

By scientific tool we refer to a physical or conceptual instrument that is used in scientific inquiry. Examples: mathematics symbol, electronic computers, microscope, table of logarithm, random numbers, thermometers, cyclotrons, etc

By scientific techniques we refer to a way of accomplishing a scientific objective, a scientific course of action. Techniques therefore, are ways of using scientific tools. The use of calculus and graphic analysis are different techniques for finding the minimum values of a function.

By scientific method we refer to the way techniques are selected, that is, to the evaluation of alternative course of action. Thus whereas techniques used by a scientist are results of his decision, the ways these decisions are made is the results of his decision rules. Methods are rules of choice; techniques are the choices themselves.

The study of scientific method is frequently referred to as methodology. The objective of methodology is the improvement of the procedures and criteria employed

in the conduct of scientific research. For this reason, methodology is often referred to as the logic of science.

Sumber: "Scientific Method: Optimizing Applied Research Decision", Ruddle L. Ackoff. John Wiley, 1962

### Suatu kriteria

Dalam mempersoalkan metodologi, yang dipentingkan (yang menjadi kriterium) adalah :

- Bagi logika formal yang menjadi kriterium adalah kecermatan (penempatan kata dan istilah dalam suatu proposition).
- Bagi science (ilmu pengetahuan alam) yang menjadi kriteria adalah kebenaran. Apa yang dikatakan/dilukiskan sesuai dengan kenyataan
- Bagi teknologi yang dipentingkan adalah efektivitas (pada ujungnya juga efisiensi). Apa yang dibuat/dijalankan akan menghasilkan apa yang diinginkan/dituju.

Mengenai metoda; untuk lengkapnya, berikut adalah suatu keterangan dari sumber lain.

Method: A statement about the techniques used or means by which the purpose was to be achieved.

---

### Teknik

Essentially, techniques are methods of creating new tools and products of tools.

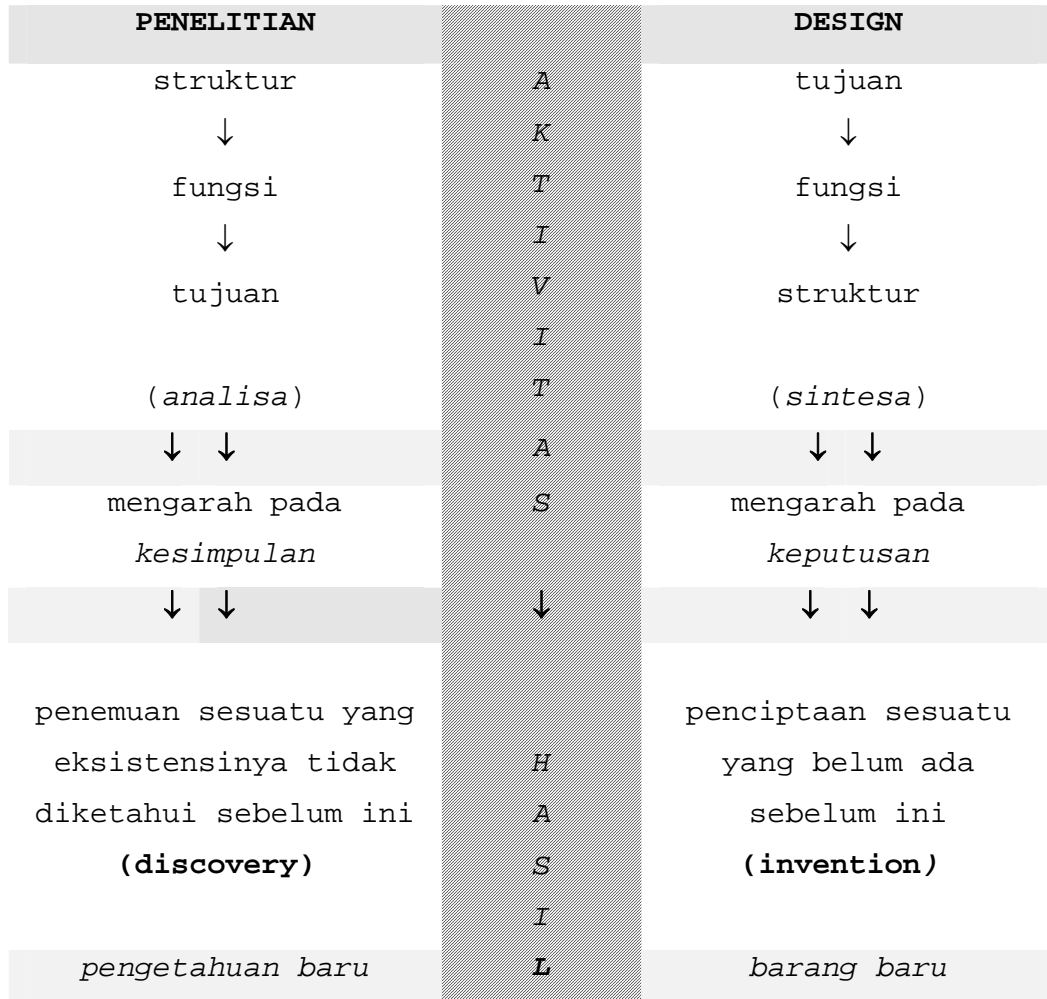
---

## Discovery dan Invention

Teknik (*engineering*) pada dasarnya ialah penataan material yang sudah diketahui terdapat di alam raya, guna memenuhi keperluan manusia. Bagaimana manusia bisa sampai pada pengetahuan mengenai material yang kemudian dipakai oleh desain itu?. Pengetahuan tersebut diperolehnya dengan meneliti fenomena yang terdapat di alam sekitar. Proses mendapatkan pengetahuan secara sederhana adalah seperti pada Gb.1:

Peneliti menganalisa struktur materi yang diselidikinya. Penyelidikan itu akan memberi wawasan mengenai fungsi yang harus didukung oleh struktur materi yang diselidikinya itu dan bila cukup tekun mungkin sampai pada suatu kesimpulan mengenai tujuan yang harus dicapai melalui fungsi itu. Jadi, peneliti menentukan struktur, fungsi dan tujuan itu. Karena itu aktivitasnya mengarah kepada pengambilan kesimpulan. Kesimpulan yang paling jauh ialah penemuan (*discovery*), yaitu penyingkapan fenomena alam yang sampai saat itu belum ada keterangannya.

*Engineer* sebagai *designer* bekerja dengan arah aktivitas yang berlawanan. Mula-mula ditentukannya tujuan: apa yang ingin dia capai. Lantas dicari fungsi yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan itu. Fungsi dapat berjalan kalau ada struktur yang mendukungnya. Jadi struktur material objek yang akan dia desain harus ditetapkan. Aktivitas ini mengarah kepada pengambilan putusan. Hasil paling jauh dari aktivitas demikian ialah terciptanya sesuatu yang baru yang belum ada sebelumnya (*invention*).



GB.1 Pengumpulan dan penggunaan pengetahuan.

## Engineering And Technology

**Engineering** is the "profession in which a knowledge of the mathematical and natural sciences gained by study, experience, and practice is applied with judgment to develop ways to utilize economically the materials and forces of nature for the benefit of mankind." This broad definition is by the Engineers' Council for Professional

Development. The practice of engineering is usually conducted by teams, and each member of a team contributes his special knowledge to the solution of a problem. The functions performed by engineers can be classified broadly as research, development, design, testing, planning, production, operating, sales, service, and administration.

**Technology** refers to ways of making or doing things. The term "technology" is derived from the Greek *techn!*, meaning "art" or "craft," but it is generally used in either of two more restricted senses. In the narrower sense, "technology" refers only to the industrial processes that succeeded craft operations. In the broader sense in which the term is used in the present article, "technology" refers to all processes dealing with materials. Technology always has to be learned, whether in the form of manual dexterity or as an applied sciences.

Copyright Grolier Educational Corporation (C) 1996. All rights reserved.

---

### **Abstrak/Abstract**

Terdapat berbagai macam/type abstrak, tapi yang banyak dipakai/typical adalah dua macam, yaitu:

#### **1. Descriptif Abstract**

- memberi tahu pembaca isi laporan,
- mengandung tujuan, metoda dan scope laporan,
- tidak menyajikan hasil, kesimpulan, atau rekomendasi laporan
- singkat, tidak lebih dari 100 kata,

- menunjukkan subjek (mengenai apa) laporan itu kepada mereka yang harus membacanya untuk mengetahui apa yang dihasilkan, disimpulkan, atau direkomendasikan laporan itu

## 2. Informative Abstract

- mengkomunikasikan informasi tertentu (specific information) laporan,
  - mengandung tujuan, metoda dan scope dari apa yang dilaporkan
  - menyajikan hasil, kesimpulan, dan rekomendasi dalam laporan itu
  - singkat; tergantung dari apa yang dilaporkan bisa satu paragraph sampai satu atau dua halaman; biasanya tidak lebih dari 10% dari panjangnya laporan
  - dimaksudkan agar pembaca laporan bisa menentukan apakah laporan itu cukup berharga untuk dibacanya.
-