

## **Perspektif**

# **SEJARAH PERKEMBANGAN GEOLOGI : DEFINISI, CABANG-CABANG ILMU DAN APLIKASINYA**

**Agung Mulyo**

Laboratorium Geologi Teknik, Jurusan Geologi, FMIPA- UNPAD

Istilah "Geology" berarti pelajaran tentang Bumi. Kata ini pertama kali digunakan oleh Richard de Bury (1473) sebagai nama lain untuk Ilmu Pengetahuan Bumi (*Earthly Science*), seperti halnya penggunaan istilah Theologi bagi mereka yang tidak setuju dengan nama Ilmu Pengetahuan Surgawi (*Heavenly Science*). Dengan demikian awalnya definisi geologi berarti merupakan ilmu pengetahuan alam untuk menjelaskan dan memecahkan berbagai masalah mengenai Bumi. Akan tetapi pada abad ke-20 berbagai disiplin ilmu berkembang menjadi spesialisasi yang didasarkan pada kesamaan objek kajiannya.

Atas dasar kesepakatan, Ilmu Pengetahuan Fisik (*Physical Science*) yang sebagian besar berkaitan langsung dengan Bumi, dikumpulkan dalam Ilmu Pengetahuan Bumi (*Earth Sciences*). Kumpulan ilmu pengetahuan ini terdiri atas 4 grup, yaitu Geologi, Geofisika, Oseanografi dan Meteorologi. Cabang-cabang ilmu dari setiap grup disajikan pada tabel mengacu pada *The American Geological Institute's Glossary of Geology and Related Sciences (Washington D.C. : The American Geological Institute, 1957)*.

Upaya telah dilakukan untuk meng-Indonesiakan kata *Geology* agar terdengar dan terasa lebih nasionalis, yaitu dengan membuat padanannya menjadi Ilmu Kebumihan. Istilah ini sejak tahun 1990-an telah digunakan oleh ITB untuk nama sebuah fakultas, yaitu Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, diantaranya membawahi Departemen Teknik Geologi. Selain padanan seperti di atas, pada awal 1980-an di kalangan Jurusan Geologi, Universitas Padjadjaran juga telah diwacanakan sinonim Ilmu Kaji Bumi, suatu istilah yang jauh lebih mengakar, karena mengingatkan kita akan nama-nama ilmu pada zaman purbakala.

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (2001), Cetakan kedua Edisi III (2002), terbitan Balai Pustaka, ditulis bahwa geologi sebagai kata benda (nomina), yaitu *ilmu tentang komposisi, struktur, dan sejarah bumi*. Untuk memahami definisi kata *geology*

sebagaimana aslinya dalam bahasa Inggris (agar pemahamannya seragam dan bersifat internasional), maka digunakan acuan Webster Dictionary. *Geology* adalah kata benda (noun), kata jamaknya *geologies*.

*Geo - logos - description from legein.  
To speak :*

1. *The science dealing with the structure of the earth's crust and the formation and development of its various layers : it includes the study of individual rock types and early form of life found as fossiles in rocks.*
2. *The structure of the earth crust in given region, area, or place.*
3. *A book about geology.*

Definisi geologi secara bebas yang biasa digunakan yaitu *ilmu yang mempelajari bumi, meliputi cara terjadinya, proses dan sejarah yang berlangsung hingga saat ini, materi pembentuk Bumi, struktur atau bangun bumi, bentuk-bentuk permukaan dan prosesnya yang terjadi pada masa lalu, kini dan yang akan datang. Geologi juga mempelajari mahluk hidup yang pernah menghuni bumi sejak kelahirannya pada masa lampau hingga yang ada sampai sekarang.*

Negara Indonesia yang beriklim tropis dan tidak bersalju, mungkin dijadikan alasan *Glacialogy* dan *Glacial Geology* tidak pernah diajarkan secara khusus sebagai suatu mata kuliah.

Pembahasan glasial (es) biasanya hanya merupakan Bab, atau Sub-Bab yang berkaitan dengan gaya-gaya eksogen. Dengan demikian berdasarkan Tabel 1 ilmu-ilmu dasar yang merupakan cabang Geologi hanya 8, yaitu Geokimia, Geomorfologi, Mineralogi, Paleontologi, Petrologi, Sedimentologi, Stratigrafi dan Geologi Struktur. Definisi menurut aslinya dari setiap cabang ilmu tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

### Aplikasi Geologi

Pemahaman masyarakat akan pentingnya masalah lingkungan, menyebabkan geologi sebagai ilmu berkembang sangat luar biasa. Masalah lingkungan dijumpai dalam berbagai dimensi, berawal (?) dari ledakan jumlah penduduk yang berdampak diperlukannya ruang (*space*) yang semakin luas untuk permukiman dan bercocok tanam sebagai penghasil bahan makanan. Berkembangnya industri menyebabkan meningkatnya kebutuhan sumber daya alam, baik berupa energi seperti batubara, minyak bumi dan gas, serta bahan dasar industri yang berasal dari hasil tambang.

Kegiatan industri dan pertambangan yang semakin besar, berdampak langsung terhadap kelestarian alam serta menurunkan kualitas tanah, air, dan udara akibat limbah dan polusi. Dampak lanjutannya terjadi tanah longsor, banjir, dan semakin panasnya iklim bumi secara global akibat efek rumah kaca. Konon katanya bila hal ini dibiarkan terus, gunung-gunung es di kutub Utara dan Selatan akan meleleh sehingga muka air laut akan naik sampai 60 meter.

Ilmu Pengetahuan Bumi (*Earth Sciences*) sangat menaruh perhatian (*concern*) terhadap semua masalah seperti itu, baik yang berkaitan dengan seluruh aspek fisik maupun biologi atau kehidupan. Sebagian besar para ahli geologi (*geologist*) bekerja dengan melakukan pencarian (eksplorasi) dan mengembangkan sumber daya alam dan energi. Sebagian lainnya berusaha untuk lebih memahami mengenai

material bumi beserta proses-prosesnya sehingga pengetahuannya dapat disumbangkan pada bidang-bidang yang berhubungan dengan kemasyarakatan (*society*) seperti teknik sipil, penyediaan air, perencanaan tata ruang regional, perencanaan dan pengembangan tata kota dan daerah, serta segala permasalahan tata guna lahan lainnya sebagai akibat langsung dari pertumbuhan penduduk.

Aplikasi atau pemanfaatan pengetahuan geologi untuk bidang kemasyarakatan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sumber Daya Alam (*Natural Resources*)
  - a. Eksplorasi sumber daya alam meliputi bahan bakar, logam dan non logam, termasuk sumber daya alam primer mengenai energi serta bahan dasar logam untuk industri dan bangunan
  - b. Evaluasi dan pengembangan sumber daya alam
  - c. Perencanaan dan pengembangan sumber daya alam
2. Geologi Teknik (*Geological Engineering*). Penerapan pengetahuan geologi untuk masalah-masalah teknik sipil, terutama fondasi bendungan, bangunan besar (tingkat banyak), reaktor nuklir, terowongan, pembuatan jalan dan pembangunan di wilayah pantai.
3. Tata Guna Lahan (*Land Use*). Analisis kesesuaian untuk berbagai pengembangan terhadap macam-macam bentuk dan kondisi lahan (wilayah). Memberikan pertimbangan terhadap kemungkinan terjadinya bencana alam (*hazard*), seperti gempa bumi, letusan gunungapi, kestabilan lereng dan sejenisnya.
4. Pengembangan Sumber Daya Air (*Water Resource Development*). Analisis terhadap ketersediaan air tanah, yaitu berkaitan dengan sistem aliran, pencemaran serta

perubahan akibat pengaruh air sungai dan laut.

5. Aliran Sungai (*Stream*). Diperlukan pemahaman karakteristik dan proses yang terjadi pada aliran sungai, hal ini berguna untuk mengontrol banjir, pencegahan polusi dan menghindari efek negatif akibat pembangunan pada alur sungai yang merubah bentuk dan arah alirannya.

Dengan demikian, selain sebagai ilmu pengetahuan (*scientific*), pengetahuan geologi juga bermanfaat karena dapat terpakai atau diterapkan yang secara garis besar ada dua macam, yaitu yang berkaitan dengan :

1. Sumber Daya Alam dan Energi (SDA-E)
2. Sumber Daya Lahan (SDL)

Sebagai usaha untuk memenuhi kebutuhan yang berkaitan dengan masalah Sumber Daya Alam dan Energi, terbentuklah cabang-cabang ilmu yang bersifat terapan, seperti Geologi Batubara, Geologi Minyak dan Gas Bumi, Geologi Mineral Logam dan Non Logam, Geotermal. Sedangkan untuk aplikasi yang kedua, lahir cabang Geologi Teknik, Geologi Lingkungan dan Geologi Kwartir. Beberapa ilmu lain juga muncul, baik yang lebih bersifat teoritis maupun aplikatif, misalnya Tektonik Lempeng, Sekuen Stratigrafi, Geologi Kelautan, Vulkanologi, Seismologi, Hidrogeologi dan masih banyak lagi.

Seismologi juga dipelajari sebagai salah satu ilmu dasar pada bidang Geofisika, betapapun masih satu kumpulan dalam Ilmu Kebumihan, namun yang dipelajari pada bidang geologi tidaklah sama persis, setidaknya penekanannya berbeda. Pada tahap awal belajar biasanya dibarengkan dengan vulkanologi sehingga namanya menjadi Seismologi dan Vulkanologi.

Contoh berikutnya Geomorfologi, juga dipelajari dalam bidang ilmu lain yang bahkan diluar kumpulan Ilmu Kebumihan. Geomorfologi sebagai ilmu

dasar geologi hasil pembahasannya haruslah dapat menginterpretasi sejarah masa lalu dari suatu lahan tertentu (lihat uraian setiap ilmu pada Tabel 2).

Penerapannya dalam bidang Sumber Daya Alam dan Energi, pengetahuan geologi tampaknya sudah cukup memuaskan karena telah dapat secara lebih akurat menentukan lokasi-lokasi penyebaran setiap jenis bahan tambang di muka Bumi. Hal ini tentunya berkat usaha gigih para ahli geologi yang berkiprah dalam bidang SDM-E yang terus menggali lebih dalam dan mengembangkan setiap ilmu-ilmu dasar geologi.

Berbeda halnya untuk kepentingan Sumber Daya Lahan, "adalah masih jauh dari selesai bila hanya sampai dapat membuat zonasi untuk setiap macam bencana". Betapapun wilayah-wilayah berbahaya sudah dapat diketahui, tetapi kenyataannya dengan berbagai alasan manusia tidak dapat menghindar dan menjauh dari daerah tersebut. Tidak ayal lagi bila gempa bumi dan tsunami yang terjadi pada 26 Desember 2004 dan 28 Maret 2005 yang baru lalu banyak menimbulkan korban jiwa dan meluluh-lantakkan segala bangunan, karena semua negara yang terlanda bencana tersebut tidak mengantisipasi jauh-jauh sebelumnya. Kendatipun semua bangunan dibuat sangat kuat dengan menggunakan standar supra struktur, setiap penduduk diberikan latihan khusus mengenai tindakan penyelamatan diri apabila terjadi keadaan darurat, kenyataannya gempabumi di Kobe, Jepang pada tahun 1995 masih tetap saja menimbulkan banyak korban manusia..

Upaya penyelamatan yang masih mungkin hanyalah berusaha menghindar jauh dari tempat kejadian sebelum bahaya tiba. Tapi bagaimana mungkin hal itu dapat dilakukan sementara bencana alam geologi selalu datang sekonyong-konyong? Bahkan beberapa pakar gempabumi mengatakan bahwa adalah tidak mungkin memperkirakan kapan akan terjadinya gempa. Pemasangan perangkat *early*

*warning system* di Samudera Hindia juga tidak akan efektif karena dari pusatnya gelombang tsunami akan sampai ke pantai Sumatera hanya dalam waktu kurang dari 15 menit, bahkan getaran gempanya hanya membutuhkan waktu rambat beberapa detik saja. Bila memang demikian, lantas kita akan berupaya apa lagi?

Kalau saja setiap bencana alam geologi yang terjadi sebelumnya sudah dapat "diprediksi" waktunya seperti halnya angin topan, tentulah jatuhnya korban manusia akan dapat dihindari, atau setidaknya dapat diminimalkan.

*"Manusia sebenarnya dapat tahu, bahwa berbagai peristiwa yang telah terjadi itu tidaklah terjadi dalam cara sendiri-sendiri dan sesukanya, tetapi terjadi dalam tingkatan tertentu yang bisa diprediksi, sehingga dapat dieksploitasi untuk suatu kemaslahatan"* (filsafat asal-usul sains). *"Hanya kiamat dan kematian yang tidak dapat diduga kapan terjadinya, walau begitu semuanya akan lebih dulu diberikan tanda-tanda"*, itulah salah satu yang dapat disimpulkan dari ajaran Islam. Gejala alam dalam perjalanannya dari waktu ke waktu sesungguhnya tidak pernah menunjukkan tingkah yang menyimpang dari hukum-hukum perilakunya. Jika suatu gejala alam terjadi diluar perkiraan atau perhitungan manusia, itu hanya disebabkan manusialah yang belum atau tidak mengabaikan hukum alam itu secara lengkap

Dengan demikian upaya ilmiah untuk "memprediksi" tentang kemungkinan waktu terjadinya suatu bencana alam adalah suatu keniscayaan. Beberapa tahun sebelumnya para ahli geologi kita sebenarnya telah memprediksi bakal adanya gempabumi besar di sekitar P. Mentawai dan pantai barat Sumatera, seperti yang terjadi pada 26 Desember 2004 dan 28 Maret 2005 yang lalu. Bahkan dalam suatu seminar di P3G Bandung pada tanggal 18 Maret 2005 telah dijelaskan, bahwa setelah gempa dan tsunami yang melanda Aceh, pusat gempa di pantai barat Sumatera bergerak ke arah

selatan, bersamaan dengan itu pusat gempa di selatan Jawa bergerak ke arah utara. Dengan demikian gempabumi besar akan terjadi lagi dengan pusat makin kearah selatan dari pusat gempa yang telah terjadi sebelumnya (26 Desember 2004). Diprediksi gempa besar tersebut akan terjadi dalam kurun waktu kurang dari 10 tahun. Tapi apa hendak dikata, ternyata tepat 10 hari kemudian gempabumi tersebut telah terjadi, yaitu pada tanggal 28 Maret 2005.

Geologi masih harus dikaji lebih dalam agar dapat difahami lebih jelas hukum kausalitas tentang hubungan sebab-akibat dari segala macam aspek sehingga pada akhirnya kita dapat "memprediksi" kapan bencana alam (terutama gempabumi dan tanah longsor.) akan terjadi. Ini adalah salah satu tantangan tersendiri bagi para ahli geologi, khususnya yang berkibrah pada bidang SDL atau yang berkaitan dengan kemasyarakatan (*society*).

Memang masihlah teramat panjang jalan yang harus ditempuh untuk sampai ke tujuan tersebut, itulah sebabnya *study geology never the end*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Condie, Kent, C., 1982. *Plate Tectonics and Crustal Evolution*. Pergamon Press, New York, Toronto, Oxford, Sydney, Paris, Frankfurt.
- Don Leet, L., & Judson, Sheldon., 1960. *Physical Geology*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. Ki-nokuniya Book Store Co. LTD, Tokyo, Japan.
- Emmons, W.H., Thiel, G.A., Allison, Ira,S., 1955. *Geology, Principles and Processes*. New York, Toronto, London. Mc. Graw-Hill, Book Company Inc.
- Geikie, Andrew., 1962. *The Founders of Geology*. Second Edition, Dover Publication, Inc., NY.
- Hamblin, Kennet, W, 1985. *The Earth's Dynamic System*. Burgess Publishing Company, USA.
- Heller, Robert., Byrne, John., Kaufmanis, Karlis., 1979. *Earth Science*. Webster Division, Mc. Graw-Hill Book Co.
- Hirnawan, Febri, 1999. . *Peranan Geologi Dalam Pembangunan Nasional*. Studium General, Kuliah Perdana Bagi Mahasiswa Baru, Jurusan Geologi – FMIPA – Unpad.
- Koesoemadinata, R.P., 1996. *Sequence Stratigraphy. Pergeseran Paradigma Dalam Ilmu Geologi*. Proseding PIT IAGI ke 25.
- Runcorn, S.,K., 1962. *Continental Drift*. International Geophysical Series, Vol. 3, Academic Press, NY.
- Spencer, Edgar, W., 1972. *The Dynamics of The Earth*. Thomas Y. Crowell Company, New York.
- Stokes, W., Lee. 1982. *Essential of The Earth History*. Prentce-Hall Inc., New York.
- Sudradjat, Adjat., 1995. *Revolusi Ilmu Geologi Dari Katatrofisma ke Tektonik Glogal*. Studium Generale, Geologi-FMIPA, UNPAD.Tidak diterbitkan.
- Tarbuck, J., Edward & Lutgens, F.,K., 1985. *Earth Science*. Charles E. Merrill, A Bell & Howell Co., Columbus, Toronto, London, Sydney.

Tabel 1. Pembagian Ilmu Pengetahuan Bumi (Earth Sciences).

Geological sciences	Geophysical sciences	Oceanography	Meteorology
Geochemistry	Geodesy	Chemical oceanography	Climatology
Geomorphology	Seismology	Marine biology	
Glaciology	Terrestrial magnetism	Marine geology and geophysics	
Glacial geology		Physical oceanography	
Mineralogy			
Paleontology			
Petrology			
Sedimentation			
Stratigraphy			
Structural geology			

Tabel 2. Definisi berbagai cabang ilmu yang termasuk ke dalam Ilmu Pengetahuan Bumi (Earth Sciences)

<p><b>Geochemistry</b> is the study of the relative and absolute abundances of the elements and of the atomic species, isotopes, in the earth, and the distribution and migration of the individual elements in the various parts of the earth.</p> <p><b>Geomorphology</b> is the systematic examination and description of land forms, study of the processes of their origin and alteration, and the interpretation of them as records of past history.</p> <p><b>Glacial geology</b> is the study of the cause, distribution, erosion, transportation, deposition, and other effects of the formation of large masses of ice on the continents.</p> <p><b>Glaciology</b> is the study of form, physics, and regimens of modern glaciers.</p> <p><b>Mineralogy</b> is the study of minerals, their composition, the ways in which they occur, their crystal structure, and their behavior.</p>	<p><b>Paleontology</b> is the study of fossils, the remains and traces of the life of the past. Fossil assemblages are used to correlate rock units, and some assemblages are excellent indicators of the environments in which they lived.</p> <p><b>Petrology</b> is the study of the origin of rocks, their structures, textures, and their alteration.</p> <p><b>Petrography</b> is the systematic description and classification of rocks.</p> <p><b>Sedimentation</b> is a specialized branch of petrology that deals with the way in which sedimentary rocks are deposited in water, air, and ice.</p> <p><b>Stratigraphy</b> is the description and study of stratified rocks. It is concerned with the distribution, composition, thickness, age, variations, and correlation of rock strata.</p> <p><b>Structural geology</b> is the study of the shape and configuration of the rocks in the crust of the earth and their causes.</p>
<p><b>Geodesy</b> is the investigation of the shape and dimensions of the earth. This field includes analysis of the earth's gravitational field.</p> <p><b>Seismology</b> is concerned with the detection and interpretation of earthquake waves and the study of the elastic properties of the earth.</p> <p><b>Terrestrial magnetism</b> is the study of the earth's magnetic field, its causes, variations, and the history of changes that have taken place in the position of the field and the poles.</p>	<p><b>Oceanography</b> is broadly defined to include the study of the oceans and the ocean basins including <i>physical oceanography</i>, which encompasses study of tides, waves, and currents; <i>marine geology</i> and <i>geophysics</i>; <i>chemical oceanography</i> (chemistry of sea water); and <i>marine biology</i>.</p> <p><b>Meteorology</b> is the study of the atmosphere, atmospheric phenomena, and weather.</p>