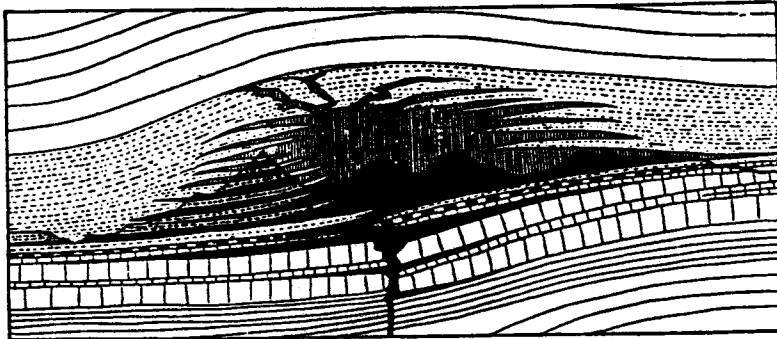


A  
11/35

**Drs. Sutarman Karim**

**GEOMORFOLOGI UMUM :  
DASAR-DASAR GEOMORFOLOGI  
DAN MORFOLOGI DAERAH ARID**



f

**BUKU I**

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG

DITERIMA TGL	28-5-96
SUMBER/HARGA	HD
KOLEKSI	KKI
No INVENTARIS	119/HD/96-92(2)
KLASIFIKASI	551.4 KAR 9:2

Diterbitkan Oleh:

**FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG**

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

Judul : *Geomorfologi Umum: Dasar-Dasar Geomorfologi  
: Dan Morfologi Daerah Arid*

Pengarang : *Drs. Sutarman Karim*

Cetakan : *Pertama , 1993*

Terbitan : *Pertama , 1993*

Diterbitkan Oleh : *Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial  
: IKIP Padang*

Dicetak pada : *Percetakan MRC FPTK IKIP Padang*

Setting : *Percetakan MRC FPTK IKIP Padang*

Printer : *Hewlett Packard Lasser Jet 4L,*

Jenis Huruf : *Castellar, Impact, dan New Caledonia.*

*(Isi di luar tanggung jawab percetakan)*

*Dilarang memperbanyak dalam bentuk apapun tanpa izin dari Pengarang*

## KATA PENGANTAR

Buku ini sebagai penuntun dalam langkah permulaan pada studi geomorfologi, yang memberikan dasar-dasar dan pengertian tentang prinsip-prinsip, tenaga serta nilai aplikasi dari ilmu tersebut dalam tata kehidupan manusia.

Suatu kenyataan bahwa pengetahuan tentang geomorfologi masih relatif kurang sekali, maka penulis mencoba menulis buku ini dengan judul "Dasar-dasar Geomorfologi dan Morfologi Daerah Arid" dengan tujuan dapat memberikan sumbangan bagi kepentingan dunia perpustakaan dan terutama bagi orang yang bergerak atau yang berminat dalam studi Geomorfologi.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, terutama Ibu dra. Ramani Nazaruddin yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan buku ini.

Akhirnya penulis mengharapkan, semoga buku ini menjadi perangsang dan bermanfaat bagi mereka yang membutuhkan dan sekali lagi penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 20 Agustus 1993

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
BAB I PENDAHULUAN .....	01
A. Pengertian Geomorfologi .....	01
B. Sejarah Perkembangan Geomorfologi .....	04
C. Perinsip-Perinsip Dasar Dalam Studi Geomorfologi .....	04
D. Geomorfologi dan Bidang Sains yang lain.....	07
BAB II BENTUK-BENTUK PERMUKAAN BUMI .....	10
A. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Pertama .....	10
B. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Kedua .....	13
C. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Ketiga .....	15
BAB III TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI DALAM KULIT BUMI .....	19
A. Pergerakan Dalam Kulit Bumi .....	19
B. Distropisma .....	20
C. Vulkanisma .....	29
D. Gempa Bumi (Seisma) .....	40
E. Isostasi Anomali Gravitasi .....	42
BAB IV TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI LUAR KULIT BUMI .....	44
A. Proses dan Tenaga Gradasi .....	44
B. Degradasi .....	44
C. Agradasi .....	63

## DAFTAR ISI (Sambungan)

	Halaman
BAB V MORFOLOGI DAERAH ARID .....	64
A. Pengertian Daerah Arid .....	64
B. Perbedaan Iklim antara Daerah Arid dengan Daerah Humid .....	65
C. Proses Geologis .....	66
D. Drainage di Daerah Arid .....	68
E. Bentuk-Bentuk Permukaan Bumi di Daerah Arid .....	69
F. Siklus Erosi di Daerah Arid .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	78

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1a	Geomorfologi dan Bidang Sains yang Lain ..... 09
Gambar 1.	Perubahan besar pada muka bumi akibat aliran magma dalam kulit bumi ..... 15
Gambar 2.	Bentuk muka bumi jenis kedua ..... 17
Gambar 3.	Bentuk muka bumi jenis ketiga ..... 18
Gambar 4.	Puncak dan lembah lipatan atau antiklinal dan sinklinal ..... 22
Gambar 5.	Beberapa jenis lipatan dan penampang dengan beberapa lipatan dan sesar sungkup sebagian ..... 23
Gambar 6.	Beberapa macam patahan ..... 24
Gambar 7.	Macam-macam sesar ..... 25
Gambar 8.	Macam-macam Gerakan masa ..... 31
Gambar 9.	Gunung Berapi Hindia Barat ..... 32
Gambar 10.	Peringkat-peringkat kejadian dalam sejarah pembentukan pulau Bogoslof ..... 33
Gambar 11.	Bentukan Hasil Intrusi magma ..... 39
Gambar 12.	Kings Throne Room, Gua Carlsbad, New Mexico ..... 47
Gambar 13.	Bentukan hasil pelarutan kapur di dalam Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat ..... 48
Gambar 14.	Bentukan hasil pelarutan kapur di atap Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat ..... 49
Gambar 15.	Kerucut talus atau kipas koluvial ..... 67
Gambar 16.	Bentuk bentangan alam daerah arid ..... 70
Gambar 17.	Tingkatan siklus geomorfologi di daerah arid ..... 73

## DAFTAR GAMBAR (Sambungan)

	<b>Halaman</b>
Gambar 18.	Bentuk Permukaan bumi akibat Glasiasi
	kontinental ..... 74
Gambar 19.	tingkatan erosi di daerah arid ..... 75
Gambar 20.	Bukit pasir di dataran Mendap sungai Columbia ..... 76
Gambar 21.	Gurun batu-batan (Sahara, Aljazair)
	dan Bukit Pasir (Lembah Mati, California)..... 77

# BAB I PENDAHULUAN

## A. PENGERTIAN GEOMORFOLOGI

Geomorfologi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari "GE" berarti bumi, "Morphe" yang berarti bentuk, sedangkan "Logos" berarti uraian atau descource. Jadi arti filosofisnya uraian tentang bentuk muka bumi atau "The study of landform", hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Phillip G. Worcester dalam bukunya A Textbook of Geomorfology; is the science of landforms, Another some what broader definition preferred by the auther is : Geomorfology is the interprestative description of the relief features of the earth (Worcester: 1961; 3).

Geomorfology merupakan ilmu pengetahuan tentang interprestasi dan deskriptif tentang gambaran permukaan bumi dan proses yang berlaku terhadap bentukan tersebut. Bentukan-bentukan itu dapat digolongkan secara sistimatik menurut struktur dasar (struktur geologi dan Litologinya), serta proses pembentukan dan pertumbuhannya.

Verstappen (1977:2) mengemukakan banyak konsepsi yang dikemukakan tentang ruang lingkup studi geomorfologi, tetapi tekanannya selalu pada; (1) bentuk permukaan atau landform, (2) proses, terutama yang sedang berlangsung, (3) perkembangan jangka panjang atau genesis dari bentuk lahan, dan (4) kaitan dengan lingkungan. Sedangkan dalam kenyataannya sasaran studi geomorfologi adalah bentuk permukaan bumi yang dalam istilah sehari-hari dikenal dengan gunung atau pergunungan, daratan, lembah, lembah sungai, alur-alur, berbagai bentuk pantai, gubuk pasir dan banyak lagi bentuk yang lainnya, (Kardono ; 1972 : 5).

Dalam Geomorfologi moderen yang menjadi perhatian, bukan hanya bentuk-bentuk muka bumi melulu, melainkan juga proses dan tenaga yang menyebabkan perubahan, perkembangan yang terjadi karena berlangsungnya proses dan tenaga serta implikasinya terhadap lingkungan kehidupan manusia yang dapat dilihat, misalnya dalam usaha pertanian, konstruksi bangunan, menempatkan industri, membuat jaringan transportasi, ini semua berhubungan dengan bentuk relief

1  
KILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG



permukaan bumi dan struktur kulit bumi.

## B. SEJARAH PERKEMBANGAN GEOMORFOLOGI

Geomorfologi itu sendiri merupakan ilmu yang sudah tua dan merupakan salah satu cabang dari geografi. Konsepsi-konsepsi dasar geomorfologi diletakkan oleh tokoh-tokoh terkemuka dalam geologi, maka perkembangan geomorfologi banyak dipengaruhi oleh corak geologi seperti yang dikemukakan : (1), Abraham Gottlob Werner (1749-1817), mengatakan bahwa sifat batuan yang mendasari suatu wilayah berpengaruh terhadap bentuk permukaan wilayah, (2). James Hutton (1795) mengemukakan pergunungan terbentuk karena pendalaman lembah dan lembah diperdalam oleh pengerukkan material keras yang berasal dari pergunungan, (3). Lyell (1830) mengemukakan bahwa proses yang menyebabkan proses perubahan permukaan bumi pada masa yang lampau adalah sama dengan proses yang berlaku sekarang dan prinsip ini lebih dikenal dengan prinsip "Uniformitarisme" yang berbunyi "Present is the key to the past", (4). Ramsay berpendapat bahwa erosi marine adalah tenaga yang sangat kuat dalam proses pengrataan dan gletser adalah tenaga pengukir (pengerok) dari ledok Danau. Dari konsepsi-konsepsi di atas, jelas bahwa morfologi dipengaruhi oleh konsepsi geologis, sehingga di Inggris dan Amerika Serikat, Geomorfologi ini diasuh oleh Departemen Geologi dan bukan oleh Departemen Geograf.

Hanyalah W. H. Davislah yang kemudian mensistimatisasikan konsepsi-konsepsi para pendahulunya, dan memasukkan pengertian "Siklus Geografi", yang dimaksudnya adalah rangkaian perubahan bentuk permukaan bumi, mulai dari pengangkatan daratan / pergunungan dari dasar laut, pengrataan pegunungan melalui proses pendalaman, pelebaran dan pemanjangan lembah (karena terjadi pelapukan, erosi dan denudasi) dan terbentuknya daratan yang relatif datar dan mendekati tinggi permukaan laut yang disebut "Peneplain" (Kardono: 1972:6) dan yang menjadi topik studinya adalah siklus Geomorfologi dan stidiumnya.

Para Geograf merasa kurang puas terhadap geomorfologi yang bersifat geologis ini, yang lebih dibutuhkan oleh para geograf adalah informasi faktual tentang tipe dari bentuk muka bumi dan pola

penyebarannya, dan membutuhkan informasi yang lebih tepat tentang proses yang berpengaruh terhadap pertumbuhan muka bumi dalam skala waktu yang dapat diamati manusia (Verstappen: 1968: 8). Dan akhirnya mendorong para geografer untuk mengembangkan Geomorfologi menjadi pengetahuan yang mempunyai nilai praktis, bagi usaha manusia untuk mengelola lingkungannya. Yang disebut Geomorfologi terpakai (Applied Geomorphology) yang dipelopori oleh Verstappen dengan bukunya *Geomorphology and Environment* (1968) dan *Applied Geomorphology* (1977), sedangkan *Geomorphology Geography* dipelopori oleh R. J. Russel (1949).

Berdasarkan uraian di atas maka dapat dikelompokkan 3 (tiga) bentuk perkembangan Geomorfologi yaitu :

1. Geomorfologi sistematik : yang dalam pembahasannya menitik beratkan kepada hal-hal yang berhubungan dengan : (a) Teori-teori tentang pembentukan bumi, (b) Teori suksesi perubahan bentangan alam, (c) Struktur bumi dan struktur bentangan alam, dan (d) Proses dan tenaga Geomorfologi.
2. Geomorfologi geografis, pembahasannya tentang interaksi antara daya manusia dengan lingkungan alam sekitarnya, termasuk penyesuaian, pengendalian dan pengaturan proses serta penyesuaian terhadap struktur Geologi. Problema-problema praktis dalam hal ini, misalnya tingkat erosi, sedimentasi pada bentangan- bentangan alam di daerah banjir dan tanah longsor karena pengundulan hutan dan lain-lain.
3. Geomorfologi terpakai, studi ini tidak mempunyai bentuk khusus, yang dikembangkan dalam studi ini adalah penerapan dalil-dalil dan hukum-hukum geomorfologi untuk pemecahan problem-problem dalam lingkungan, seperti melayani kebutuhan-kebutuhan Geologi, Geografi, ilmu tanah, teknik sipil dan lain-lainnya.

Perkembangan metodologi dan teknologi membawa kemungkinan perkembangan applied Geomorfologi ini, observasi medan kalau dahulu harus menaiki gunung tetapi sekarang dapat dilakukan dari udara bahkan sudah dilakukan komputer dan metode kerja yang sarasannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan serta menjadi pendukung yang

kuat bagi geografi terpakai dalam perkembangannya menuju ilmu yang bersifat teknis dalam pengelolaan lingkungan.

### C. PRINSIP-PRINSIP DALAM STUDI GEOMORFOLOGI

Berapa landasan pemikiran dalam studi Geomorfologi untuk menafsirkan bentangan alam berdasarkan prosesnya, antara lain :

1. Proses dan hukum alam yang terjadi sekarang telah terjadi pula dimasa yang lalu, meskipun kekuatannya tidak sama. Teori ini dikemukakan oleh James Hutton (1726-1797), seorang ahli Geologi Scotlandia yang terkenal dengan konsepnya "Uniformitarisma" yang menyebutkan "Present is the key to the past", konsepnya kemudian dikembangkan Playfair dengan menyebutkan semua peristiwa Geologi yang terjadi sekarang, telah terjadi pula dimasa lampau. Berdasarkan teori di atas bahwa sekarang terjadi erosi, maswasting, weathering dan pengangkatan, proses ini juga pernah terjadi pada masa lalu, hanya kekuatannya yang berbeda.
2. Struktur Geologi merupakan faktor yang besar pengaruhnya dalam perkembangan bentuk permukaan bumi. Struktur Geologi meliputi studi dan pemerian (description) struktur batuan atau lapisan batuan, sedangkan struktur- struktur primer dan hasil deformasi di dalam kerak bumi (Marnis Nawi, 1982: 11). Struktur Geologi sangat mempengaruhi bentuk permukaan alam dipermukaan bumi.  
Struktur Geologi yang berbeda akan menghasilkan bentuk bentangan alam yang berbeda pula, misalnya pada daerah struktur patahan akan memperlihatkan bentuk bentangan yang berbeda dengan struktur lipatan, vulkanis dan sidimentasi.
3. Tiap-tiap faktor yang menyebabkan erosi dapat menghasilkan bentuk permukaan bumi berturut-turut (muda-dewasa-tua) dengan ciri-cirinya tersendiri.

Erosi adalah berpindahnya materi penyusunan permukaan bumi (tanah dan batuan) karena terangkut oleh air, angin, gletser dan ombak yang mengalir dan bergerak di permukaan bumi (Soetoto,

1987: 35). Aktivitas terakhir dari erosi adalah pengendapan dari materi yang diangkut tersebut dengan sedimentasi.

Bentuk bentangan alam yang dihasilkan oleh masing-masing tenaga tersebut akan berlainan dan mempunyai karakteristik tersendiri. Dan jika belum mengalami perubahan maka lapisan paling atas merupakan lapisan lebih muda dan lapisan tengah berusia dewasa serta lapisan paling bawah berusia tua. Hal ini sesuai dengan hukum steno yang dikemukakan Sukandarrumidi (1978: 4) dengan 3 (tiga) hukum yang terkenal :

- a. Hukum super posisi, mengemukakan pada batuan sedimen dalam kedudukan yang belum berubah bagian atas merupakan bagian yang relatif muda dibandingkan dengan bagian bawah dalam satu seri batuan sedimen.
- b. Hukum kejadian horizontal, mengatakan bahwa dalam satu seri pelapisan pada saat mula terbentuk mempunyai kedudukan horizontal. Apabila ternyata pelapisan tersebut sudah membentuk sudut dengan bidang horizontal, menunjukkan bahwa pelapisan tersebut sudah pernah terangkat dan mengalami perubahan.
- c. Hukum kejadian terus menerus, mengatakan bahwa dalam proses sedimentasi akan dihasilkan pelapisan yang sama tebalnya, kapan tidak terjadi gangguan di tempat kejadian, apabila dijumpai lapisan-lapisan yang semakin menipis ataupun terjadi pembajakan pada pelapisan, hal ini disebabkan adanya gangguan pada saat proses sedimentasi sedang berlangsung.
- d.. Beberapa proses Geomorfologi meninggalkan bekasnya yang berlainan pada permukaan bumi dan dengan melihat bekas tersebut dapat diketahui proses apa yang menyebabkannya.

Untuk menentukan proses apa yang telah terjadi terhadap daerah yang sedang diteliti, maka perlu diketahui bekas-bekas atau kenampakan-kenampakan di daerah tersebut. Apakah daerah tersebut hasil pengendapan, pengangkatan, vulkanis atau pengikisan oleh erosi sungai, gletser dan angin. Semua proses ini

akan meninggalkan bentuk bentangan alam yang berlainan. Bentangan alam hasil proses struktural akan menghasilkan bentuk topografi yang khas dan pola pengaliran yang dominan trellis terutama didaerah patahan, sedangkan bentangan alam asal proses vulkanis akan menghasil topografi yang kasar dengan pola pengaliran yang dominan paralel (Prpto Suharsono: 1988: 4-6) demikian pula bentuk bentangan alam asal proses gletser, marine, karst dan fluvial. Dengan melihat bekas-bekas yang terdapat di alam kita dapat menafsirkan proses apa yang telah terjadi didaerah tersebut pada masa lalu.

- e. Besarnya proses yang terjadi dipermukaan bumi lambat laun akan berbeda kecepatannya karena perbedaan proses Geomorfologinya. Besarnya proses yang terjadi sangat ditentukan oleh daya, masa atau waktu, pada daerah yang baru terkikis mempunyai daya erosi yang sangat kuat, dan semakin lama daya erosi tersebut makin melemah.
- f. Iklim besar sekali pengaruhnya pada pembentukan bentangan alam (landscape) karena baik langsung maupun tidak langsung mempengaruhi proses Geomorfologi.

Iklim mempunyai peranan penting terhadap pembentukan morfologi permukaan bumi, misalnya besar kecilnya curah hujan, perubahan suhu harian, salju abadi, arah dan kecepatan angin. Daerah tropis yang mempunyai curah hujan yang banyak akan berlainan dengan morfologi daerah iklim kering, daerah hadap angin akan berbeda morfologinya dengan daerah belakang angin. Semua ini adalah pengaruh langsung dari iklim.

Pengaruh tidak langsung iklim terhadap pembentukan morfologi daerah, misalnya daerah yang banyak tumbuh-tumbuhan, pengikisan oleh air hujan agak kurang. Jika dibandingkan dengan daerah yang beriklim kering dengan tumbuh-tumbuhan jarang, karena pada daerah yang tumbuhan jarang daya infiltrasi rendah, run off besar maka erosi didaerah ini akan menjadi besar, akibatnya bentuk bentangan alam akan berbeda dengan bentangan alam didaerah yang mempunyai

hutan lebat.

- f. Evolusi (Siklus) Geomorfologi yang sederhana lebih jarang dijumpai dilapangan (di alam) dari pada bentuk bentangan alam yang kompleks.

Di alam sering dijumpai kenampakan suatu patahan dipotong oleh patahan lain, suatu seri batuan sedimen dipotong oleh dike batuan beku, suatu vein dipotong oleh vein yang lain, sehingga dari bentuk yang sederhana menjadi bentuk yang lebih kompleks, bahkan kadang-kadang sukar menentukan kejadian daerah tersebut.

Sehubungan dengan itu Horberg (1952) membagi bentangan alam atas 5 (lima) kelompok yaitu (1) Simple (sederhana), (2) Compound (majemuk), (3) Monocyclic (bersiklus tunggal), (4) Multicyclic (bersiklus banyak)

#### D. GEOMORFOLOGI DAN BIDANG SAINS YANG LAIN

##### 1. Hubungan dengan fisiografis.

Biasanya fisiografi dikaitkan dengan tiga bagian muka bumi yang terbesar, daratan, udara dan lautan. Sedangkan menurut Philip G. Worcester bumi ini terdiri dari 3 (tiga) bagian penting (a) Lithosfer, (b) Hydrosfer dan (c) Atmosfer. Lithosfer merupakan bagian yang padat pada kulit bumi yang tersusun dari batuan dan mineral-mineral. Hydrosfer merupakan bagian alam yang berkenaan dengan air seperti laut, danau, sungai dan air tanah, berarti semua air baik yang berada di dalam kulit bumi maupun dikulit bumi. Atmosfer atau ruang udara adalah berhubungan dengan gas, ruang kosong yang dapat menembus masuk lithosfer dan hydrosfer.

Berdasarkan pokok pikiran di atas, bumi secara umum terdiri dari daratan, lautan dan atmosfer. Studi yang berkenaan dengan daratan adalah Geomorfologi, tentang lautan dipelajari oleh Oceanografi, sedangkan mengenai atmosfer atau ruang dipelajari oleh Meteorologi dan Klimatologi.

Kebanyakan buku literatur, fisiografis membicarakan ketiga cabang pengetahuan tersebut, tetapi menurut pengertian yang umum fisiografis itu hanya mempelajari daratan saja, oleh karena itu lebih tepat dikatakan ilmu ini sebagai Geomorfologi (A. K. Lobeck, 1981: 3).

## 2. Hubungan dengan Geologi

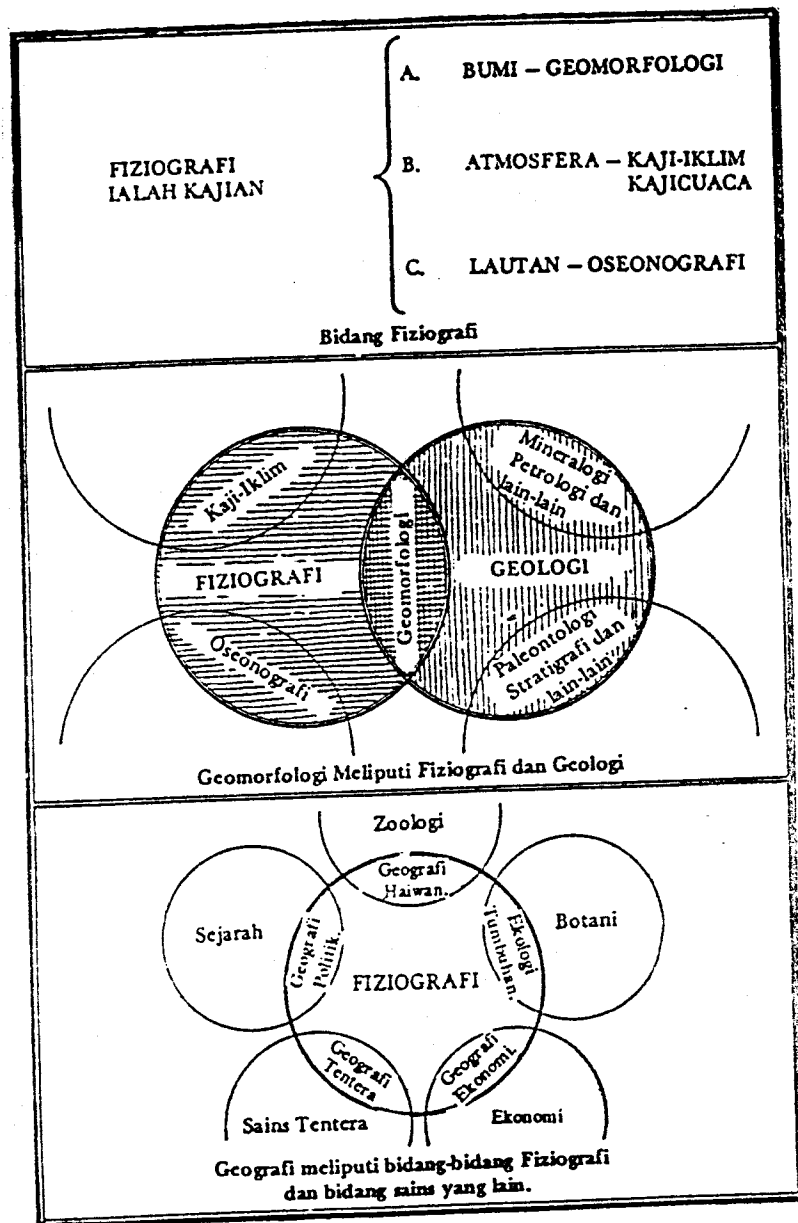
Geomorfologi yang mempelajari bentuk permukaan bumi merupakan suatu cabang Geologi (lihat Gambar 1) yang kadang-kadang dianggap berhubungan pula dengan mineralogi, petrografi, paleontologi dan stratigrafi. Studi tentang Geologi struktur memberikan sumbangan kepada Geomorfologi dengan cara membicarakan perubahan-perubahan bentuk permukaan bumi. Jadi Geomorfologi merupakan salah satu cabang Geologi yaitu yang berkenaan dengan bentuk-bentuk muka bumi, maka Geomorfologi setaraf dengan stratigrafi, petrografi, minerologi dan paleontologi.

## 3. Hubungan dengan Geografi

Pada prinsipnya Geografi mempelajari hubungan antara kehidupan makhluk hidup dengan lingkungan alam. Studi geografi meliputi bidang fisiografi, sosial dan biologi. Dalam bidang fisiografi meliputi alam sekitarnya mempunyai hubungan terhadap penyebaran dan tingkah laku dalam alam binatang dan manusia.

Geografi pada hakekatnya mempelajari sifat-sifat, gejala alam dan penduduk serta mempelajari corak yang khas mengenai kehidupan dan berusaha memberi fungsi dari unsur-unsur bumi, ruang dan waktu. Berarti Geomorfologi memegang peranan penting secara fisiografis dalam membina lingkungan hidup manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Akhirnya perlu juga diketahui bahwa tidak ada ilmu pengetahuan yang berdiri sendiri, tetapi selalu berkaitan dengan ilmu pengetahuan lainnya untuk mendalami bidang kajiannya, hal ini dapat kita lihat pada gambar 1.



GAMBAR 1a  
Geomorfologi dan bidang sains yang lain  
(Menurut A. K. Lobeck : 1938 : 2)



## BAB II

### BENTUK-BENTUK PERMUKAAN BUMI

Bentuk-bentuk permukaan bumi (land forms) yang sering disebut dengan kenampakan-kenampakan relief. Secara umum bentuk permukaan bumi terdiri dari sejumlah daratan, lautan dan berbagai variasi karena adanya pengaruh tenaga dari dalam maupun dari luar kulit bumi, sehingga lapisan kulit bumi mengalami perubahan (A. K. Lobeck 1981: 4). Tenaga endogen meliputi gerakan-gerakan kerak bumi (tektonik) dan vulkanisme, yang menyebabkan permukaan bumi bergelombang. Proses eksogen meliputi gradasi (denudasi) dan aktivitas organisme. Proses gradasi terdiri dari degradasi (proses yang menyebabkan berkurangnya bagian dari suatu bentangan alam), seperti pelapukan, erosi, masswasting, sedangkan aggradasi atau proses yang menyebabkan bertambahnya bagian dari suatu bentangan alam, seperti aliran air, air tanah, gelombang, angin dan gletser (J. P. Buranda: 1991: 28).

Bentuk-bentuk muka bumi yang dihasilkan oleh proses-proses di atas dapat dikelompokkan atas 3 (tiga) tingkatan.

#### A. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT PERTAMA (RELIEF FEATURES OF THE FIRST ORDER).

Bentuk muka bumi tingkat pertama adalah bentuk muka bumi yang terjadi pada saat bumi mulai terbentuk sekitar sekitar 4,5 milyar tahun yang lalu. Dan bentuk muka bumi yang terluas termasuk tingkatan pertama ini terdiri dari benua dan lautan (continental platforms and ocean basin). Meskipun demikian menurut A. K. Lobeck (1981: 4) para ahli Geologi tidak dapat memastikan kapan benua itu terjadi dan bagaimana bentuk serta posisinya terhadap kulit bumi, tetapi mereka sependapat bahwa massa benua sangat luas itu telah terjadi semenjak awal kejadian bumi. Beberapa teori yang membicarakan bentuk permukaan bumi ini yaitu :

### 1. Teori Tetrahedral dari Lowthian Green.

Teori ini mengatakan bahwa pengecutan (contraction) dunia menyebabkan bentuk tetrahedral dan benua-benua yang terbesar mengambil tempat empat penjuru. Teori ini umumnya disangkal oleh banyak ahli, karena bentuk tetrahedral bukannya suatu bentuk yang seimbang untuk dunia yang selalu mengalami perubahan.

### 2. Teori Suess

Suess melihat bahwa benua mempunyai sifat yang tetap dan fasif, yang disebut daerah prisai (tameng). Daerah prisai adalah bagian tertua dari kerak bumi yang tidak lagi mengalami gerakan sejak masa Proterozoikum, seperti prisai Kanada, Guinea, Brazillia, Afrika selatan dan timur, Baltik, Ukraina, Siberia, Swedia, Australia tengah dan barat. Disekeliling tameng ini, dimana daerahnya selalu terjadi perubahan (pengangkatan, pelipatan dan lain-lain).

### 3. Teori Drifting Continent dari Alfred Wagner.

Wagner (1910) beranggapan kurang lebih 200 juta tahun lalu benua-benua berkelompok menjadi satu massa, suatu benua amat besar, yang disebut pangea, 20 juta tahun kemudian pangea mulai retak dan terpisah disepanjang garis pinggir benua-benua yang sekarang, akhirnya benua itu hanyut kekedudukan yang baru. Ada gaya yang cukup kuat untuk menggeser benua-benua itu. Kerak bumi adalah massa yang lentur yang terpicah-pecah dalam beberapa bagian-bagian yang besar yang disebut lempeng tektonik. Palung samudera dan benua-benua tertanam kuat dalam batuan padat dari lempeng ini dan menopang di atasnya. Lempeng itu saling bergerak dan saling mendorong, pergerakan ini didorong oleh inti bumi sebagai mesin raksasa yang sangat panas.

Punggung atlantik tengah merupakan daerah tempat lava naik membentuk kerak bumi baru. Dari suatu lembah sentral sepanjang punggung dasar samudra memancar dan mendorong semua lempeng itu dan menggeser benua Amerika kearah Barat. Selama lebih kurang 180 juta tahun, lempeng-lempeng telah berpindah sebagai ban bergerak memisahkan kedua nuansa benua yaitu Amerika dan

Afrika dan Eropah makin saling menjauh dengan kecepatan berapa cm pertahun, Australia dan Antartika melepaskan diri.

#### 4. Teori Tektonik Lempeng

Teori ini mengungkapkan bagaimana lempeng Litosfer selalu bergerak kearah tertentu yang mengakibatkan terjadinya berbagai perubahan seperti pergeseran benua- benua, pembentukan pergunungan, terjadinya gempa bumi dan sebagainya. Teori ini dikemukakan pertamakali oleh pakar Geofisika inggris, MC. Kenzie dan Robert Farker (1967) yang merupakan penyempurnaan hasil-hasil pemikiran teori pergeseran benua dari Alfred Wegner, teori konveksi dan sea floor spreading.

Menurut teori ini litosfer dan kerak bumi merupakan satu lempeng yang mengapung di atas lapisan astenosfer yang agak lunak. Dilapisan Astenosfer terjadi aliran konveksi karena perbedaan densitas batuan dilapisan bagian atas dan bawah sebagai akibat dari perbedaan temperatur. Aliran konveksi diastenosfer ini mempengaruhi lempeng litosfer di atasnya sehingga terpecah menjadi Eurasia, Afrika, Pasifik, Amerika, Hindia, Australia dan Antartika.

Lempeng-lempeng besar di atas terpecah-pecah lagi menjadi lempeng-lempeng yang lebih kecil, seperti lempeng Filipina, Bering, Cocos, Masca, Arab, Somalia dan sebagainya. Dan masing-masing lempeng tersebut bergerak kearah tertentu dengan kecepatan lebih kurang 1 - 13 cm / tahun, dengan bermacam-macam gerakan, saling menjauh, saling bertabrakan dan saling berpapasan (Buranda: 1991: 3).

Berdasarkan teori-teori di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa bumi pada mulanyamerupakan massa yang luas dan kemudian mengalami pergeseran oleh tenaga endogen, dan bumi terpecah-pecah menjadi benua-benua seperti apa adanya sekarang. Perubahan terhadap pemecahan dan pergerakan benua ini berlangsung dalam waktu yang sangat panjang bahkan sampai sekarang pergerakan benua ini masih berlangsung.

## B. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT KEDUA

Bentuk permukaan bumi tingkat kedua disebut juga *Constructional Forms*. Benua terdiri dari unit-unit pergunungan dan dataran yang disebut *Physiographie Provinces* atau *Geologie Provinces*. Bentuk permukaan bumi pada tingkat kedua dibentuk oleh tenaga endogen yang berasal dari dalam kulit bumi yang menyebabkan terjadi pergerakan dan pergeseran kulit bumi baik secara horizontal maupun vertikal, yang disebut dengan tenaga *Diastropisma* yang sifatnya membangun, sehingga bentuk permukaan bumi tingkat kedua disebut dengan *Constructional Forms*.

Pergerakan lapisan kulit bumi yang menyebabkan terjadinya pergunungan, menurut Buranda (1991: 4) menyatakan dapat dibedakan atas 3 (tiga) tipe.

1. *Divergent Boundaries*, yaitu perbatasan lempeng yang bergerak kearah yang berlawanan atau saling menjauh yang disebut juga *Constructive plate margints*, karena diperbatasan lempengsemacam ini, selalu terbentuk kerak bumi baru yang bersal dari aliran konveksi di lapisan astenosfer, materi kental / magma dari lapisan atenosfer mengisi retakan antar lempeng kemudian membeku menjadi kerak bumi, tipe ini ditemukan di *Midoceanic Ridge*, seperti *Mid Atlantic Ridge*, *East Pasific Ridge*, *Atlantic Indian Ridge* dan *Pasific-Antarctie Ridge*. Terjadi pergunungan didasar laut ini merupakan hasil aliran konveksi dan lapisan astenosfer.
2. *Covergent Boundaries*, yaitu perbatasan lempeng dimana lempeng bergerak memusat dari arah yang berlawanan sehingga terjadi tabrakan lempeng yang disebut juga dengan *Destructive Plate Margins*, karena pada perbatasan lempeng terjadi pengrusakan kerak bumi. Tabrakan lempeng tersebut menyebabkan terjadi patahan-patahan pada kulit bumi dan salah satu lempeng akan menjorok ke dalam masuk kelapisan astenosfer dan selanjutnya lebur menjadi bagian materi astenosfer. Dimana pada zona ini lempeng menjorok kedalam astenosfer, erat kaitannya dengan terjadinya gempa bumi, karena pusat-pusat gempa bumi terdapat di zona ini sebagai akibat dari pergesekan lempeng. Jika lempeng

menjorok kelapisan yang lebih dalam (50 - 100 km), sebagian dari batuan akan lebur dan menjadi sumber magma yang selanjutnya membentuk vulkan-vulkan aktif dipermukaan bumi.

Bilamana lempeng benua bertabrakan dengan lempeng dasar laut, akan terjadi serangkaian pulau-pulau vulkanis dan palung laut sejajar dengan pulau vulkanis tersebut. Dan kalau lempeng benua saling bertabrakan ditandai dengan terjadinya pegunungan di permukaan bumi.

3. Shear Boundaries, yaitu perbatasan lempeng satu dengan lempeng yang lain asal berpapasan, bergerak dengan arah yang berlawanan disepanjang perbatasan kedua lempeng, yang sering juga disebut Konservatif Plate Margins, karena pada perbatasan tipe ini tidak terjadi pembentukan maupun pengrusakan kerak bumi.

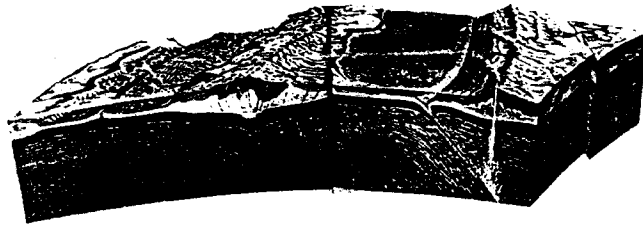
Pendapat Buranda diperkuat lagi dengan pendapat Christohper Maynard yang dikutip oleh G. A. Latudieru (1974: 16) mengemukakan bahwa perubahan besar pada muka bumi disebabkan oleh aliran-aliran kuat yang berjalan lambat dalam selubung. Aliran ini menghancurkan kerak bumi, menggerakkan benua-benua mengelilingi bola bumi dan membentuk pegunungan-pegunungan besar. Dan jika lempeng saling bertabrakan, benua-benua yang menunggang di atasnya saling membajak dan membentuk pegunungan, dalam tabrakan yang berjalan cepat salah satu lempeng dapat dihancurkan, benua yang terletak di atasnya akan terlipat dan terangkat membentuk gunung api. Jika gerakan lempeng bersilang menyebabkan terjadinya gempa bumi.

Jadi tiap permukaan bumi adalah Constructional forms, karena semuanya itu selalu dibentuk oleh kekuatan konstruksi (membangun) yang besar dari dalam kulit bumi. Akibat dari semua kejadian di atas maka pada tingkat kedua, bentuk permukaan bumi merupakan fenomena-fenomena, pegunungan, lipatan, dome, pegunungan kubah, pegunungan patahan, pegunungan komplek, gunung berapi dan sebagainya.

Pada struktur batuan akan dibentuk menjadi beberapa tipe pegunungan. Jika lapisan batuan endapan mengalami pengangkatan hingga membentuk kubah (dome), disebut pegunungan kubah (dome)

Mountain), jika kulit bumi pecah atau patah, yang diikuti dengan dislokasi, pengangkatan, maka terjadi pegunungan patahan (Block Mountain). Apabila batuan mengalami tekanan mendatar menjadi suatu lipatan yang disebut pegunungan lipatan (Folded Mountain). dan kalau kombinasi dari bermacam-macam produk di atas, maka terjadi pegunungan kompleks Complex Mountain (Waryono (1977:6).

Umumnya Constructional forms menempati daerah yang luas, dan merupakan rangkaian pegunungan, serta dataran yang luas yang menutup permukaan bumi.



Gambar 1.

Pergerakan pada muka bumi disebabkan oleh aliran magma dalam kulit bumi. Aliran ini menghasurkan kerak bumi, menggerakkan bumi-bumi sehingga terbentuk pegunungan-pegunungan besar.

### C. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT KETIGA

Bentuk permukaan bumi pada tingkat ini merupakan bentuk bentangan alam yang telah mengalami pengrusakan oleh tenaga eksogen sehingga disebut juga dengan Destructional forms. Dalam kerjanya unsur pengrusakan itu menghasilkan erosional features, residual features, peaks dan summit, serta despositional features (Waryono 1977: 8).

Bentuk-bentuk Destructional forms ini dapat diklasifikasikan berdasarkan faktor-faktor yang merusaknya. Ada empat faktor pokok

yang menyebabkan terjadinya pengrusakan tersebut, yaitu (a) sungai, (b) sungai gleser, (c) Ombak dan (d) angin, sedangkan pelapukan merupakan pekerjaan awal dari penghancuran batuan yang kemudian dipindahkan ketempat lain oleh tenaga-tenaga di atas, sehingga menghasilkan bentukan-bentukan bentangan alam yang unik dan khas, A. K. Lobeck (1991: 11).

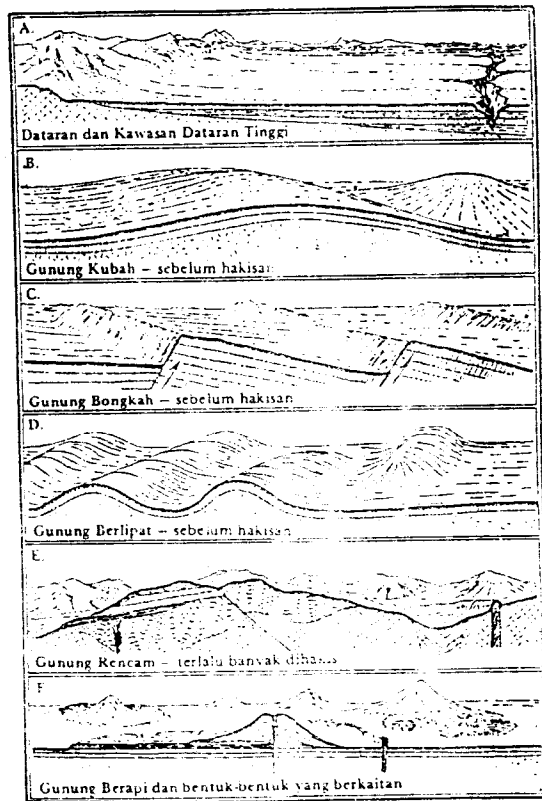
Proses pekerjaan sungai seperti bentuk erosi menghasilkan Gullies, splash, valley, canyons. Bentuk sisa menghasilkan peaks, monadnocks, summit areas dan bentuk endapan menghasilkan alluvial fans, floodplains, creavase splasey point bar dan natural leven.

Bentuk yang diwujudkan oleh gleser akan menghasilkan covi, gaung gleser, puncak-puncak rabung aret, roehe mountonee morena, domalin, dan kames. Sedangkan proses kerja ombak akan menghasilkan gua laut, wave cut plate forms, wave cut nocht, betting, gisik, tombolo, lagune, swalle, cliff.

Begitu juga angin akan membentuk lobang tiupan, batu, cendawan, gunduk pasir, loes, bayada, playa, pidemen dan sebagainya. Selain pengrusakan yang dilakukan oleh peroses di atas, pengrusakan juga dilakukan oleh organisme, secara umum juga dapat menjadi tenaga pengrusak seperti membangun sarang pada batuan yang menyebabkan batuan itu menjadi lapuk dan selanjutnya memecah batuan tersebut dimuka bumi. Organisme selain merubah juga dapat membangun seperti yang dilakukan oleh binatang karang di laut, sehingga terjadi pulau atol, terumbu karang, the great barrier rif dan sebagainya.

551.4  
KAR  
9:2

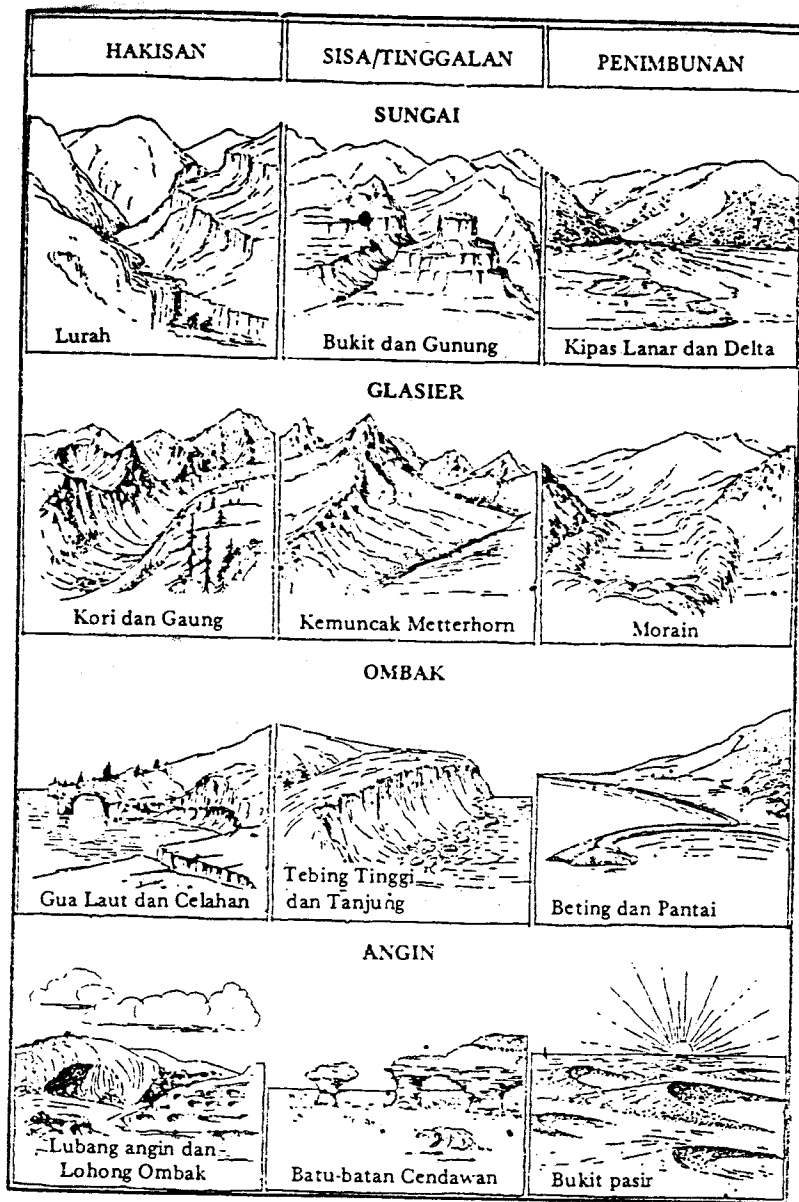
119/HD/96-92(2)



Gambar 2  
bentuk-bentuk muka bumi jenis kedua  
pembinaan bentuk muka bumi  
(A. K. Lobeck: 1938: 8)

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG





Gambar 3  
Bentuk muka bumi jenis ketiga  
pembinaan bentuk muka bumi  
(A. K. Lobeck: 1938: 10)

### BAB III

## TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI DALAM KULIT BUMI

### A. PERGERAKAN DALAM KULIT BUMI.

Untuk mempelajari kejadian muka bumi perlu terlebih dahulu harus diketahui proses yang telah terjadi atau berjalan di masa lampau, juga yang sedang berlaku sekarang, agar dapat memahami sedikit banyak tentang bagaimana terbentuknya muka bumi yang ada sekarang.

Bentuk-bentuk muka bumi adalah akibat dari dua tenaga yang berlaku, baik tenaga yang berasal dari dalam maupun tenaga berlaku dari luar. Untuk Bab ini kita akan membicarakan tentang tenaga yang berasal dari dalam kulit bumi. Kita tidak mungkin melihat pergerakan yang berlaku dalam kerak bumi. Banyak dari gerakan ini berlaku atau berlangsung perlahan-lahan, namun ada juga gerakan ini terjadi secara tiba-tiba yaitu apabila bongkah-bongkah dalam bumi bergeser dengan tiba-tiba beberapa meter atau kilo meter dalam tempo beberapa menit saja.

Proses ini dapat terjadi karena dibawah kerak bumi didapati suatu lapisan yang disebut "mantel" dan "selubung". Diatas selubung inilah mengapungnya kerak bumi yang terdiri dari beberapa lempeng. Susunan seperti ini dinamakan apungan benua. Benua yang terletak pada berbagai lempeng itu bergerak relatif satu terhadap yang lainnya. Gunung api dan gempa bumi terjadi jika lempeng bertumbuk satu sama lainnya atau pecah. Pertumbuhan lempeng membentuk pegunungan lipatan, seperti pegunungan Andes di Amerika selatan dan pegunungan Himalaya di Asia, (Hehanussa 1985: 8).

Terbentuknya pegunungan adalah akibat dari tenaga endogen yang menyebabkan di beberapa tempat dikerak bumi terjadi pengangkatan, pembubungan dan juga terjadinya penurunan kulit bumi. Proses orogenesis ini membentuk pegunungan berangkai yang pada umumnya terdiri dari struktur-struktur lipatan dan patahan. Gunung

api tidak termasuk katagori ini, meskipun gunung api itu dibentuk oleh tenaga endogen, tetapi gunung api dimasukkan kedalam peristiwa vulkanisme. Jadi proses tektogenesis itu mendahului proses orogenesis dan epirogenesis. (Katili 1963: 285).

Pegerakan dalam bumi baik peristiwa vulkanisme, maupun proses tektogenesis sering menyebabkan terjadinya peristiwa gempa bumi (seisme).

## B. DIASTROPISME

Tenaga dan proses diastropisme dapat digolongkan atas dua macam yaitu

### 1. Gerakan Epirogenetik

Gerakan epirogenetik ini merupakan suatu gerakan vertikal yang naik turunnya berbagai bagian dikulit bumi. Pergerakan ini berlangsung sangat lambat bahkan berjuta-juta tahun lamanya dan terjadi pada daerah yang luas serta menyebabkan kulit bumi melengkung dan membubung karena dislokasi yang lemah. Akibat dari gerakan epirogenetik akan lebih jelas kelihatannya pada daerah pinggir pantai, dengan bentukan pantai yang bertingkat-tingkat atau tenggelam ke dasar laut.

Gerakan epirogenetik ini terdiri dari dua macam yaitu (1). gerakan epirogenetik positif, ialah permukaan daratan seolah-olah turun dan permukaan laut naik. Bentuk ini dapat diamati di muara sungai Congo di Afrika turun 2 meter pertahun, sungai Musi dan sungai Kapuas dapat diikuti jalurnya sampai kelaut Cina selatan, sungai Hudson di USA dapat diikuti sampai 1900 m di bawah permukaan laut. (2). gerakan epirogenetik negatif, yaitu apabila daratan naik dan permukaan air laut seolah-olah turun dibandingkan dengan permukaan daratan, sehingga garis pantai pindah kearah laut dan pantai menjadi bertingkat-tingkat. Bentuk morfologi pantai yang seperti ini dapat diamati pada pantai scotlandia dan Norwegia.

## 2. Gerakan Orogenetik

Gerakan orogenetik ini lebih cepat dari gerakan epirogenetik dan terjadi pada daerah yang lebih sempit. Gaya tekanan umumnya tangensial (tekanan arah mendatar atau horizontal), dapat menghasilkan gejala pelengkungan dan patahan sedangkan gaya tarikan biasanya hanya menghasilkan patahan, (Katili 1963: 121). Setiap perubahan dan kedudukan asal dari satu unik (kompleks) batuan kulit bumi disebut gejala dislokasi. Proses dan kejadian dislokasi pada kulit bumi disebut tektogenesis.

Tenaga-tenaga yang berkerja pada peristiwa- peristiwa dislokasi yaitu (a). tekanan tangensial yang bekerja pada unit lapisan kulit bumi atau tarikan hasil pengerjaan atau gerakan-gerakan radial di dalam kulit bumi. (b). bentukan yang dihasilkan oleh tekanan tangensial adalah lipatan-lipatan kulit bumi, sedangkan yang dihasilkan oleh terikan tangensial dan radial (vertikal) menyebabkan terjadinya rangkahan- rangkahan dan patahan. (c). antara bentukan hasil tenaga horizontal dan vertikal itu terdapat bentukan- bentukan yang kompleks. Bentuk-bentuk umum akibat dari tenaga Orogenesa adalah :

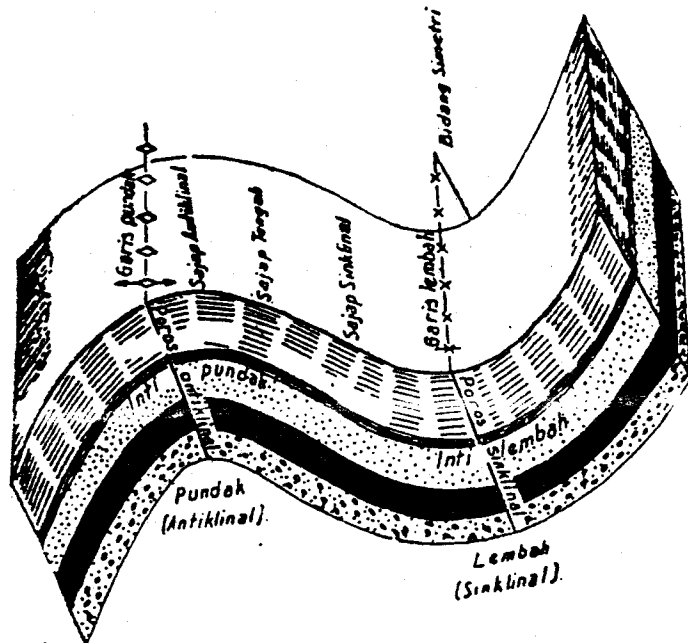
### a. Lipatan (Gejala Pelengkungan)

Pada lapisan kulit bumi yang letaknya horizontal, kapan bekerja tekanan-tekanan tangensial maka bentuk stadium pertama akan terjadi lipatan. Jika gaya yang bekerja pada sebelah menyebelah lapisan tadi tidak begitu kuat maka akan terjadi lipatan tegak seperti pada gambar 4. Dalam lipatan terdapat dua unsur bentukan yaitu punggung lipatan disebut antiklinal dan lembahnya disebut dengan sinklinal. Bagian-bagian lain dari antiklinal dan sinklinal ialah sayap antiklinal, sayap sinklinal dan sayap tengah.

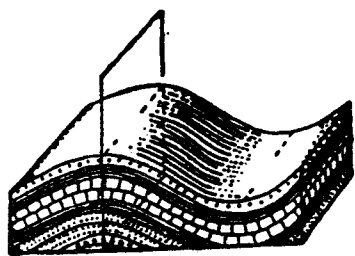
Bagian tengah dari sebuah antiklinal disebut inti antiklinal dan pada sinklinal disebut inti sinklinal, sedangkan penampang sebuah lipatan tegak maka bidang poros merupakan garis tegak lurus yang membagi sebuah antiklinal atau dua bagian yang sama besar. Jika poros lipatan ini diikuti terus, sering terlihat bahwa jalannya tidak selalu sejajar dengan bidang mendatar kadang-kadang hilang

tenggelam yang disebut lipatan tajam.

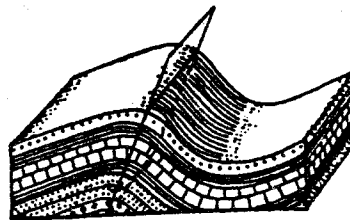
Kapan batuan itu mendapat tekanan, maka akan terbentuk lipatan miring. Lipatan isoklinal serta lipatan rebah (lihat gambar 5) dan pada perkembangan dan pada perkembangan berikutnya akan terjadi bidang sesar, struktur demikian disebut sesar sungkup. Dan apabila terjadi pada lapisan cair liat lipatan yang akan terjadi adalah lipatan kelompok, (Katili 1963; 124).



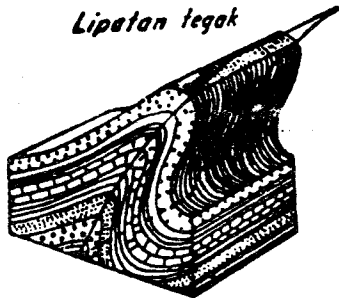
Gambar 4  
Puncak dan Lembah Lipatan atau Antiklinal  
dan Sinklinal (dari KUKUK)



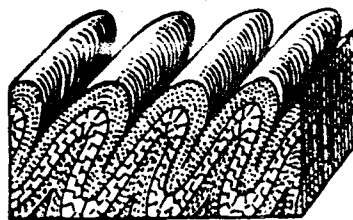
(a)  
*Lipatan tegak*



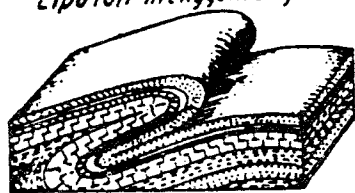
(b)  
*Lipatan miring*



(c)  
*Lipatan menggantung*



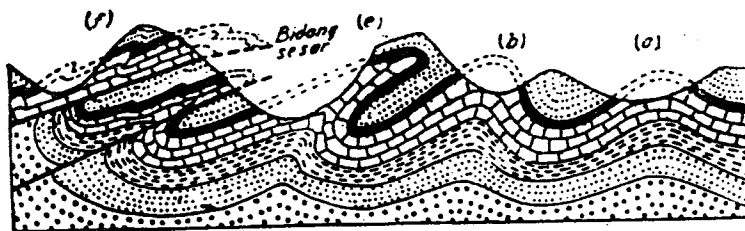
(d)  
*Lipatan isoklinal*



(e)  
*Lipatan rebah*



(f)  
*Lipatan rebah berpindah  
menjadi sesar sungkup*



Gambar 5  
Beberapa Jenis Lipatan dan sebuah penampang yang  
memperlihatkan beberapa lipatan dan sesar sungkup  
sebagian menurut BLYTH)

Bentuk permukaan bumi akibat dari tenaga ini akan terjadi pegunungan lipatan, seperti pegunungan Yura di Swiss dan bukit Barisan di Sumatera.

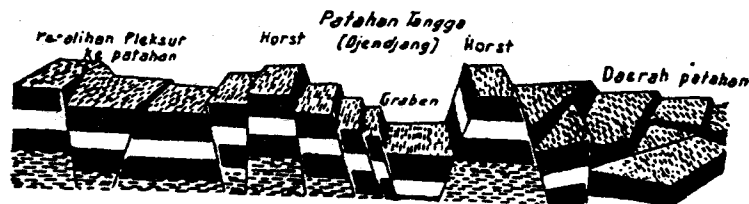
b. Kubah dan Cekungan

Bentuk lipatan yang lipatan-lipatannya menunjukkan kemiringan menurun ke segala jurusan, disebut kubah. Pada umumnya kubah itu mempunyai bentuk panjang atau bundar telur dan jarang sekali berbentuk bundar. Contoh kubah yang paling baik di Indonesia ialah kubah Sangiran dimana ditemukan sisa-sisa fosil manusia dan kubah yang terdapat di daerah Progo barat, Black Hills di Dakota selatan.

Cekungan adalah bentuk kebalikan dari sebuah kubah, bentuk demikian merupakan depressi dimana kemiringan lapisan-lapisannya menurun menuju kesatu titik di tengah. Kubah dan cekungan yang dibentuk oleh gaya endogen tidak selamanya berimpit dengan bukit dan depressi yang dibentuk oleh erosi, sehingga sangat penting untuk membedakan kedua gejala ini.

c. Patahan

Patahan merupakan gejala yang umum pada batuan, terlebih-lebih pada batuan sedimen yang berlapis-lapis dengan jelas dapat dilihat, tetapi patahan yang terjadi pada batuan masif agak sukar dilihat dan diduga. Gerak-gerak patahan tidak saja berlaku pada sebuah bidang akan tetapi pada suatu daerah yang disebut zone patahan (gambar 6).

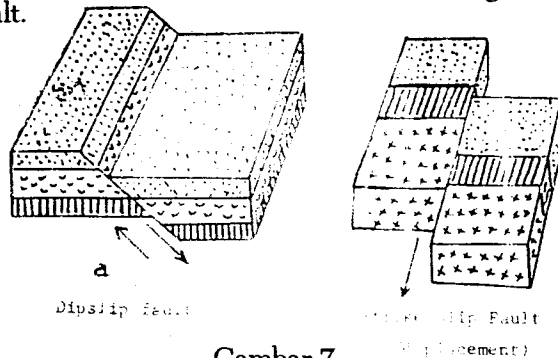


Gambar 6.  
Beberapa macam patahan (zone patahan)  
(dari J. A. Katili)

Patahan pada batuan dibagi atas dua golongan yaitu (1). patahan tanpa disertai pergeseran, seperti kekar, retakan, rengkahan rangkaian atau joint. (2). patahan yang disertai dengan pergerakan baik ke arah horizontal maupun gerakan vertikal yang disebut sesar atau fault. Sebagian besar dari bidang-bidang patahan miring letaknya sehingga dapat dibedakan bagian atas dan bagian bawah. Jika bagian atas ini yang seakan-akan bergerak ke atas maka akan terbentuk sesar naik. Biasanya agak sukar bagian mana yang naik dan turun. Sebuah sesar naik disebut sesar sungkup. Jika pergeseran itu berlaku dalam jarak yang panjang dan bagian yang satu menutup bagian yang lain. Kapan bagian yang terletak di atas bidang patahan itu seakan-akan turun, akan terbentuk sesar turun atau sesar normal, dan jika jarak pergeseran sangat kecil dan belum terjadi patahan disebut flexur.

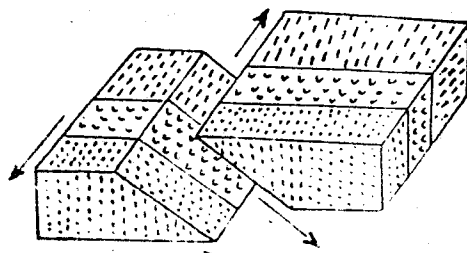
Macam-macam sesar atau fault berdasarkan arah gerakan yang terjadi sesar atau fault dapat dibagi atas :

- 1). sesar dimana pergeserannya yang utama berarah vertikal disebut dip - slip - fault.
- 2). sesar dimana pergeseran yang utama berarah horizontal atau mendatar, sesar yang begini disebut strike -slip - fault.
- 3). sesar, gerakan-gerakan berlaku ganda yaitu gerakan ke arah vertikal dan gerakan ke arah horizontal. Jadi gerakan sesar ke arah vertikal dan kemudian bergeser pula ke arah horizontal, gerakan semacam ini disebut dengan oblique - slip - fault.

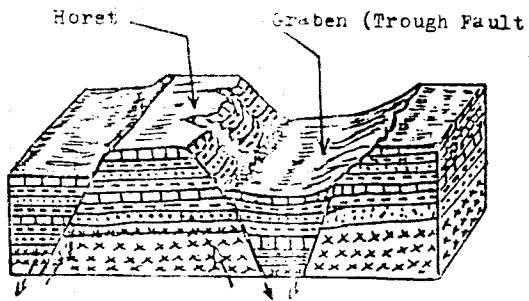


Gambar 7  
Macam-macam Sesar (Dari Awan Mutakin)





Oblique Slip Fault



Gambar 7 (sambungan)  
Macam-macam Sesar (dari Drs. Awan Mutakin)

a). Kemiringan Bidang Sesar.

Bidang sesar secara umum mempunyai 2 (dua) golongan kemiringan, (1). bidang sesar yang curam disebut dengan High Angle. (2). Bidang sesar yang landai disebut Low Angle. Berdasarkan bagian yang mana yang bergeser Dip - slip - fault dapat pula dibagi (1) normal fault (gravity fault, bila batuan yang terletak di atas bidang sesar yang relatif turun). (2). Thrust fault bila batuan yang terletak di atas bidang sesar relatif naik .

Thrust fault yang kemiringan bidang sesar lebih dari 45 derajat disebut reverse fault, dan kemiringan bidang sesar kurang dari 45 derajat disebut thrust fault saja. Strike slip fault disebut juga lateral fault yang dapat pula dibagi atas dua macam yaitu (1). Right lateral fault (dextral), bila bagian yang terletak didepan kita diseberang bidang sesar relatif bergeser kekanan. (2) Left lateral fault (sinistral), bila bagian yang terletak didepan kita diseberang bidang sesar relatif bergeser kekiri. (Awan Mutakin 1975: 26).

b). Flexure

Bentuk ini terjadi bila pergeseran dari suatu unit lapisan kulit bumi tidak sampai putus atau retak, tetapi hanya merupakan takikan kecil kearah vertikal. Flexure mungkin saja menjadi rengkahan, jika tenaga bekerja tambah besar

c). Horst dan Graben.

Jika sebuah jalur kulit bumi terletak antara dua bagian yang tinggi dan masing-masing dari bagian tadi dipisahkan oleh bidang patahan disebut Graben atau slenk, sedangkan bagian yang tinggi disebut dengan Horst.

Contoh yang baik untuk daerah patahan ini adalah patahan Semangko di Sumatera, diatas geantiklinal yang panjangnya 1650 Km ini terdapat sitem-sistem patahan yang

dikenal dengan nama zone patahan semangko. Disepanjang bukit barisan ditemui prisai atau tumor-tumor dan di atas tumor ini terdapatnya graben. Tumor-tumor yang terkenal disepanjang bukit Barisan ialah tumor Gendong Surian di Sumatera selatan, tumor Batak di Sumatera Utara dan lain-lainnya. Daerah patahan yang terletak antara Bukit Tinggi dengan Kota cane terkenal dengan nama zone patahan Ulu Aer, yang panjangnya 550 Km, (Katili 1963: 298).

Sedangkan Graben yang terkenal adalah lembah Rhino dengan Horstnya Vogezen dan Schwarzwald di Eropah Barat, graben besar di Afrika timur dan utara, lembah Yordan dan laut mati dengan horstnya dataran tinggi Yodea dan Transyordania, sedangkan pegunungan Jiwo dan kidul di Jawa tengah. Bentangan alam di daerah ini dapat dibagi atas 3 (tiga) kesatuan yaitu dataran alluvial, pegunungan Jiwo dan bagian antara gunung kidul. Morfologi dari daerah ini sebagaimana sekarang nampak, adalah hasil terakhir dari pada gerak-gerak orogenesis yang termuda. Daerah ini terdapat suatu depresi, yang sebelah selatan dibatasi oleh "escarpment" endapan-endapan vulkanik Miosen, yang tingginya kira-kira 199 meter, lekuk ini diisi oleh endapan alluvial Kwartar dan alluvial waktu sekarang. Lapisan-lapisan yang muda ini mengelilingi bukit-bukit yang ukuran dan tingginya berbeda-beda dan terdiri dari batuan yang berbeda pula.

Batas daerah ini menunjukkan gejala linear dan lereng yang curam muncul ditengah-tengah dataran yang datar. Gejala ini disebabkan oleh gerak-gerak patahan yang menyebabkan terjadinya struktur blok. Gerak-gerak dari blok-blok ini berbeda-beda, jadi membentuk daerah patahan dengan horst dan graben. Sistem horst dan graben di daerah ini dapat dimengerti sebab daerah ini terletak dibagian atas geantiklinal Jawa.

### C. VULKANISMA

Pada beberapa tempat di Bumi sering terlihat suatu massa yang cair pijar yang dikenal dengan magma. Menurut para ahli magma yang banyak tersebut mengandung gas-gas dan cairan panas lainnya. Massa magma yang cair disebabkan tekanan gas magma yang besar akan keluar mencapai kulit bumi melalui pipa sentral. Peristiwa keluarnya magma sampai ke permukaan bumi disebut dengan vulkanisme. Sedangkan magma saat mengalir menuju permukaan bumi sering terjadi penurunan suhu, maka magma membeku dalam kerak bumi yang mengisi celah dan lobang dalam kulit bumi yang disebut dengan peristiwa plutonisme.

Susunan magma merupakan hal yang sangat penting dalam pembentukan berbagai macam bangunan di permukaan bumi. Magma basalt yang cair setelah membeku, memberikan bentuk yang lain dari pada magma yang asam. Dalam garis besar kita mengenal dua macam bentuk kegiatan magma menuju ke permukaan bumi.

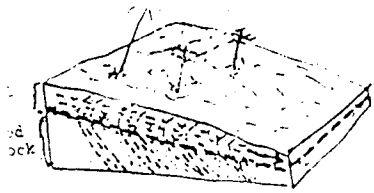
#### 1. Bentuk-bentuk Ekstrusi

Yang dimaksud dengan bentuk ekstrusi adalah bentuk yang dibangun oleh magma ketika sampai dipermukaan bumi dan membentuk apa yang disebut dengan vulkan. Dan bila magma itu meletus ke permukaan bumi dengan segala peristiwa yang menyertainya disebut dengan erupsi. Magma yang telah mencapai permukaan bumi disebut dengan lava, jika magma tersebut cair akan dapat menyebar dengan luas, tetapi magma itu kental akan menyebar ke daerah yang terbatas.

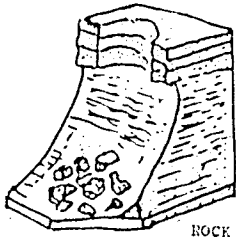
Lava yang cair biasanya membentuk lapisan-lapisan yang tebal dan penyebarannya pada daerah yang terkenal dengan nama Plateau Basalt (Basalt dataran tinggi). Biasanya daerah ini berbentuk meja dan lava yang keluar biasanya melalui celah-celah yang terdapat dalam kerak bumi. Di Deccan India, mencapai tebalnya 2000 meter, di Iceland mencapai luas 100.000 km dan tebalnya 3000 meter, Suka Dama di Lampung. Penumpukan material-material lepas dan lava dapat membentuk kerucut-kerucut gunung api, dan gunung api yang dihasilkan adalah gunung api strato, yang dapat mencapai ketinggian kira-kira 3000 meter seperti gunung Kerinci (3805 m), gunung

Merapi Padang Panjang yang tingginya (2600 m) dan lain-lainnya.

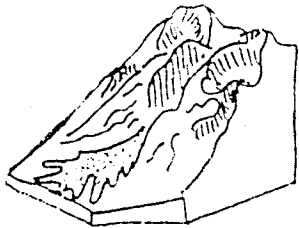
Gunung api yang hanya menghasilkan lava, maka bentuk bangunannya adalah berbentuk prisai (gunung prisai atau asfit) seperti di Hawai, Iceland secara umum bentuk suatu vulkan dapat kita klasifikasikan sebagai berikut (1). Shild Vulkan, yaitu merupakan penentuan kedewasaan bentuk material yang berjenis-jenis dipermukaan bumi seperti dome. Sifatnya semi sampai dengan setengah aktif. Contoh gunung apis yang terdapat di Hawai. (2). Composit Vulkan, adalah penumpukan dari berjenis-jenis mineral sehingga setelah pengangkatan shield vulkan akan menjadi bermacam-macam material pembentuknya. Sifatnya sangat aktif dan sering puncaknya berbentuk corong. Contohnya gunung Kinibalu di kalimantan. (3). Cinder Vulkan, yaitu merupakan tumpukan material yang bersifat elastis panas dengan ketinggiannya mencapai 30 - 40 feet.



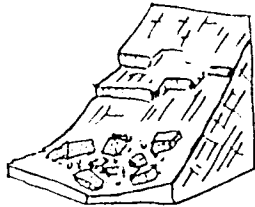
CREEP



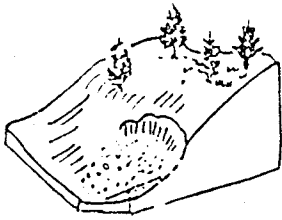
ROCK FALL  
AND DEBRIS FALL



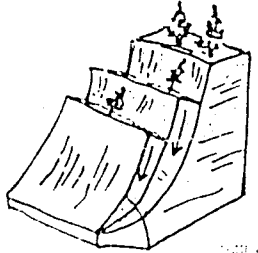
DEBRIS SLIDE



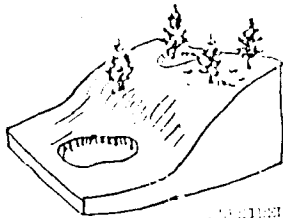
DEBRIS SLIDE AND ROCK-FALL



DEBRIS FLOW

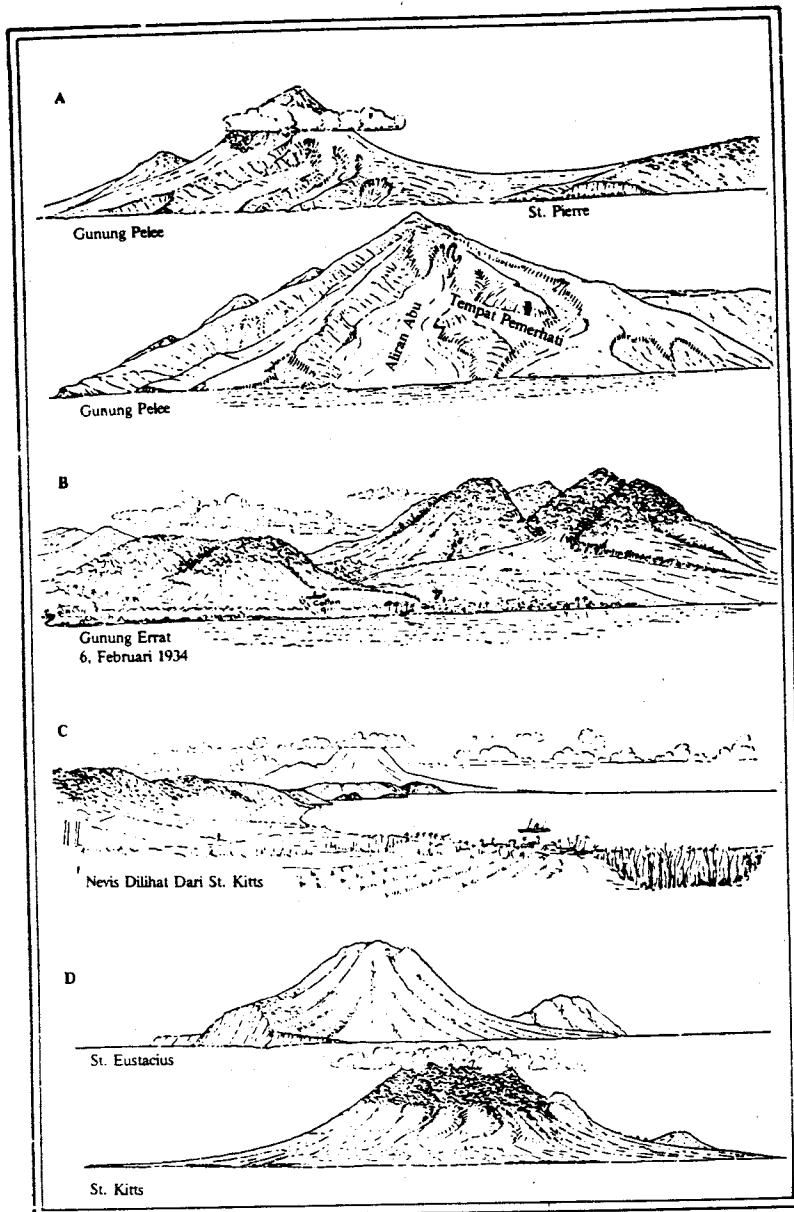


DEBRIS  
AVENUE



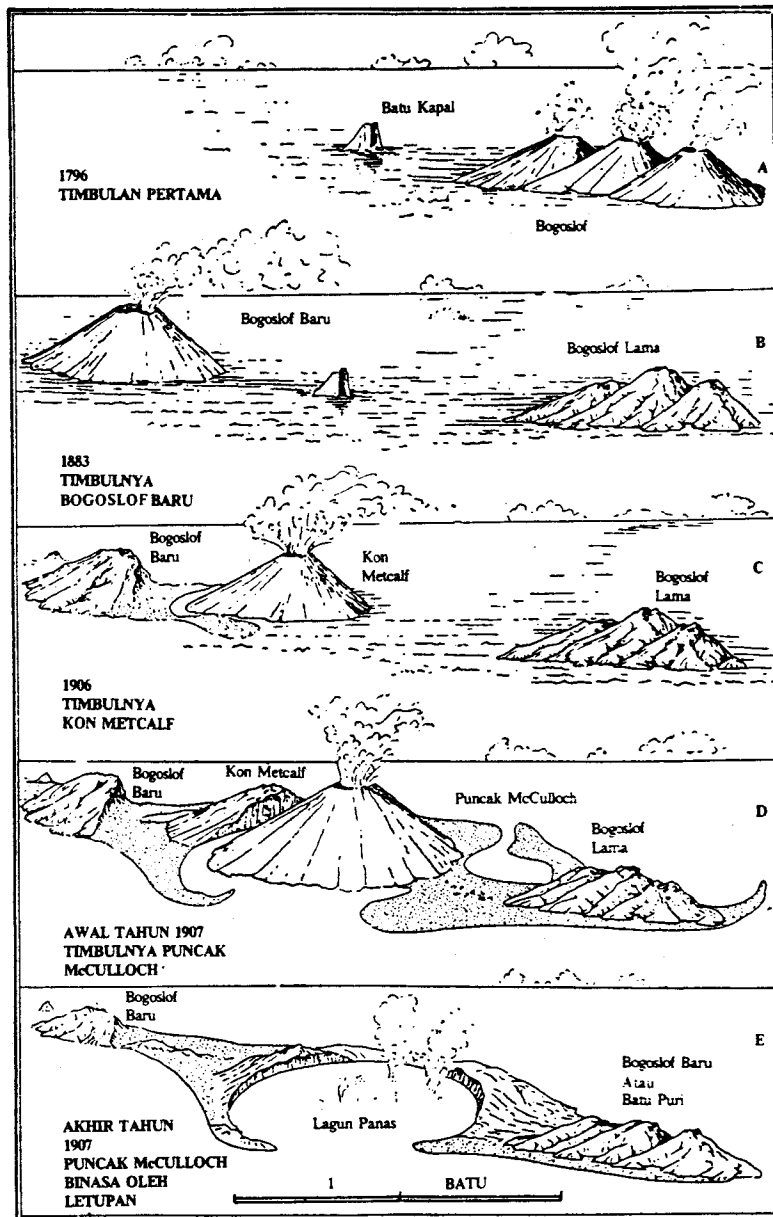
DEBRIS  
AVENUE

Gambar 8.  
Macam-macam Gerakan masa  
(Flint & Skinner, 1974, h.110)



Lakaran Luar

Gambar 9. GUNUNG BERAPI HINDIA BARAT  
 ( A.K. Lobeck : 1981 :884 )



Gambar 10. PERINGKAT-PERINGKAT KEJADIAN DALAM SEJARAH PEMBENTUKAN PULAU BOGOSLOF

( A.K. Lobeck; 1981 ; 885 )



Escher membagi tipe-tipe vulkan berdasarkan kekuatan tekanan gas dan derajat kecairan dari lava sebagai berikut.

a. Tipe Hawaii

Tipe gunung api ini dicirikan lava yang cair tipis, sehingga pada puncak gunung lava ini ditemui lava cair yang pijar dan danau-danau lava. di Kilauea (1250 m) terdapat Halimaunau danau lava yang cair pijar dengan pulau-pulau lava yang telah beku, terapung-apung di atasnya. Lava mancur menghasilkan rambut dan air mata pelea. Menurut Daily salah satu jalan untuk menerangkan tetap cairnya lava di permukaan danau ini, karena banyaknya panas yang dikeluarkan dengan arus konveksi. Magma menjadi ringan karena mengandung gas, dari dalam bumi naik dan kemudian mendingin, gasnya masuk ke atmosfer dipermukaan danau lava, sedangkan magma menjadi berat dan terbenam kembali ke danau lava.

b. Tipe Stromboli

Gunung api tipe stromboli ini sangat karakteristik sekali, karena sering setelah istirahat aktif kembali, bahkan meletus kembali. Pada tipe ini magma tetap berhubungan dengan udara luar sampai ketepi kawah seperti tipe Hawaii, sesudah itu terjadi erupsi pendek sebagai sebuah tembakan yang mengeluarkan debu, lapilli, bom dalam dalam bentuk keras setelah padat dengan tekanan gas rendah. G. Vesuvius di Itali, G. Raung di Jawa adalah contoh dari tipe stromboli.

c. Tipe Vulkano

Gunung api tipe vulkano ini dapat dibagi atas dua bagian yaitu (1). Vulkano yang kuat seperti Vesuvius dan Etna. (2). Vulkano yang lemah seperti gunung Bromo, Raung dan Semeru. Diantara kedua bentuk di atas terdapat bentuk peralihan. Pada bentuk ini tekanan gas sedang, dan lava kurang cair dibandingkan dengan tipe Hawaii dan Stromboli.

### g. Tipe Perret atau Plinian

Dicirikan dengan tekanan gas yang tinggi dan lava yang cair. Studi pertama di gunung Vesuvius dilakukan oleh Plinius (99 sM) dan 1906 Perret dengan jelas menggambarkan kejadian tersebut karena dia sedang berada di observatorium di lereng gunung Vesuvius. Sebelum erupsi gunung Vesuvius mempunyai ketinggian 1335 meter, dan sesudah erupsi menjadi 149 meter dihembus ke atas oleh kekuatan gas yang luar biasa kuatnya itu.

## 2. Bentuk-bentuk Intrusi

Pada bentuk-bentuk ekstrusi terjadi aktivitas vulkanisme serta segala gejala yang menyertainya, maka pada bentuk-bentuk intrusi terjadi pembentukan batuan beku dalam yang disebut dengan plutonik. Gejala-gejala dari aktivitas intrusi ini dapat berupa :

### a. Lakolit dan Sill.

Bila massa magma cair itu mengisi celah-celah diantara lapisan kulit bumi yang concordant (sejajar dengan bidang lapisan) dan magma itu membeku disana, maka terjadilah massa batuan beku yang pipih yang disebut keping-keping intrusi atau sill. Benda sill dengan apophysis yaitu sill posisinya concordant dengan lapisan, sedangkan apophysis memotong lapisan vertikal atau membentuk sudut terhadap lapisan sedimen atau disekitarnya. Massa magma yang sedang naik menuju permukaan bumi sering tidak sampai ke permukaan bumi, massa magma cair itu begitu besar yang terperaskan kedalam lapisan kulit bumi, maka kulit bumi itu membesar yang membentuk struktur kubah, bentuk yang demikian itu disebut lakolit.

Dasar lakolit ini dapat pula diamati dan sering dijumpai beberapa kilometer panjangnya. Dalam antiklinal serta sinklinal biasa juga terdapat bentuk-bentuk batuan beku yang concordant dan ini dinamakan phakolit. Intrusi yang konkordan dengan batuan sedimen sekelilingnya dan berbentuk piring disebut lapolit.

---

### b. Batholit

Batholit adalah ber  
mempunyai dasar. Gej  
dalam inti pegunungan  
utama dari struktur dae

an, yang tidak  
iasanya terdapat  
mengikuti jurusan  
gian atas atau atap  
dari Batholit biasanya dapat dikenal pada sisa-sisa batuan sedimen  
yang seakan-akan tergantung yang disebut "roof pendants".  
Terbentuknya Batholit biasanya bersamaan jalannya dengan

Pada saat peledakan sering terjadi awan-awan debu, bom-bom serta aliran lava, yang sangat karakteristiknya pada jenis erosi ini terbentuknya awan debu yang menyerupai kembang kol, hal ini akibat dari gas yang ditembakkan keluar itu berekspansi jauh di atas kawah, seperti yang terjadi pada gunung Vesuvius dan gunung Bromo.

d. Tipe Merapi

Bentuk gunung berapi tipe Merapi dicirikan dengan lava yang cair liat dan tekanan gas yang kurang. Lava cair liat mengalir dengan lambat melalui pipa kepundan. Dengan cepat magma itu membeku tetapi didalamnya tetap cair, jika sumbat lava jauh di dalam, buat sementara gunung itu tidak berbahaya, tetapi jika sumbat lava di atas puncak gunung berapi, hal ini sangat berbahaya. Pada waktu terjadi peledakan sumbat lava dari merapi itu akan hancur terembus, eksplosif terjadi berulang-ulang dengan bentuk-bentuk peledakan awan pijar, banjir batu pijar sehingga dapat menimbulkan korban manusia.

e. Tipe Pelee

Gunung api yang bertipe Pelee bercirikan gas yang tinggi, sedangkan viskosita sama dengan tipe merapi yang ledakkan sangat kuat. Menurut Lacroit, peledakan yang kuat ini disebabkan oleh penembakkan gas secara mendatar. Pembekuan sumbat lava sering ditemui di puncak gunung berapi berupa jarum lava dan peledakan sering disertai awan pijar dengan panasnya 210 - 230 derajat celsius dengan kecepatan 150 m/detik, seperti yang terjadi di gunung Pelee dikepulauan Antila kecil 8 mai 1902, menyebabkan 30.000 penduduk kota St. Pierre menemui kematian menghirup udara tersebut.

f. Tipe Vincent

Tipe ini bercirikan lava yang kental dengan tekanan gas yang sederhana tingginya. Di dalam kawah gunung api terdapat danau dan sewaktu peledakan air ini dimuntahkan keluar. Contoh gunung Kelud setelah kawah menjadi kosong terjadi aktivitas pelemparan bom- bom, lapilli dan awan pijar.

- Batholit diperas dan naik  
kelapisan k... gga rengkahan pada  
lapisan kulit ku.

- Batuan yan... diperas itu mungkin  
diubah kare... rah penggunaan itu. Bat... menvehahkan

... penggunaan rantai dan r...  
... penggunaan...

## 2. Gempa Tektonik

Gempa bumi yang disebabkan oleh pergeseran tiba-tiba lapisan batuan secara besar-besaran di bawah kerak bumi, meliputi daerah yang luas dan getaran yang hebat. Terjadinya gempa tektonik adalah akibat patahan-patahan yang baru atau terjadinya pergeseran disepanjang patahan, gempa yang terjadi akibat pergeseran dan patahan kulit bumi sering dinamakan gempa dislokasi. Menurut penyelidikan-penyelidikan jumlah gempa bumi yang disebabkan oleh tektonik ini hampir mencapai 90 % banyaknya. Gempa dislokasi erat hubungannya dengan pembentukan pegunungan di muka bumi.

## 3. Gempa Runtuhan

Gempa bumi runtuhan jarang sekali terdapat, hanya sekitar 3 % dari jumlah gempa bumi yang terjadi. Gempa runtuhan terdapat di daerah dimana terdapat runtuhan dalam tanah terutama di dalam gua di daerah kapur, tambang, getaran dari gempa runtuhan ini tidak begitu berbahaya.

Gempa bumi berdasarkan jarak episentrumnya dapat dibagi atas tiga golongan (1). Gempa bumi setempat, jarak episentrum kurang dari 10.000 Km. (2). Gempa bumi jauh jarak episentrum kira-kira 10.000 Km. (3). Gempa bumi sangat jauh, jarak episentrumnya lebih dari 10.000 Km. Gempa bumi dapat juga dibagi berdasarkan dalamnya hipo sentral (jarak episentral dengan hiposentral) atas tiga bagian. (1). Gempa bumi dangkal kira-kira 50 Km. (2) Gempa bumi intermider 100 - 300 Km, dan (3). Gempa bumi dalam 300 - 700 Km. Gempa bumi ini sering pula dibedakan berdasarkan tempatnya yaitu daratan, jika gempa itu berpusat di daratan dan gempa laut jika berpusat di laut. Gempa bumi yang terdapat di laut sering menyebabkan terjadinya gelombang besar yang disebut dengan Taunami.

Hubungan antara penyebaran gempa bumi dengan bentuk permukaan bumi

Sieberg menyatakan bahwa jumlah gempa bumi kuat atau lemah diseluruh dunia adalah 9000, berarti satu gempa bumi dalam 1 jam. Dari jumlah ini 5000 adalah gempa makroseisme, 100 dari 5000 itu gempa bumi yang merusak, 20 diantaranya dapat dicatat stasiun gempa bumi seluruh dunia. Dari 20 gempa bumi dicatat di seluruh dunia, 7 merupakan gempa bumi daratan dan 13 gempa lautan.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN

IKIP PADANG

Menurut Montessus de Balore (Francis) daerah yang banyak gempa bumi adalah daerah-daerah dengan jumlah 100 getaran makroseismik tiap tahun, daerah tersebut di Eropa meliputi daerah pegunungan Alpenina, Alpen Dinarica. Di Asia meliputi Indonesia, Jepang dan sekitar danau Baikal. Daerah patahan Afrika timur di Afrika. Di Australia, Hebrides, Salomon, Tongga, Kermadock, dan New Zealand. Sedangkan di Amerika yaitu Amerika Utara tepi pantai barat Pasifik, Guatemala dan pegunungan Andes.

Jadi penyebaran gempa bumi di atas adalah daerah-daerah yang lemah dan daerah-daerah yang masih bergerak atau daerah yang labil. Daerah ini tergolong daerah pelipatan tersier yang terdiri dari pegunungan-pegunungan muda di bumi, terutama daerah-daerah yang dilalui oleh dua zone pegunungan dunia, akibat dari daerah yang dilewati oleh kedua zone ini mempunyai perbedaan terbesar di dunia dengan pegunungan-pegunungan tinggi dan tak jauh letaknya dari lekukan-lekukan laut dalam, misalnya pegunungan di Irian (kira-kira 5000 m) yang berdekatan dengan palung Mindanao (kira-kira 10830 M) dan laut dalam sebelah barat Amerika Selatan yang berdekatan letaknya dengan pegunungan Andes. Berarti pembentukan pegunungan mempunyai hubungan dengan kejadian gempa bumi

#### E. ISOLASI ANOMALI GRAFITASI

Isotasi anomali gravitasi adalah penyimpangan gaya berat yang terjadi pada lapisan kulit bumi oleh gravitasi bumi itu sendiri. Hal ini terjadi sebagai akibat tidak terdapat keseimbangan dari akar-akar pegunungan, terutama pegunungan muda, inilah yang menyebabkan terjadinya pergeseran lapisan kulit bumi.

Penyimpangan gaya berat ini juga dapat menyebabkan terjadinya patahan / sesar antara lapisan kulit bumi, sekaligus merubah formasi kulit bumi, perubahan ini menimbulkan perubahan struktur batuan kulit bumi. Semua penyimpangan yang terjadi di kulit bumi adalah sebagai akibat dari erosi serta aktivitas vulkan dan tektonik gerakan penyimpangan ini ada dua macam yaitu :

1. Gerak tiba-tiba yang biasanya terjadi pada daerah dip srike yang berelivasi lebih kurang 1000 feet. Gerakan ini menyebabkan perubahan dari daerah plato menjadi daerah alluvial plain. Contoh, terjadinya daerah daerah Plato menjadi daerah alluvial plain di Flores Timur dan Kupang tahun 1956 akibat musim panas yang panjang.
2. Gerakan lambat, gerakan ini biasanya terjadi di daerah-daerah yang (1). Yang HD batuan nya tidak sama. (2). Yang bahan meneralnya terdiri dari berjenis- jenis. Akibat dari daerah yang HD nya berbeda dan kandungan mineral berbeda menyebabkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan dari pada struktur pokok kulit buminya, dan dari penyimpangan ini menimbulkan tiga bentuk pokok permukaan bumi yaitu lembah, plato dan pegunungan, ketiga bentuk ini disebut dengan Bassemncomplex.

## BAB. IV

# TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI LUAR KULIT BUMI

### A. PROSES DAN TENAGA GRADASI.

Proses gradasi meliputi segala unsur yang meruntuhkan, menyusutkan, dan melenyapkan serta penimbunan material di beberapa bagian muka bumi, material yang diangkut tersebut diendapkan ditempat lain yang kemudian akan menjadi batuan sedimen.

Peristiwa gradasi ini dapat berupa pelapukan batuan, erosi, runtuhnya bahan rombakan oleh tenaga gravitasi (gaya berat oleh bahan rombakan itu sendiri), penimbunannya dan semua ini terjadi oleh pengaruh faktor iklim serta gravitasi bumi. Selain dua faktor diatas, pengikisan bumi juga terjadi oleh air mengalir seperti sungai, gletser, angin dan pengikisan pinggir pantai oleh air laut berupa ombak dan arus laut.

Melalui proses-proses diatas kebanyakan batuan yang telah mengalami pelapukan, diangkut dan dipindahkan serta diendapkan didaerah yang lebih rendah, berarti peranan pengangkutan merupakan suatu proses yang sangat penting dalam pembentukan morfologi permukaan bumi (bentangan alam) (Monkhouse : 1981 ; 128). Dalam proses pengangkutan itu sering kali beban angkutan itu menjadi alat pengikisan batuan dimana daerah yang dilaluinya. Tenaga dan proses gradasi ini dapat dibedakan atas dua macam yaitu degradasi dan agradasi.

### B. DEGRADASI

Proses degradasi terdiri dari proses pelapukan, pengangkatan, pengangkutan oleh gaya berat dan erosi. Untuk lebih jelasnya tentang proses dari degradasi ini dapat diikuti uraian selanjutnya.

#### 1. Pelapukan

Pelapukan dapat diartikan suatu proses penguraian, pemecahan atau penghancuran batuan dasar di permukaan bumi menjadi tanah atau material yang lebih kecil. Pelapukan dapat digolongkan atas dua macam yaitu pelapukan fisis atau mekanis dan pelapukan kimia atau chemis, namun banyak juga para ahli membaginya atas atas beberapa

jenis yaitu (1). Pelapukan mekanis, (2). Pelapukan chemis dan (3). Pelapukan biotik serta (4) Pelapukan pelan Mineral (Ismael Ahmad : 14). Di dalam buku ini yang dibicarakan hanpukan fisis dan pelapukan kimia

a. Pelapukan Fisis (Mekanis)

Penghancuran mekanis dari batuan dengan atau tidak disertai pengerjaan kimia dinamakan desintegrasi. Pelapukan kering atau insolasi dikenal didaerah-daerah gurun sebagai akibat penyinaran matahari. Proses pelapukan fisika ini tidak terjadi perubahan material pada batuan.

Pelapukan fisika atau mekanis disebabkan adanya per-bedaan temperatur yang besar pada waktu siang dengan malam hari, sehingga batu akan mengalami ketegangan-ketegangan yang menyebabkan batu tersebut, menjadi pecah-pecah (Katili : 1963 ; 155).

Bentuk pelapukan fisika yang lain, misalnya dipegunungan-pegunungan tinggi, dimana pada siang hari terjadi pencairan es atau salju. Air sebagai hasil pencairan es tadi mengisi retakan-retakan dan celah-celah dalam batuan dan membeku pada malam hari serta mengembang pada siang hari, sehingga terjadilah ketegangan-ketegangan yang mengakibatkan terjadinya pecahan-pecahan pada batuan itu. Pelapukan mekanis ini dipengaruhi oleh (a). Pemanasan matahari (b). Pembentukan-pembentukan hablur-hablur es dalam retakan dan celah-celah batuan dan (c). Pemuaian akibat berku-rangnya beban dari batuan tersebut (Ismail Ahmad : 1983 : 15).

Menurut katili jasad-jasad organik juga merupakan suatu fakta penting dalam penghancuran batuan menjadi tanah, baikpun secara mekanik maupun secara kimia. Pertumbuhan akar tumbuh-tumbuhan dapat memperlebar celah-celah atau retakan-retakan pada batuan.

b. Pelapukan Chemis atau Kimia.

Sebagian besar dari proses pelapukan-pelapukan dipermukaan bumi bersamaan jalannya dengan larutan atau perubahan-perubahan material dari batuan.

Air hujan yang jatuh kepermukaan bumi tidak saja terdiri dari air murni, akan tetapi selama jatuh itu membawa serta  $O_2$ ,  $CO_2$  dari atmosfer dan  $Hcl$ ,  $NH_3$  yang berasal dari hasil gunung api.



Didalam tanah air ini mengambil pula  $\text{CO}_2$  dan asam humus dari tutupan tumbuh-tumbuhan (Katili :1963 : 156).

Pelapukan kimia dapat dibagi kepada beberapa jenis yaitu larutan, pengoksidasian, karbonisasi, penghidratan, dan hidrolis.

#### 1). Larutan.

Proses pelarutan ini mungkin berlaku pada air mengalir seperti sungai atau lapisan air pada batuan beku. Garam ( $\text{HCl}$ ) biasanya mudah larut, gypsum sukar larut dan begitu juga karbonat. Banyaknya pelarut yang berlangsung tergantung pada banyaknya air dan berkenaan dengan kelarutan ialah kepadatan atau kekerasan batuan.

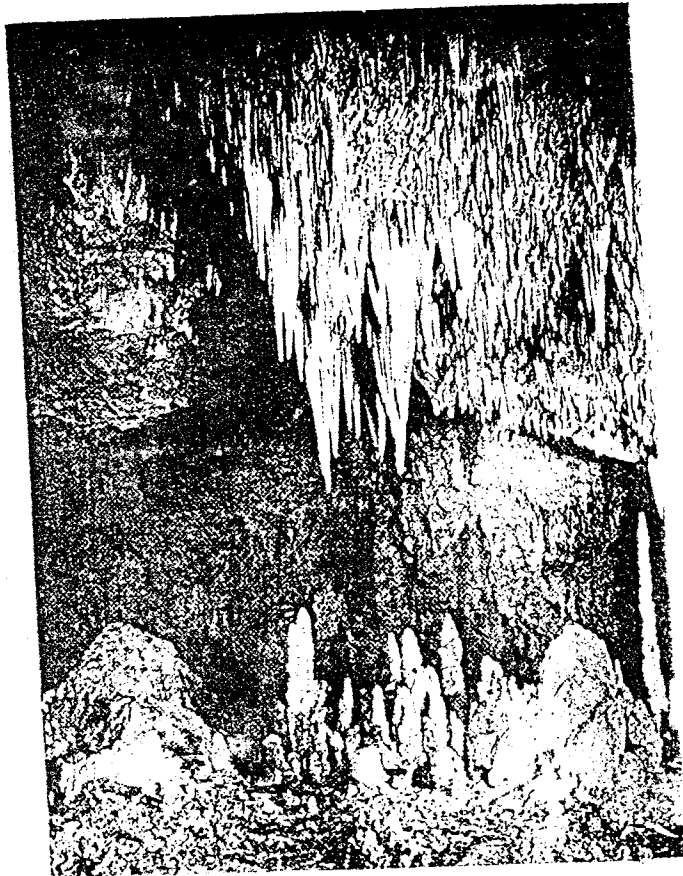
Secara umum pelapukan mempunyai hubungan dengan kepadatan atau kekerasan batuan. Pernah diserahkan bahwa batasan pelapukan secara umum mungkin mempunyai kaitan erat dengan mobiliti unsur-unsur kekerasan batuan. Bersamaan dengan hal ini kumpulan bahan kimia yang terdiri dari kalium, kalsium, natrium, dan magnesium adalah lebih mobiler dari pada silikat, sedangkan silikat lebih mobile dari pada seskuioksida. Kumpulan proses terjadinya pelapukan. Bagai - secara berurutan diwaktu ketiga-tiga kumpulan tersebut diatas dapat dipisahkan serentak tapi dengan kadar yang berbeda-beda.

#### 2). Pengoksidasian

Pengoksidasian bahan-bahan mineral biasanya berlaku dengan oksigen yang larut dalam air. Proses ini tampak sekali dalam batuan yang mengandung besi. Besi dalam batuan igneus adalah sebagai besi sulfat dan pirit. Ferro oksida atau magnetit atau sebagai ferro magnesium silikat seperti mika, dan hornblenda.

Pengoksidasian mineral-mineral ini menghasilkan pirit. Jika sedikit sekali pengoksidasian yang berlaku maka akan menghasilkan hematit. Hematit ini umumnya berwarna merah. Warna merah ini dapat dilihat pada jenis-jenis tanah di Indonesia. Pengoksidasian ini dapat juga dilakukan oleh bakteri terhadap besi, managan, sulfur, dan unsur-unsur yang lainnya. Proses pengoksidasian bukan saja berarti persenyawaan oksigen dengan unsur-unsur kimia tetapi sekiranya besi bersenyawa

dengan sulfur akan membentuk FeS, maka dapat dikatakan besi telah teroksidasi.



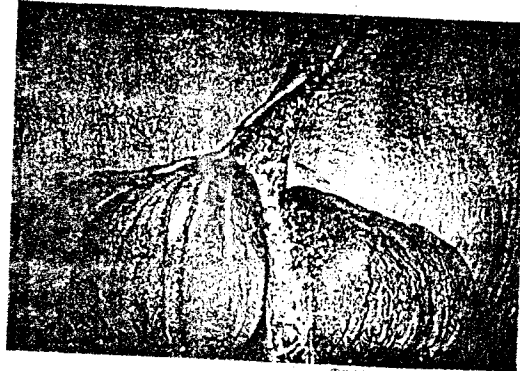
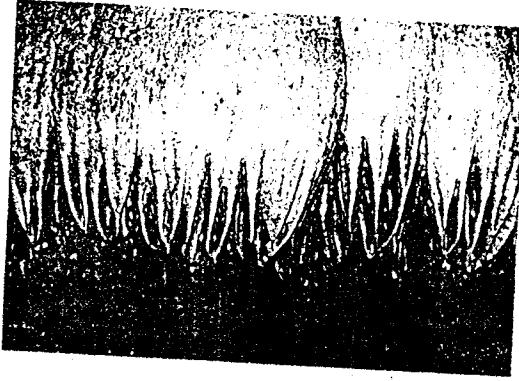
Gambar 12.

Sumber: *Atchison, Topeka and Santa Fe Rail*

**"KINGS THRONE ROOM", GUA CARLSBAD, NEW MEXICO**

Satu daripada ruang-ruang yang menarik di dalam gua ini. Ia dikenali bukan sahaja kerana saiznya malah juga oleh kerana terdapat banyak timbunan-timbunan gua tersebut.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG



Gambar 13. Bentuk hasil pelarutan kapur di dalam Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat

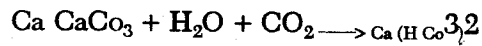


Gambar 14. Bentuk hasil pelarutan kapur di atap Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat

### 3). Karbonisasi atau Pengkarbonan

Pengkarbonan ini gas asam arang merupakan faktor penting dalam pelapukan. Air yang mengandung gas asam arang atau karbon dioksida kuat sekali daya melapuk-nya. Gas asam arang ini dapat ditemui didalam air hujan dari udara dari sisa-sisa tumbuh-tumbuhan.

Batuan yang mudah dilapukan melalui karbonisasi ini adalah kapur, batuan kapur dan dolomit. Batuan kapur atau kalsium karbonat, bereaksi dengan carbonic acid ( $H_2CO_3$ ) dan menghasilkan kalsium bikarbonat, yang mudah larut dibandingkan dengan kalsium karbonat.



### 4). Hidrasi (Penghidratan).

Hidrasi ialah penambahan air terhadap mineral. Besi oksida jika menyerap air akan menjadi besi hidroksida. Proses ini penting dalam pembentukan mineral tanah liat.

Suatu contoh proses karbonisasi yang baik adalah kejadian limonit dari hematit yang prosesnya sebagai berikut



Jika hasil dari proses ini mengering disebabkan oleh perubahan cuaca, maka proses ini akan menyebabkan terjadi limonit kepada hematit.

Contoh lain dari hidrasi yaitu perubahan gips ( $CaSO_4$ ) menjadi anhidrit.



### 5). Hidrolis atau Hidrolisa.

Hidrolisa melibatkan reaksi kimia terhadap mineral batuan dengan air atau lebih tepat lagi diantara ion H atau OH dengan ion mineral atau K, Na, Ca, dan Mg yang menimbulkan persenyawaan basa. Persenyawaan ini terjadi dimana mineral-mineral bertemu dengan air, termasuk air hujan. Hidrolis adalah suatu perubahan kimia yang menghasilkan persenyawaan yang berlainan dan juga mineral yang berlainan.

Basa mudah didisosiasikan sehingga reaksi-reaksi dengan zat lain mudah terjadi. Akibatnya K, Na, Ca, dan Mg berubah menjadi garam-garam yang mudah larut. Misalnya pelapukan mika dan feldspat.



Pelapukan mineral silikat, sebagian besar tergantung kepada proses hidrolis. Felspar ialah sejenis mineral silikat dan akan terurai menjadi acid alumino silisik dan kalium hidrosida. Hal ini disebabkan karena air mengandung karbondioksida, maka kalium hidrosida akan bereaksi menjadi kalium karbonat dan akan berubah menjadi garam-garaman yang mudah larut dan hasil dari proses yang kompleks inilah koalinit. Faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan :

a). Kekerasan Batuan.

Kekerasan batuan termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi ketahanan batuan terhadap pelapukan. Kekerasan batuan diklasifikasikan menurut Mohs dari 1 (satu) amat lunak hingga 10 paling keras. Dalam skala ini gips nomor 2, felspar 6, kwarsa ke 7 dan intan ke 10. Kebanyakan batuan baku, misalnya granit keras, sedangkan batuan sedimen agak lunak walaupun ia mengandung mineral yang keras.

Kwarsit merupakan batuan yang terdiri dari butiran kwarsa yang diikat oleh silikat dan jenis ini merupakan batuan yang sangat keras. Kekerasan batuan hanya memperlambat proses pelapukan fros dan tidak berlaku pada pelapukan kimia.

b). Rekahan/Retakan

Rekahan yang terdapat pada batuan jumlahnya tidak begitu banyak dan biasanya terdapat vertikal terhadap lapisan batuan sedimen dan juga terhadap batuan beku dalam serta batuan baku luar. Rekahan pada batuan sangat membantu mempercepat proses pelapukan, karena air akan bebas memasuki celah-celah dalam batuan.

c). Komposisi Kimia.

Komposisi kimia bukan saja menentukan ketahanan batuan terhadap pelapukan kimia melainkan juga terhadap pelapukan fisis.

Mineral-mineral dalam batuan mempunyai perbedaan ketahanan terhadap proses pelapukan karena setiap batuan dan mineral tidak mengandung jenis kimia yang sama. Misalnya yang paling tahan terhadap pelapukan kimia adalah kwarsa, muskovit, dan ferspar orthoclase, sedangkan yang paling tidak tahan terhadap pelapukan kimia yaitu olivin, augit, dan ferspar plagioclase.

Menurut Rougeris, batuan yang paling stabil ialah pegmatit, granit porfirit, granit alkali dan kwarsit sedangkan yang tidak stabil yaitu mikrodiorit, mikro gabro, dan dolirit. Dan perlu diingat susunan ini tidak mutlak dan faktor lain mungkin lebih berpengaruh dalam menentukan ketahanan batuan terhadap pelapukan kimia.

Dari segi pelapukan fisis, komposisi sangat penting. Batuan yang terdiri dari berbagai jenis mineral serta mempunyai warna yang berlainan pula, hal ini akan mempengaruhi penyerapan sinar matahari dengan demikian tentu akan mengembangkan atau pemuaiian terhadap batuan tersebut.

d). Iklim

Iklim memegang peranan penting terhadap proses pelapukan, baik pelapukan kimia maupun pelapukan mekanis. Pelapukan yang terjadi di daerah iklim lembab apalagi yang terjadi di daerah iklim salju tidak sama dengan pelapukan yang terjadi di daerah gurun. jadi faktor iklim yang terpenting adalah suhu dan kelembaban.

e). Relief.

Relief mempengaruhi pelapukan secara tidak langsung makin curam kemiringan suatu lereng makin tipis hasil pelapukan yang menutupi batuan induk.

f). Vegetasi.

Jumlah dan jenis tumbuh-tumbuhan berpengaruh terhadap macam-macam pelapukan dan tingkatannya. Jadi apakah secara mekanis ataupun secara kimia yaitu menurut

banyaknya sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan zat asam arang dan asam humus. Bahkan tidak adanya tumbuh-tumbuhan berpengaruh pula terhadap pelapukan.

g). Aspek lainnya.

Aspek lain yang mempengaruhi pelapukan ialah lokasi-lokasi kejadian pelapukan. Misalnya didaerah iklim dingin, jurang yang menghadap ke Selatan akan mengalami lebih banyak pembekuan dan pencairan dibandingkan dengan jurang atau lereng menghadap Utara. Dengan demikian lereng yang menghadap Selatan akan mengalami pelapukan mekanis yang lebih hebat.

Didaerah yang tidak begitu dingin lereng yang menghadap Selatan akan menerima lebih banyak cahaya matahari dan akan mempunyai lebih banyak tumbuh-tumbuhan, sehingga lereng yang menghadap Selatan akan mengalami pelapukan kimia dan biologi yang lebih hebat.

## 2. Gerakan Tanah Dan Gerakan Masa Batuan

### a. Pengangkutan Bahan

Pengangkutan langsung dari batuan, tanah dan lumpur oleh gravitasi atau oleh gaya berat bumi itu sendiri disebut dengan "masswasting". Runtuhan-runtuhan atau longsor tanah yang kadang-kadang sampai menimbun kota atau membendung aliran sungai sering terjadi di Indonesia, maupun di luar negeri, terutama pada musim dingin, dimana es yang sudah pecah-pecah meluncur dengan massa batuan dan tanah menuju tempat yang lebih rendah.

Gejala-gejala ini adalah contoh pengangkutan bahan oleh gaya gravitasi. Pengangkutan bahan seperti diatas biasanya berhenti di kaki dinding yang curam atau kaki pegunungan. Tetapi kemudian bahan tersebut diambil alih oleh proses selanjutnya. Batuan-batuan lepas yang jatuh diatas gletser diangkut oleh massa es ini terus kebawah.

Runtuhan tanah di dinding sungai yang curam, diangkut oleh sungai sampai ke laut. Tanah yang merayap tiba di kaki gunung diangkut oleh parit-parit pegunungan ke sungai-sungai yang lebih besar. Jadi peranan utama dari gerak tanah dan gerak batuan



memberisupley bahan-bahan penghancuran kepada sungai-sungai, gletser untuk transpor yang lebih jauh.

b. Gerak Tanah Dan Batuan.

Menurut Shappe pergerakan tanah dan batuan (masswas-ting) dapat digolongkan (1). Pemindahan lambat atau slow flowage (2). Pemindahan cepat atau rapid flowage (3). Tanah longsor atau land slide (4). tanahambles atau Subsidence.

1). Pemindahan Lambat atau Slow flowage.

Puing-puing lepas yang terletak pada lereng, biasanya mulai merayap pada sudut  $+ 30^\circ$ , karena beratnya sendiri. Jika material-material itu jenuh dengan air maka sudut yang diperlukan untuk merayap jauh lebih jauh lebih kecil. Rayapan-rayapan yang berlangsung dengan lambat ini tidak mudah diketahui atau diamati yang gerakan ini terdiri dari :

Gerakan lambat dari tanah dan bahan-bahan rombakan kejadian dapat kita amati pada pohon-pohon di lereng bukit yang bengkok batangnya, dan benda-benda buatan manusia seperti pagar, tiang listrik yang mengalami gangguan dari kedudukan semula. Yang menjadi penyebab terjadinya soil creep ini adalah pergantian antara pembekuan dengan pencairan, pemanasan dengan pendinginan, pengeringan dengan pembasahan pada lapisan yang bersama-sama dengan pengerjaan akar tumbuh-tumbuhan menembus tanah.- Tanah merayap (soil creek)

- Kerikil Merayap (talus creep)

Terdiri dari kerikil yang merupakan hasil pelapukan dari tebing-tebing dan lereng-lereng gunung. Terutama pada daerah yang sering terjadi pergantian antara pencairan dan pembekuan. Gerakan kerikil ini lebih cepat dari gerakan soil creep.

- Batuan Merayap (rock creep)

Rock creep dapat terjadi karena pelapukan di lereng lereng gunung dan bongkah-bongkah itu akan merayap kebawah terutama batuan granit. Bentuk ini jelas dapat diamati pada batuan pasir pejal, konglomerat dan granit, terutama yang bercelah-celah besar.

- Rayapan Lawina (es merayap).

Terjadinya karena pencairan es yang dapat menyebabkan merayapnya tanah bersama-sama bongkahan kerikil kelereng-lereng. Disamping 4 bentuk rayapan secara lambat diatas, masih ada lagi satu jenis pengaliran lambat dari massa tanah yang jenuh akan air, yang biasanya terjadi didaerah yang dingin dan pegunungan yang tinggi disebut dengan solifluksi (solifluction) yang disebabkan oleh (1). Adanya persediaan air yang cukup dari pencairan salju atau es (2). Lereng yang curam dan tidak ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan (3). Adanya tanah baku abadi dibawah permukaan (4). Adanya pelapukan yang berlangsung cepat.

2). Pemindahan Yang Cepat Atau Rapid flowage.

Pemindahan cepat dari massa tanah atau batuan dapat digolongkan sebagai berikut :

a). Tanah Mengalir Atau Earth flow

Gerakan dari tanah yang berbutir-butir halus dan jenuh akan air pada lereng yang agak landai, pada pangkalnya terdapat celah yang dangkal sedangkan pada ujungnya berupa bukit-bukit desakan.

b). Lumpur Mengalir atau Mudflow.

Prosesnya hampir sama dengan kejadian earthflow, hanya terdapat perbedaan, mudflow terikat pada lembah artinya alirannya mengikuti lembah, kadar airnya pada mudflow lebih tinggi, gerakannya lebih cepat, dan terutama terjadi di daerah kering (arid) sedangkan tanah mengalir sering didaerah humid.. Di Indonesia sering terjadi di daerah vulkanis yang disebut lahar mengalir. Mudflow tidak dapat disamakan dengan solifluksi. Mudflow lebih cepat gerakannya sedangkan solifluksi agak lambat tetapi terus menerus, tidak terikat dengan lembah dan terjadi di daerah iklim sedang. Untuk terjadinya mudflow ada beberapa faktor menyebabkannya (1). adanya bahan yang gembur (2). Lereng yang lebih miring (3). Cadangan air cukup banyak tetapi terputus-putus (4). Tumbuh-tumbuhan jarang.

c). Lawina Hasil Rombakan atau Debris Avalanche.

Gerakan ini lazim juga disebut erosi es, terutama pada daerah lintang sedang sampai kekedua kutub Selatan dan Utara (Ismail Ahmad) : 1983 : 70). Di daerah pegunungan, salju yang turun akan berkumpul di lekukan-lekukan yang terlindung dari tindakan angin dan matahari. Dan jika salju ini tidak mencair akan berkumpul lebih banyak dan akhirnya salju yang membeku itu akan mencair sedikit demi sedikit yang menyebabkan lapisan bawahnya mencair. air ini yang dibantu oleh gaya gravitasi akan menyebabkan salju itu bergerak perlahan-lahan mengikuti lembah.

d). Tanah Longsor Atau Land Slide.

Landslide sama dengan avid move merupakan satu bencana dan gerakan hancuran dari batuan dan tanah yang menarik di permukaan bumi dalam kondisi massa bergerak atau kejatuhan yang tiba-tiba. Gerakannya mudah dilihat dan terjadi pada massa yang relatif kering. Landslide ini dapat dibagi atas :

(1). Tanah Memadat atau Slumping.

Gerakan ini berupa gerakan massa tanah atau tanah yang disertai dengan batuan yang intermetten yaitu batuan yang terputus-putus pada jarak yang dekat dan disertai dengan benturan kebelakang sehingga merupakan lereng yang berupa patahan atau teras-teras. Hal ini terjadi karena pengikisan dibawah atau dilereng sungai oleh gelombang arus, atau oleh manusia.

(2). Longsor Bahan Rombakan Atau Depris slide.

Adalah tanah longsor biasa. Proses ini ada gerakan meluncur dan berguling-guling dan terjadi pada tanah yang mengandung air. Pada umumnya depris slide terjadi pada daerah pegunungan yang jarang tumbuh-tumbuhannya dan terjadi setelah hujan. Contohnya longsor di pinggir jalan setelah hujan terjadi.

(3). Jatuhnya Bahan Rombakan Atau Depris Fall.

Jatuhnya bahan rombakan terjadi pada daerah yang mempunyai dua lapisan batuan dimana lapisan atasnya keras sedangkan lapisan bawahnya lebih lunak. Akibat lapisan bawah yang lunak, maka akan lebih mudah

terirodir dan bagian atas yang lebih keras akan meluncur apalagi menahan gaya berat bumi tersebut.

(4). Longsor Batuan atau Rock slide

Massa batuan induk yang meluncur kebawah pada permukaan bidang patahan atau bidang-bidang lapisan. Jika sebuah lapisan misalnya terdiri dari lempung berganti-ganti dengan batuan pasir dan kemiringan lapisan itu searah dengan lereng atau dinding-dinding lembah, maka hal ini dapat menyebabkan terjadinya longsor massa batuan.

(5). Jatuhnya Massa Batuan Atau Rock Fall.

Sebab utama penglongsoran ialah pengeluaran atau pemindahan batuan pada lereng yang curam. Pengeluaran tahanan ini dapat dilakukan oleh manusia akan tetapi dapat juga disebabkan oleh erosi sungai ditikungan sebelah luar dari sebuah meander, empasan ombak di tepi pantai yang membentuk cekungan pada kaki dinding batuan curam dapat menyebabkan runtuhnya batuan.

Di Priangan Selatan ditempat-tempat pengaliran Cibuni, Cisadea, dan Ciujung, sungai-sungai tersebut menoreh pada batupasir dan napal lunak. Batuan ini membentuk dinding yang curam sampai beratus meter tingginya. Erosi disini bekerja kesamping dan berusaha memperbesar lembah sungai itu. Akibatnya ialah hilangnya tahanan dan runtuhnya lapisan batuan tersebut. Runtuhan ini dikenal didaerah ini dengan sebutan "Urug".

e). Tanah Ambles Atau Subsidence.

Tanah ambles adalah pemindahan tanah dari permukaan bumi kebawah tanpa disertai perpindahan kearah horizontal. Hal ini terjadi apabila didalam lapisan batuan terdapat gua-gua. Bilamana gua itu ambruk maka terjadilah tanah ambles.

Ada beberapa faktor yang mempercepat terjadinya masswasting yaitu

(1). Faktor Fasilitatif.

- (a). Faktor lithologi yaitu tersedianya atau tidak bahan yang gembur atau bahan yang lunak.
- (b). Faktor Stratigrafi, yaitu ada atau tidaknya batuan yang berlapis lapis dan berselang-seling, permeable dan lain-lainnya.
- (c). Faktor Struktur yaitu apakah ada batuan yang bercelah banyak, patahan, lipatan, serta kemiringan yang besar.
- (d). Faktor Topografi yaitu kondisi lereng apakah landai atau curam.
- (e). Faktor Iklim ialah suhu yang tinggi, sering terjadi pergantian antara pembekuan dan pencairan, hujan dengan derasnya dan sebagainya.
- (f). Faktor organis, yaitu meliputi jarangya vegetasi yang terdapat didaerah tersebut.

(2). Faktor-Faktor Yang Aktif.

- (a). Bertambahnya kecuraman lereng, mungkin karena longoran, pengaruh besarnya curah hujan yang terjadi, ataupun pengaruh pembukaan hutan yang secara besar-besaran di pegunungan yang curam.
- (b). Terjadinya penambahan air secara berlebih-lebihan baik oleh besarnya curah hujan maupun oleh adanya mata air yang terbit di lereng-lereng gunung.

(3). Erosi.

Erosi ialah semua bentuk pengikisan yang disebabkan oleh air mengalir, baik itu air hujan, air laut, air tanah maupun oleh es dan angin, yang sifatnya selalu mengubah daerah yang dilaluinya untuk mencapai tujuannya ke dataran rendah. Dan dapat pula diartikan segala bentuk pengikisan, pengorekan, penyeretan, dan pengangkutan yang dilakukan oleh air mengalir, air tanah, gelombang, arus laut, angin dan gletser yang semuanya menuju tempat yang lebih rendah, dan dalam perjalanannya selalu merubah daerah yang dilaluinya.

Dalam proses pengerjaan erosi berlaku (1). Proses pengambilan bahan lepas, dimana setiap material baik berupa tanah ataupun batuan dan bahan lepas lainnya yang telah lapuk atau sudah tidak terikat lagi dengan induknya akan dipindahkan ketempat lain bersama dengan tenaga pengangkutnya. (2). Proses pengikisan oleh materi yang diangkut. Yaitu semua materiel yang diangkut dalam perjalanannya ia selalu mengikis daerah yang dilaluinya. (3). Proses saling mengikis antara materiel yang diangkut. Maksudnya antara materiel yang satu dengan lainnya saling bertabrakan dan bergeser di dalam perjalanannya selama erosi terjadi.

(4). Cara Pengangkutannya.

Hal ini tergantung dari bahan mengangkutnya bila dilaksanakan oleh air maka harus disesuaikan dengan kekuatan air, begitu juga yang dilakukan oleh tenaga yang lainnya. Erosi dapat dibedakan atas beberapa macam sesuai dengan tenaga yang melakukan erosi tersebut.

(a). Erosi Air.

Untuk dapat memahami proses erosi dalam pembentukan lembah-lembah sungai, maka sangat penting untuk mempelajari lebih dalam pekerjaan mekanik dari air sungai. Gaya kenetik ini dapat dibagi menjadi pengerjaan pengangkutan, pengerjaan mengasah dan memakan pada sungai dan pengerjaan mengalir.

Pengerjaan pengangkutan itu ialah transportasi zat-zat yang melarut dan zat-zat yang mengapung dan mendorong puing-puing kasar yang terletak pada dasar sungai. Zat-zat yang larut pada umumnya adalah garam-garaman terutama garam-garam K, Na, serta asam kersik, asam humus dan zat organis.

Disamping zat-zat melarut maka sungai itu mengangkut juga bagian-bagian kecil yang mengapung. Bahan-bahan kecil ini berasal dari penorehan dan pengikisan bahan-bahan di dasar

sungai. Bahan yang digeser oleh air di dasar sungai adalah batuan geser, batu guling dan pasir.

Selama pengangkutan batuan ini diasah dan di bagian hilir batuan tadi akan menjadi kecil, batuan semula berbentuk bersudut tajam atau bersegi-segi lambat laun akan menjadi bulat.

Pengerjaan mengalir pada sungai juga mengasah dan memakan. Gejala ini dikenal dengan Korasi. Gesekan itu tergantung pada berbagai faktor antara kecepatan gerak, daya angkut air, kohesi batuan dalam alur sungai. Pengerjaan mengalir pada sungai dapat dilihat dengan mempelajari gerak garis-garis aliran yang terletak berdampingan dan tersusun di atas. Bentuk garis aluran itu berbeda-beda dan tergantung kepada keadaan pergesekan itu.

Pengikisan air terlihat pada pembentukan ngarai atau lembah. Erosi bekerja menoreh dan melebarkan dinding-dinding lembah. Kuatnya erosi itu tergantung dari tenaga air dan daya tahan batuan yang dilaluinya. Pengerjaan air disini dapat disamakan dengan suatu gergaji dan gigi-gigi gergaji ini adalah batuan guling, pasir dan segala yang dibawa serta oleh air.

Pengerjaan air mengalir dengan baik dapat diamati pada anak-anak sungai di pegunungan, sampai daerah hilir suatu sungai. Dalam hal ini dapat dilihat tiga taraf perkembangan lembah dan sungai yaitu aliran hulu, aliran tengah dan aliran hilir.

Darah hulu pengikisan vertikal berlangsung dengan cepat sehingga lembahnya akan berbentuk "V" dan pada batuan yang mempunyai kekerasan yang berbeda akan menghasilkan jeram-jeram dan riam-riam pada aliran sungai tersebut. Pada aliran tengah kecepatan aliran arus sungai sudah mulai berkurang karena relief bertambah kecil, daya angkut sungai sudah berkurang dan beberapa tempat malahan menjadi pengendapan-pengendapan sehingga tempat tersebut akan menjadi

akumulasi materiel. Arus akan membelok-belok ditempat pengendapat sehingga akan terbentuk suatu yang dikenal serpentin atau meander.

Di aliran tengah ini erosi tegak mulai berkurang dan erosi lateral melakukan peranan penting dan keseimbangan berlakunya erosi lateral dengan erosi vertikal. Di bagian hilir pengendapat berlangsung terus dan disini dapat dikatakan bahwa erosi itu tidak bekerja lagi karena sudah sampai pada base level.

Erosi air (sungai) terjadi dalam beberap tingkatan yaitu (1). Splash erosion, yakni erosi yang terjadi sebagai akibat tumbukan air hujan waktu jatuh pada tanah-tanah terbuka. (2). Sheet erosion atau erosi permukaan yaitu pengangkutan atau pemindahan lapisan tipis dari tanah secara merata yang terjadi karena aliran air hujan. Aliran permukaan yang terjadi akan menghanyutkan lapisan atas dari tanah sehingga menimbulkan erosi permukaan. (3). Rill erosion atau erosi parit, yaitu aliran permukaan kemudian akan berkumpul dan merupakan aliran dalam parit-parit permukaan tanah dan erosi seperti ini mudah dapat diamati di lapangan. (4). Gully erosion atau erosi jurang, apabila kecepatan permukaan tinggi, maka erosi parit dapat berkembang menjadi erosi jurang, yaitu terbentuknya parit-parit yang dalam dan besar, yang sangat sulit diatasi dengan pengolahan tanah biasa. (Marnis Nawi : 1977: 58-59).

(b). Tenaga Gletser atau erosi Gletser.

Pengerjaan pengikisan oleh gletser disebut dengan glasial. Erosi glasial ini disebabkan antara lain oleh batuan yang terselip dalam es. Batuan ini bekerja mengikis dasar gletser dan terbentuklah apa yang disebut garis gletser.

Ahli-ahli glasiologi menganggap bahwa danau-danau besar dipegunungan alpen Swiss dan danau-danau besar di Amerika Serikat terjadi karena pengikisan materiel oleh gletser. Pada zaman dahulu daerah-daerah ini merupakan



tempat-tempat yang rendah, waktu pengikisan (glasial) maka terbentuklah lembah-lembah pada batuan yang lunak. Kemudian es meleleh morena-morena merupakan bendungan alam. Pendapat para ahli glasiologi, lembah-lembah yang terbentuk oleh gletser tidak berbentuk "V", akan tetapi berbentuk "U". Di pesisir barat Norwegia banyak terdapat fyord-fyord dan penampang fyord ini berbentuk "U". Pada waktu pegesekan dari ini ditutupi oleh selubung es, sehingga pengerjaan erosi glasial disini diduga sangat kuat. Setelah pelelehan terjadi maka dasar dari bagian Norwegia menurut yang menyebabkan terisinya lembah oleh air dan membentuk bentangan alam indah yang dikenal dengan fyord. (Katili :1963: 181). Pengerjaan gletser ini dibantu oleh tenaga gravitasi, sehingga gletser bergerak perlahan-lahan, merayap dan meluncur menuruni lereng oleh gaya beratnya sendiri.

Dalam peejalanannya gletser ini, dia mengikis dan mengangkut tanah, batuan dalam jumlah yang besar, sehingga gletser termasuk tenaga erosi yang sangat kuat seperti di Rainer Nasional Park (USA) ditemukan Nisqually gloier, yang sedikit esnya, tetapi yang tampak adalah tumpukan atau puing-puing dari bongkah dan fragmen batuan yang berhancuran dalam perjalanan gletser, kemudian didorong bergerak oleh massa es dibelakangnya. Sehingga pada batas-batas tempat pencairan es, muatan itu disimpan dan berakumulasi dalam bentukan bukit-bukit kecil atau hummocky piles ( Awan Mutakin : 1975: 26).

(c). Erosi Angin

Angin mengangkut fragmen-fragmen batuan yang berupa debu (dust), pasir (sand), tanah halus (silt), pengikisan oleh angin disebut deflasi. Di gunung pasir dan bukit Saudi Arabia, terdapat lembah-lembah dalam yang tidak berair, menurut para ahli, mula-mula dibentuk oleh erosi fluvial yang menghasilkan celah besar dalam gurun. Perkembangan Wadi selanjutnya disebabkan oleh

deflasi, yakni angin berembus dengan kuatnya melalui celah-celah itu dan mengangkat bahan-bahan yang lepas sehingga terjadi lembah-lebah yang dalam.

Di Gurun pasir selain terjadinya deflasi juga terjadinya erosi yaitu pengerjaan angin yang mengandung pasir, sehingga mengasah dan mengikis lebih kuat, akibatnya korasi itu terjadilah bentukan-bentukan yang aneh di gurun yaitu (1). batu jamur, terjadi karena korasi dekat tanah lebih kuat berlaku, sebab butir-butir pasir didekat tanah lebih besar dari pada bagian atas. (2). Numulit terjadi karena korasi mengasah bagian yang lunak dari batuan dan kurang pengaruhnya terhadap bagian-bagian yang keras. (3) batu angin, yang di atas bidang dasarnya mempunyai bentuk yang dibatasi oleh tiga bidang atau lebih sehingga terbentuk piramida, juga merupakan hasil korasi.

### C. AGRADASI

Menurut Kenyataannya banyak para ahli memandang bentuk-bentuk morfologi dari segi erosi, sedangkan hasil pengendapannya tidak begitu menjadi perhatian, sedang hal inilah yang amat penting di dalam perubahan bentangan alam. Segala bentuk pengendapan, penimbunan dari materiel atau bahan-bahan yang diangkut baik oleh erosi, maupun oleh yang bukan erosi dinamakan agradasi.

Penyebab utama terbentuknya agradasi ini adalah hilangnya daya pengangkutan serta bahan yang terlalu berat / terlalu banyak waktu terjadinya proses pengangkutan, sehingga sebagian dari beban terpaksa ditinggalkan karena berkurangnya daya angkut dari tenaga yang menyebabkannya.

Dengan demikian agradasi dapat diartikan sebagai suatu proses yang bersifat konstruktif dari permukaan bumi sebagai akibat kegiatan angin, letser, arus dan gelo atau sungai-sungai yang telah mencapai tingkat keseimbangannya

## BAB V

### MARFOLOGI DAERAH ARID

#### A. PENGERTIAN DAERAH ARID

Belum ada definisi yang memuaskan mengenai gurun (daerah arid), tetapi pada umumnya dapat diterima bahwa ciri yang paling menonjol dari gurun adalah sedikitnya curah hujan dan tumbuhan.

Daerah-daerah gurun adalah daerah kekeringan, karena disana tidak cukup air untuk digunakan untuk mendorong adanya kehidupan vegetasi-vegetasi yang dapat menutupinya, puncak-puncak perbukitan tidak rata, ngarai (conyons) dengan tebing-tebing yang curam, batu kerikil atau pasir menutupi dataran-dataran gurun (Awan Muttakin, 1975 : 53).

Daerah gurun mempunyai bentuk atau morfologis yang sangat kontras dengan morfologis daerah humid, perbukitan dengan puncak-puncak yang tumpul atau membulat dan halus dengan lereng yang memiliki curve yang berangsur-angsur melandai. Perbedaan dari kedua daerah ini, bukan saja disebabkan oleh perbedaan berbagai tenaga yang berperan, tetapi daerah itu hanya sebagai refleksi yang berbeda dari hasil-hasil yang dicapai oleh sungai-sungai dan gerakan penurunan lereng di bawah kondisi iklim yang berbeda.

Dari keseluruhan permukaan daratan ada kira-kira 30 % yang dapat dimasukkan klasifikasi daerah arid dan menurut Awan Muttakin (1975 : 53) kira-kira 1/6 dari daratan permukaan bumi terdiri dari daerah arid. Daerah gurun yang paling luas berada di daerah iklim subtropik yang bertekanan tinggi, dimana keadaan anginnya yang kering, awan yang sangat kurang, curahan yang rendah dan proses penguapan yang tinggi.

Daerah gurun dicirikan (1) hampir tidak, bahkan tidak mempunyai vegetasi penutup sama sekali, (2) tidak terdapat air yang cukup, (3) angin merupakan tenaga pembentuk bentangan alam daerah arid, dan (4) pelapukan yang dominan adalah pelapukan mekanis atau fisis (Moukhonse, 1976 : 359).

Sebaliknya menurut Moukhonse (1976) kebanyakan dari kawasan gurun yang kering adalah akibat dari kekeringan yang terjadi sejak zaman purba. Hal ini telah dibuktikan oleh para ahli geologi dengan menemukan di kawasan Asiah Tengah terdapatnya alur-alur sungai purba

yang sekarang tertimbun dalam dan disamping itu banyak lagi tanda-tanda yang menunjukkan bahwa pada suatu waktu dulu tanah di gurun sangat subur dan di diami oleh manusia.

## B. PERBEDAAN IKLIM ANTARA DAERAH ARID DAN HUMID

Sebagaimana diterangkan di atas bahwa ciri yang menonjol di daerah arid adalah sedikitnya curah hujan dan kurangnya vegetasi penutup, namun bukan berarti tidak ada hujan dan vegetasi. Sifat terpenting dari hujan di gurun adalah turunnya hujan tidak teratur, sehingga nilai curahan rata-rata sedikit sekali artinya, satu kali hujan kadang-kadang melukiskan jumlah yang sama atau bahkan melebihi curah hujan rata-rata dalam satu tahun, (Moukhonse, 1976 : 358).

Hujan di gurun biasanya disebut hujan torrential, dan kadang-kadang orang menyebutnya hujan paling lebat di dunia, turun di gurun, tetapi data iklim menunjukkan curah hujan tertinggi terdapat di daerah humid. Di A. S bagian tenggara tercatat curah hujan sebesar 20 inch selama 24 jam, sedangkan di daerah semi arid di sebelah Barat hanya maksimum hanya 4 inch saja dalam 24 jam. Russel (1936) bertanya tentang benar atau tidaknya dua pendapat bahwa hujan di gurun itu bersifat torrential dan biasanya turunnya petang hari. Ia membuktikan bahwa di Phonix, Arizona, 2/3 dari hujan summer turun pada malam hari. Menurut Russel, yang jelas adalah karena jarang tumbuh-tumbuhan, maka persentase pengaliran di daerah arid lebih besar dari daerah humid. Hujan turun di daerah arid sifatnya setempat-setempat dari pada humid. Hal ini berlaku juga untuk daerah humid, terutama yang beriklim kontinental yang mempunyai curah hujan conventional.

Amplitudo suhu harian yang besar merupakan ciri yang khas dari suhu daerah gurun. Hal ini disebabkan terutama oleh kelembaban yang rendah dan cuaca yang bersih. Dan ini menyebabkan pemanasan yang cepat pada siang hari dan pendinginan yang cepat pula pada malam hari. Dalam hal lain tinggi amplitudo harian disebabkan kurangnya vegetasi penutup, seperti di Tripoli dimana suhu maksimum dan minimum dalam tempo 24 jam, antara 99° - 31° F. Kekuatan pancaran sinar matahari di gurun, bersama-sama dengan amplitudo suhu harian yang besar di daerah arid merupakan sebab yang terpenting dari exfoliasi batuan.

## C. PROSES GEOLOGIS

Proses geologis di daerah arid sangat berbeda dari kebanyakan daerah humid, terutama karena antara lain (1) kurangnya vegetasi, yang berpengaruh besar terhadap tingkat erosi, (2) Aliran sungai sangat terputus-putus atau terhenti-henti dan tidak terdapat atau kurangnya vegetasi sistem drainase dalam menuju ke laut. Maka proses geologi daerah gurun :

### 1. Weathering (pelapukan)

Pada umumnya dapat dikatakan bahwa proses pelapukan mekanis relatif lebih penting di daerah arid dari pada daerah humid, sedangkan pelapukan kimia atau penguraian unsur-unsur kimianya di daerah arid sangat lambat dibanding dengan daerah humid. Hal ini disebabkan oleh (1) Keasaman dari organisme dalam tanah sangat kurang (organic acids), (2) jumlah kelembaban sangat kecil, (Awan Muttakin, 1976 : 55). Namun pendapat di atas masih diragukan, apakah benar pendapat daerah arid pelapukan mekanis yang lebih penting dari pelapukan chemis. Bukit-bukit menunjukkan bahwa expoliasi lebih merupakan hasil pelapukan chemis dari akibat penggantian antara pemanasan dengan pendinginan.

Menurut Chapman dan greesfield (1949), Davis (1938) menarik kesimpulan bahwa bongkah-bongkah batuan granitis yang bulat-bulat terdapat di gurun, paling tidak hasil penguraian kimia yang disebutnya pelapukan di bawah tanah (subsoil weathering). Bukti-bukti untuk yang tersebut di atas dijumpai sekarang di bawah lapisan batuan yang terdiri atas bongkah-bongkah yang bulat-bulat itu. Davis berpendapat bahwa pembentukannya dimulai dengan peresapan air pada kekar-kekar dan hanya setelah terbuka oleh air hujan dan rayapan, terjadi pengelupasan oleh perubahan suhu harian. jadi pelapukan kimia di daerah arid merupakan tindak lanjut yang menyebabkan hancurnya mineral silikat yang kompleks.

### 2. Proses Erosi dan Pengendapan

Disamping oleh aliran sungai yang pendek dan intermitten, prinsip mekanisme dan transportasi batuan di daerah gurun, juga oleh percikan-percikan air hujan dan pencucian dari jalur-jalur aliran yang kecil-kecil (rainsplash and rill wash) serta oleh sheetflood. Menurut Awan Muttakin (1976 : 59) kemungkinan selang beberapa tahun atau mungkin pula seabad sekali, terjadi hujan yang lebat yang tercurah di daerah gurun, hujan tersebut dinamakan Cloudbursts,

## C. PROSES GEOLOGIS

Proses geologis di daerah arid sangat berbeda dari kebanyakan daerah humid, terutama karena antara lain (1) kurangnya vegetasi, yang berpengaruh besar terhadap tingkat erosi, (2) Aliran sungai sangat terputus-putus atau terhenti-henti dan tidak terdapat atau kurangnya vegetasi sistem drainase dalam menuju ke laut. Maka proses geologi daerah gurun :

### 1. Weathering (pelapukan)

Pada umumnya dapat dikatakan bahwa proses pelapukan mekanis relatif lebih penting di daerah arid dari pada daerah humid, sedangkan pelapukan kimia atau penguraian unsur-unsur kimianya di daerah arid sangat lambat dibanding dengan daerah humid. Hal ini disebabkan oleh (1) Keasaman dari organisme dalam tanah sangat kurang (organic acids), (2) jumlah kelembaban sangat kecil, (Awan Muttakin, 1976 : 55). Namun pendapat di atas masih diragukan, apakah benar pendapat daerah arid pelapukan mekanis yang lebih penting dari pelapukan kimia. Bukit-bukit menunjukkan bahwa ekspoliasi lebih merupakan hasil pelapukan kimia dari akibat penggantian antara pemanasan dengan pendinginan.

Menurut Chapman dan gresfield (1949), Davis (1938) menarik kesimpulan bahwa bongkah-bongkah batuan granitis yang bulat-bulat terdapat di gurun, paling tidak hasil penguraian kimia yang disebutnya pelapukan di bawah tanah (subsoil weathering). Bukti-bukti untuk yang tersebut di atas dijumpai sekarang di bawah lapisan batuan yang terdiri atas bongkah-bongkah yang bulat-bulat itu. Davis berpendapat bahwa pembentukannya dimulai dengan peresapan air pada kekar-kekar dan hanya setelah terbuka oleh air hujan dan rayapan, terjadi pengelupasan oleh perubahan suhu harian. Jadi pelapukan kimia di daerah arid merupakan tindak lanjut yang menyebabkan hancurnya mineral silikat yang kompleks.

### 2. Proses Erosi dan Pengendapan

Disamping oleh aliran sungai yang pendek dan intermitten, prinsip mekanisme dan transportasi batuan di daerah gurun, juga oleh percikan-percikan air hujan dan pencucian dari jalur-jalur aliran yang kecil-kecil (rainsplash and rill wash) serta oleh sheetflood. Menurut Awan Muttakin (1976 : 59) kemungkinan selang beberapa tahun atau mungkin pula seabad sekali, terjadi hujan yang lebat yang tercurah di daerah gurun, hujan tersebut dinamakan Cloudbursts,

yang sekarang tertimbun dalam dan disamping itu banyak lagi tanda-tanda yang menunjukkan bahwa pada suatu waktu dulu tanah di gurun sangat subur dan di diami oleh manusia.

## B. PERBEDAAN IKLIM ANTARA DAERAH ARID DAN HUMID

Sebagaimana diterangkan di atas bahwa ciri yang menonjol di daerah arid adalah sedikitnya curah hujan dan kurangnya vegetasi penutup, namun bukan berarti tidak ada hujan dan vegetasi. Sifat terpenting dari hujan di gurun adalah turunnya hujan tidak teratur, sehingga nilai curahan rata-rata sedikit sekali artinya, satu kali hujan kadang-kadang melukiskan jumlah yang sama atau bahkan melebihi curah hujan rata-rata dalam satu tahun, (Moukhonse, 1976 : 358).

Hujan di gurun biasanya disebut hujan torrential, dan kadang-kadang orang menyebutnya hujan paling lebat di dunia, turun di gurun, tetapi data iklim menunjukkan curah hujan tertinggi terdapat di daerah humid. Di A. S bagian tenggara tercatat curah hujan sebesar 20 inch selama 24 jam, sedangkan di daerah semi arid di sebelah Barat hanya maksimum hanya 4 inch saja dalam 24 jam. Russel (1936) bertanya tentang benar atau tidaknya dua pendapat bahwa hujan di gurun itu bersifat torrential dan biasanya turunnya petang hari. Ia membuktikan bahwa di Phonix, Arizona, 2/3 dari hujan summer turun pada malam hari. Menurut Russel, yang jelas adalah karena jarang tumbuh-tumbuhan, maka persentase pengaliran di daerah arid lebih besar dari daerah humid. Hujan turun di daerah arid sifatnya setempat-setempat dari pada humid. Hal ini berlaku juga untuk daerah humid, terutama yang beriklim kontinental yang mempunyai curah hujan conventional.

Amplitudo suhu harian yang besar merupakan ciri yang khas dari suhu daerah gurun. Hal ini disebabkan terutama oleh kelembaban yang rendah dan cuaca yang bersih. Dan ini menyebabkan pemanasan yang cepat pada siang hari dan pendinginan yang cepat pula pada malam hari. Dalam hal lain tinggi amplitudo harian disebabkan kurangnya vegetasi penutup, seperti di Tripoli dimana suhu maksimum dan minimum dalam tempo 24 jam, antara 99° - 31° F. Kekuatan pancaran sinar matahari di gurun, bersama-sama dengan amplitudo suhu harian yang besar di daerah arid merupakan sebab yang terpenting dari exfoliasi batuan.

## BAB V

### MARFOLOGI DAERAH ARID

#### A. PENGERTIAN DAERAH ARID

Belum ada definisi yang memuaskan mengenai gurun (daerah arid), tetapi pada umumnya dapat diterima bahwa ciri yang paling menonjol dari gurun adalah sedikitnya curah hujan dan tumbuhan.

Daerah-daerah gurun adalah daerah kekeringan, karena disana tidak cukup air untuk digunakan untuk mendorong adanya kehidupan vegetasi-vegetasi yang dapat menutupinya, puncak-puncak perbukitan tidak rata, ngarai (conyons) dengan tebing-tebing yang curam, batu kerikil atau pasir menutupi dataran-dataran gurun (Awan Muttakin, 1975 : 53).

Daerah gurun mempunyai bentuk atau morfologis yang sangat kontras dengan morfologis daerah humid, perbukitan dengan puncak-puncak yang tumpul atau membulat dan halus dengan lereng yang memiliki curve yang berangsur-angsur melandai. Perbedaan dari kedua daerah ini, bukan saja disebabkan oleh perbedaan berbagai tenaga yang berperan, tetapi daerah itu hanya sebagai refleksi yang berbeda dari hasil-hasil yang dicapai oleh sungai-sungai dan gerakan penurunan lereng di bawah kondisi iklim yang berbeda.

Dari keseluruhan permukaan daratan ada kira-kira 30 % yang dapat dimasukkan klasifikasi daerah arid dan menurut Awan Muttakin (1975 : 53) kira-kira 1/6 dari daratan permukaan bumi terdiri dari daerah arid. Daerah gurun yang paling luas berada di daerah iklim subtropik yang bertekanan tinggi, dimana keadaan anginnya yang kering, awan yang sangat kurang curahan yang rendah dan proses penguapan yang tinggi.

Daerah gurun dicirikan (1) hampir tidak, bahkan tidak mempunyai vegetasi penutup sama sekali, (2) tidak terdapat air yang cukup, (3) angin merupakan tenaga pembentuk bentangan alam daerah arid, dan (4) pelapukan yang dominan adalah pelapukan mekanis atau fisis (Moukhonse, 1976 : 359).

Sebaliknya menurut Moukhonse (1976) kebanyakan dari kawasan gurun yang kering adalah akibat dari kekeringan yang terjadi sejak zaman purba. Hal ini telah dibuktikan oleh para ahli geologi dengan menemukan di kawasan Asiah Tengah terdapatnya alur-alur sungai purba



deflasi, yakni angin berembus dengan kuatnya melalui celah-celah itu dan mengangkat bahan-bahan yang lepas sehingga terjadi lembah-lebah yang dalam.

Di Gurun pasir selain terjadinya deflasi juga terjadinya erosi yaitu pengerjaan angin yang mengandung pasir, sehingga mengasah dan mengikis lebih kuat, akibatnya korasi itu terjadilah bentukan-bentukan yang aneh di gurun yaitu (1). batu jamur, terjadi karena korasi dekat tanah lebih kuat berlaku, sebab butir-butir pasir didekat tanah lebih besar dari pada bagian atas. (2). Numulit terjadi karena korasi mengasah bagian yang lunak dari batuan dan kurang pengaruhnya terhadap bagian-bagian yang keras. (3) batu angin, yang di atas bidang dasarnya mempunyai bentuk yang dibatasi oleh tiga bidang atau lebih sehingga terbentuk piramida, juga merupakan hasil korasi.

### C. AGRADASI

Menurut Kenyataannya banyak para ahli memandang bentuk-bentuk morfologi dari segi erosi, sedangkan hasil pengendapannya tidak begitu menjadi perhatian, sedang hal inilah yang amat penting di dalam perubahan bentangan alam. Segala bentuk pengendapan, penimbunan dari materiel atau bahan-bahan yang diangkut baik oleh erosi, maupun oleh yang bukan erosi dinamakan agradasi.

Penyebab utama terbentuknya agradasi ini adalah hilangnya daya pengangkutan serta bahan yang terlalu berat / terlalu banyak waktu terjadinya proses pengangkutan, sehingga sebagian dari beban terpaksa ditinggalkan karena berkurangnya daya angkut dari tenaga yang menyebabkannya.

Dengan demikian agradasi dapat diartikan sebagai suatu proses yang bersifat konstruktif dari permukaan bumi sebagai akibat kegiatan angin, letser, arus dan gelo atau sungai-sungai yang telah mencapai tingkat keseimbangannya

tempat-tempat yang rendah, waktu pengikisan (glasial) maka terbentuklah lembah-lembah pada batuan yang lunak. Kemudian es meleleh morena-morena merupakan bendungan alam. Pendapat para ahli glasiologi, lembah-lembah yang terbentuk oleh gletser tidak berbentuk "V", akan tetapi berbentuk "U". Di pesisir barat Norwegia banyak terdapat fyord-fyord dan penampang fyord ini berbentuk "U". Pada waktu pegesekan dari ini ditutupi oleh selubung es, sehingga pengerjaan erosi glasial disini diduga sangat kuat. Setelah pelelehan terjadi maka dasar dari bagian Norwegia menurut yang menyebabkan terisinya lembah oleh air dan membentuk bentangan alam indah yang dikenal dengan fyord. (Katili :1963: 181). Pengerjaan gletser ini dibantu oleh tenaga gravitasi, sehingga gletser bergerak perlahan-lahan, merayap dan meluncur menuruni lereng oleh gaya beratnya sendiri.

Dalam pejalanannya gletser ini, dia mengikis dan mengangkut tanah, batuan dalam jumlah yang besar, sehingga gletser termasuk tenaga erosi yang sangat kuat seperti di Rainer Nasional Park (USA) ditemukan Nisqually gloier, yang sedikit esnya, tetapi yang tampak adalah tumpukan atau puing-puing dari bongkah dan fragmen batuan yang berhancuran dalam perjalanan gletser, kemudian didorong bergerak oleh massa es dibelakangnya. Sehingga pada batas-batas tempat pencairan es, muatan itu disimpan dan berakumulasi dalam bentukan bukit-bukit kecil atau hummocky piles ( Awan Mutakin : 1975: 26).

(c). Erosi Angin

Angin mengangkut fragmen-fragmen batuan yang berupa debu (dust), pasir (sand), tanah halus (silt), pengikisan oleh angin disebut deflasi. Di gunung pasir dan bukit Saudi Arabia, terdapat lembah-lembah dalam yang tidak berair, menurut para ahli, mula-mula dibentuk oleh erosi fluvial yang menghasilkan celah besar dalam gurun. Perkembangan Wadi selanjutnya disebabkan oleh

akumulasi materiel. Arus akan membelok-belok ditempat pengendapat sehingga akan terbentuk suatu yang dikenal serpentin atau meander.

Di aliran tengah ini erosi tegak mulai berkurang dan erosi lateral melakukan peranan penting dan keseimbangan berlakunya erosi lateral dengan erosi vertikal. Di bagian hilir pengendapat berlangsung terus dan disini dapat dikatakan bahwa erosi itu tidak bekerja lagi karena sudah sampai pada base level.

Erosi air (sungai) terjadi dalam beberap tingkatan yaitu (1). Splash erosion, yakni erosi yang terjadi sebagai akibat tumbukan air hujan waktu jatuh pada tanah-tanah terbuka. (2). Sheet erosion atau erosi permukaan yaitu pengangkutan atau pemindahan lapisan tipis dari tanah secara merata yang terjadi karena aliran air hujan. Aliran permukaan yang terjadi akan menghanyutkan lapisan atas dari tanah sehingga menimbulkan erosi permukaan. (3). Rill erosion atau erosi parit, yaitu aliran permukaan kemudian akan berkumpul dan merupakan aliran dalam parit-parit permukaan tanah dan erosi seperti ini mudah dapat diamati di lapangan. (4). Gully erosion atau erosi jurang, apabila kecepatan permukaan tinggi, maka erosi parit dapat berkembang menjadi erosi jurang, yaitu terbentuknya parit-parit yang dalam dan besar, yang sangat sulit diatasi dengan pengolahan tanah biasa. (Marnis Nawi : 1977: 58-59).

(b). Tenaga Gletser atau erosi Gletser.

Pengerjaan pengikisan oleh gletser disebut dengan glasial. Erosi glasial ini disebabkan antara lain oleh batuan yang terselip dalam es. Batuan ini bekerja mengikis dasar gletser dan terbentuklah apa yang disebut garis gletser.

Ahli-ahli glasiologi menganggap bahwa danau-danau besar dipegunungan alpen Swiss dan danau-danau besar di Amerika Serikat terjadi karena pengikisan materiel oleh gletser. Pada zaman dahulu daerah-daerah ini merupakan

sungai. Bahan yang digeser oleh air di dasar sungai adalah batuan geser, batu guling dan pasir.

Selama pengangkutan batuan ini diasah dan di bagian hilir batuan tadi akan menjadi kecil, batuan semula berbentuk bersudut tajam atau bersegi-segi lambat laun akan menjadi bulat.

Pengerjaan mengalir pada sungai juga mengasah dan memakan. Gejala ini dikenal dengan Korasi. Gesekan itu tergantung pada berbagai faktor antara kecepatan gerak, daya angkut air, kohesi batuan dalam alur sungai. Pengerjaan mengalir pada sungai dapat dilihat dengan mempelajari gerak garis-garis aliran yang terletak berdampingan dan tersusun di atas. Bentuk garis aluran itu berbeda-beda dan tergantung kepada keadaan pergesekan itu.

Pengikisan air terlihat pada pembentukan ngarai atau lembah. Erosi bekerja menoreh dan melebarkan dinding-dinding lembah. Kuatnya erosi itu tergantung dari tenaga air dan daya tahan batuan yang dilaluinya. Pengerjaan air disini dapat disamakan dengan suatu gergaji dan gigi-gigi gergaji ini adalah batuan guling, pasir dan segala yang dibawa serta oleh air.

Pengerjaan air mengalir dengan baik dapat diamati pada anak-anak sungai di pegunungan, sampai daerah hilir suatu sungai. Dalam hal ini dapat dilihat tiga taraf perkembangan lembah dan sungai yaitu aliran hulu, aliran tengah dan aliran hilir.

Darah hulu pengikisan vertikal berlangsung dengan cepat sehingga lembahnya akan berbentuk "V" dan pada batuan yang mempunyai kekerasan yang berbeda akan menghasilkan jeram-jeram dan riam-riam pada aliran sungai tersebut. Pada aliran tengah kecepatan aliran arus sungai sudah mulai berkurang karena relief bertambah kecil, daya angkut sungai sudah berkurang dan beberapa tempat malahan menjadi pengendapan-pengendapan sehingga tempat tersebut akan menjadi

Dalam proses pengerjaan erosi berlaku (1). Proses pengambilan bahan lepas, dimana setiap material baik berupa tanah ataupun batuan dan bahan lepas lainnya yang telah lapuk atau sudah tidak terikat lagi dengan induknya akan dipindahkan ketempat lain bersama dengan tenaga pengangkutnya. (2). Proses pengikisan oleh materi yang diangkut. Yaitu semua materiel yang diangkut dalam perjalanannya ia selalu mengikis daerah yang dilaluinya. (3). Proses saling mengikis antara materiel yang diangkut. Maksudnya antara materiel yang satu dengan lainnya saling bertabrakan dan bergeser di dalam perjalanannya selama erosi terjadi.

(4). Cara Pengangkutannya.

Hal ini tergantung dari bahan mengangkutnya bila dilaksanakan oleh air maka harus disesuaikan dengan kekuatan air, begitu juga yang dilakukan oleh tenaga yang lainnya. Erosi dapat dibedakan atas beberapa macam sesuai dengan tenaga yang melakukan erosi tersebut.

(a). Erosi Air.

Untuk dapat memahami proses erosi dalam pembentukan lembah-lembah sungai, maka sangat penting untuk mempelajari lebih dalam pekerjaan mekanik dari air sungai. Gaya kinetik ini dapat dibagi menjadi pengerjaan pengangkutan, pengerjaan mengasah dan memakan pada sungai dan pengerjaan mengalir.

Pengerjaan pengangkutan itu ialah transportasi zat-zat yang melarut dan zat-zat yang mengapung dan mendorong puing-puing kasar yang terletak pada dasar sungai. Zat-zat yang larut pada umumnya adalah garam-garaman terutama garam-garam K, Na, serta asam kersik, asam humus dan zat organis.

Disamping zat-zat melarut maka sungai itu mengangkut juga bagian-bagian kecil yang mengapung. Bahan-bahan kecil ini berasal dari penorehan dan pengikisan bahan-bahan di dasar

(1). Faktor Fasif.

- (a). Faktor lithologi yaitu tersedianya atau tidak bahan yang gembur atau bahan yang lunak
- (b). Faktor Stratigrafi, yaitu ada atau tidaknya batuan yang berlapis lapis dan berselang-seling, permeable dan lain-lainnya.
- (c). Faktor Struktur yaitu apakah ada batuan yang bercelah banyak, patahan, lipatan, serta kemiringan yang besar.
- (d). Faktor Topografi yaitu kondisi lereng apakah landai atau curam.
- (e). Faktor Iklim ialah suhu yang tinggi, sering terjadi pergantian antara pembekuan dan pencairan, hujan dengan derasnya dan sebagainya.
- (f). Faktor organis, yaitu meliputi jarangya vegetasi yang terdapat didaerah tersebut.

(2). Faktor-Faktor Yang Aktif.

- (a). Bertambahnya kecuraman lereng, mungkin karena longoran, pengaruh besarnya curah hujan yang terjadi, ataupun pengaruh pembukaan hutan yang secara besar-besaran di pegunungan yang curam.
- (b). Terjadinya penambahan air secara berlebih-lebihan baik oleh besarnya curah hujan maupun oleh adanya mata air yang terbit dilereng-lereng gunung.

(3). Erosi.

Erosi ialah semua bentuk pengikisan yang disebabkan oleh air mengalir, baik itu air hujan, air laut, air tanah maupun oleh es dan angin, yang sifatnya selalu mengubah daerah yang dilaluinya untuk mencapai tujuannya kedataran rendah. Dan dapat pula diartikan segala bentuk pengikisan, pengorekan, penyeretan, dan pengangkutan yang dilakukan oleh air mengalir, air tanah, gelombang, arus laut, angin dan gletser yang semuanya menuju tempat yang lebih rendah, dan dalam perjalanannya selalu merubah daerah yang dilaluinya.

terirodir dan bagian atas yang lebih keras akan meluncur apalagi menahan gaya berat bumi tersebut.

(4). Longsor Batuan atau Rock slide

Massa batuan induk yang meluncur kebawah pada permukaan bidang patahan atau bidang-bidang lapisan. Jika sebuah lapisan misalnya terdiri dari lempung berganti-ganti dengan batuan pasir dan kemiringan lapisan itu searah dengan lereng atau dinding-dinding lembah, maka hal ini dapat menyebabkan terjadinya longsoran massa batuan.

(5). Jatuhnya Massa Batuan Atau Rock Fall.

Sebab utama penglongsoran ialah pengeluaran atau pemindahan batuan pada lereng yang curam. Pengeluaran tahanan ini dapat dilakukan oleh manusia akan tetapi dapat juga disebabkan oleh erosi sungai ditikungan sebelah luar dari sebuah meander, empasan ombak di tepi pantai yang membentuk cekungan pada kaki dinding batuan curam dapat menyebabkan runtuhnya batuan.

Di Priangan Selatan ditempat-tempat pengaliran Cibuni, Cisadea, dan Ciujung, sungai-sungai tersebut menoreh pada batupasir dan napal lunak. Batuan ini membentuk dinding yang curam sampai beratus meter tingginya. Erosi disini bekerja kesamping dan berusaha memperbesar lembah sungai itu. Akibatnya ialah hilangnya tahanan dan runtuhnya lapisan batuan tersebut. Runtuhan ini dikenal didaerah ini dengan sebutan "Urug".

e). Tanah Ambles Atau Subsidence.

Tanah ambles adalah pemindahan tanah dari permukaan bumi kebawah tanpa disertai perpindahan kearah horizontal. Hal ini terjadi apabila didalam lapisan batuan terdapat gua-gua. Bilamana gua itu ambruk maka terjadilah tanah ambles.

Ada beberapa faktor yang mempercepat terjadinya masswasting yaitu

Gerakan ini lazim juga disebut erosi es, terutama pada daerah lintang sedang sampai kekedua kutub Selatan dan Utara (Ismail Ahmad) : 1983 : 70). Di daerah pegunungan, salju yang turun akan berkumpul di lekukan-lekukan yang terlindung dari tindakan angin dan matahari. Dan jika salju ini tidak mencair akan berkumpul lebih banyak dan akhirnya salju yang membeku itu akan mencair sedikit demi sedikit yang menyebabkan lapisan bawahnya mencair. air ini yang dibantu oleh gaya gravitasi akan menyebabkan salju itu bergerak perlahan-lahan mengikuti lembah.

d). Tanah Longsor Atau Land Slide.

Landslide sama dengan avid move merupakan satu bencana dan gerakan hancuran dari batuan dan tanah yang menarik di permukaan bumi dalam kondisi massa bergerak atau kejatuhan yang tiba-tiba. Gerakannya mudah dilihat dan terjadi pada massa yang relatif kering. Landslide ini dapat dibagi atas :

(1). Tanah Memadat atau Slumping.

Gerakan ini berupa gerakan massa tanah atau tanah yang disertai dengan batuan yang intermetten yaitu batuan yang terputus-putus pada jarak yang dekat dan disertai dengan benturan kebelakang sehingga merupakan lereng yang berupa patahan atau teras-teras. Hal ini terjadi karena pengikisan dibawah atau dilereng sungai oleh gelombang, arus, atau oleh manusia.

(2). Longsor Bahan Rombakan Atau Depris slide.

Adalah tanah longsor biasa. Proses ini ada gerakan meluncur dan berguling-guling dan terjadi pada tanah yang mengandung air. Pada umumnya depris slide terjadi pada daerah pegunungan yang jarang tumbuh-tumbuhannya dan terjadi setelah hujan. Contohnya longSORan di pinggir jalan setelah hujan terjadi.

(3). Jatuhnya Bahan Rombakan Atau Depris Fall.

Jatuhnya bahan rombakan terjadi pada daerah yang mempunyai dua lapisan batuan dimana lapisan atasnya keras sedangkan lapisan bawahnya lebih lunak. Akibat lapisan bawah yang lunak, maka akan lebih mudah



- Rayapan Lawina (es merayap).

Terjadinya karena pencairan es yang dapat menyebabkan merayapnya tanah bersama-sama bongkahan kerikil kelereng-lereng. Disamping 4 bentuk rayapan secara lambat diatas, masih ada lagi satu jenis pengaliran lambat dari massa tanah yang jenuh akan air, yang biasanya terjadi didaerah yang dingin dan pegunungan yang tinggi disebut dengan solifluksi (solifluction) yang disebabkan oleh (1). Adanya persediaan air yang cukup dari pencairan salju atau es (2). Lereng yang curam dan tidak ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan (3). Adanya tanah baku abadi dibawah permukaan (4). Adanya pelapukan yang berlangsung cepat.

2). Pemindahan Yang Cepat Atau Rapid flowage.

Pemindahan cepat dari massa tanah atau batuan dapat digolongkan sebagai berikut :

a). Tanah Mengalir Atau Earth flow

Gerakan dari tanah yang berbutir-butir halus dan jenuh akan air pada lereng yang agak landai, pada pangkalnya terdapat celah yang dangkal sedangkan pada ujungnya berupa bukit-bukit desakan.

b). Lumpur Mengalir atau Mudflow.

Prosesnya hampir sama dengan kejadian earthflow, hanya terdapat perbedaan, mudflow terikat pada lembah artinya alirannya mengikuti lembah, kadar airnya pada mudflow lebih tinggi, gerakannya lebih cepat, dan terutama terjadi di daerah kering (arid) sedangkan tanah mengalir sering didaerah humid.. Di Indonesia sering terjadi di daerah vulkanis yang disebut lahar mengalir. Mudflow tidak dapat disamakan dengan solifluksi. Mudflow lebih cepat gerakannya sedangkan solifluksi agak lambat tetapi terus menerus, tidak terikat dengan lembah dan terjadi di daerah iklim sedang. Untuk terjadinya mudflow ada beberapa faktor penyebabnya (1). adanya bahan yang gembur (2). Lereng yang lebih miring (3). Cadangan air cukup banyak tetapi terputus-putus (4). Tumbuh-tumbuhan jarang.

c). Lawina Hasil Rombakan atau Debris Avalanche.

memberisupley bahan-bahan penghancuran ke pada sungai-sungai, gletser untuk transpor yang lebih jauh.

b. Gerak Tanah Dan Batuan.

Menurut Shappe pergerakan tanah dan batuan (masswas-ting) dapat digolongkan (1). Pemindahan lambat atau slow flowage (2). Pemindahan cepat atau rapid flowage (3). Tanah longsor atau land slide (4). tanahambles atau Subsidence.

1). Pemindahan Lambat atau Slow flowage.

Puing-puing lepas yang terletak pada lereng, biasanya mulai merayap pada sudut + 30°, karena beratnya sendiri. Jika material-material itu jenuh dengan air maka sudut yang diperlukan untuk merayap jauh lebih jauh lebih kecil. Rayapan-rayapan yang berlangsung dengan lambat ini tidak mudah diketahui atau diamati yang gerakan ini terdiri dari :

Gerakan lambat dari tanah dan bahan-bahan rombakan kejadian dapat kita amati pada pohon-pohon di lereng bukit yang bengkok batangnya, dan benda-benda buatan manusia seperti pagar, tiang listrik yang mengalami gangguan dari kedudukan semula. Yang menjadi penyebab terjadinya soil creep ini adalah pergantian antara pembekuan dengan pencairan, pemanasan dengan pendinginan, pengeringan dengan pembasahan pada lapisan yang bersama-sama dengan pengerjaan akar tumbuh-tumbuhan menembus tanah.- Tanah merayap (soil creek)

- Kerikil Merayap (talus creep)

Terdiri dari kerikil yang merupakan hasil pelapukan dari tebing-tebing dan lereng-lereng gunung. Terutama pada daerah yang sering terjadi pergantian antara pencairan dan pembekuan. Gerakan kerikil ini lebih cepat dari gerakan soil creep.

- Batuan Merayap (rock creep)

Rock creep dapat terjadi karena pelapukan di lereng lereng gunung dan bongkah-bongkah itu akan merayap kebawah terutama batuan granit. Bentuk ini jelas dapat diamati pada batuan pasir pejal, konglomerat dan granit, terutama yang bercelah-celah besar.

banyaknya sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan zat asam arang dan asam humus. Bahkan tidak adanya tumbuh-tumbuhan berpengaruh pula terhadap pelapukan.

g). Aspek lainnya.

Aspek lain yang mempengaruhi pelapukan ialah lokasi-lokasi kejadian pelapukan. Misalnya didaerah iklim dingin, jurang yang menghadap ke Selatan akan mengalami lebih banyak pembekuan dan pencairan dibandingkan dengan jurang atau lereng menghadap Utara. Dengan demikian lereng yang menghadap Selatan akan mengalami pelapukan mekanis yang lebih hebat.

Didaerah yang tidak begitu dingin lereng yang menghadap Selatan akan menerima lebih banyak cahaya matahari dan akan mempunyai lebih banyak tumbuh-tumbuhan, sehingga lereng yang menghadap Selatan akan mengalami pelapukan kimia dan biologi yang lebih hebat.

## 2. Gerakan Tanah Dan Gerakan Masa Batuan

### a. Pengangkutan Bahan

Pengangkutan langsung dari batuan, tanah dan lumpur oleh gravitasi atau oleh gaya berat bumi itu sendiri disebut dengan "masswasting". Runtuhan-runtuhan atau longsor tanah yang kadang-kadang sampai menimbun kota atau membendung aliran sungai sering terjadi di Indonesia, maupun di luar negeri, terutama pada musim dingin, dimana es yang sudah pecah-pecah meluncur dengan massa batuan dan tanah menuju tempat yang lebih rendah.

Gejala-gejala ini adalah contoh pengangkutan bahan oleh gaya gravitasi. Pengangkutan bahan seperti diatas biasanya berhenti di kaki dinding yang curam atau kaki pegunungan. Tetapi kemudian bahan tersebut diambil alih oleh proses selanjutnya. Batuan-batuan lepas yang jatuh diatas gletser diangkut oleh massa es ini terus kebawah.

Runtuhan tanah di dinding sungai yang curam, diangkut oleh sungai sampai ke laut. Tanah yang merayap tiba di kaki gunung diangkut oleh parit-parit pegunungan ke sungai-sungai yang lebih besar. Jadi peranan utama dari gerak tanah dan gerak batuan

Komposisi kimia bukan saja menentukan ketahanan batuan terhadap pelapukan kimia melainkan juga terhadap pelapukan fisis.

Mineral-mineral dalam batuan mempunyai perbedaan ketahanan terhadap proses pelapukan karena setiap batuan dan mineral tidak mengandung jenis kimia yang sama. Misalnya yang paling tahan terhadap pelapukan kimia adalah kwarsa, muskovit, dan ferspar orthoclase, sedangkan yang paling tidak tahan terhadap pelapukan kimia yaitu olivin, augit, dan ferspar plagioclase.

Menurut Rougeris, batuan yang paling stabil ialah pegmatit, granit porfirit, granit alkali dan kwarsit sedangkan yang tidak stabil yaitu mikrodiorit, mikro gabro, dan dolirit. Dan perlu diingat susunan ini tidak mutlak dan faktor lain mungkin lebih berpengaruh dalam menentukan ketahanan batuan terhadap pelapukan kimia.

Dari segi pelapukan fisis, komposisi sangat penting. Batuan yang terdiri dari berbagai jenis mineral serta mempunyai warna yang berlainan pula, hal ini akan mempengaruhi penyerapan sinar matahari dengan demikian tentu akan mengembangkan atau pemuaiian terhadap batuan tersebut.

d). Iklim

Iklim memegang peranan penting terhadap proses pelapukan, baik pelapukan kimia maupun pelapukan mekanis. Pelapukan yang terjadi di daerah iklim lembab apalagi yang terjadi di daerah iklim salju tidak sama dengan pelapukan yang terjadi di daerah gurun. jadi faktor iklim yang terpenting adalah suhu dan kelembaban.

e). Relief.

Relief mempengaruhi pelapukan secara tidak langsung makin curam kemiringan suatu lereng makin tipis hasil pelapukan yang menutupi batuan induk.

f). Vegetasi.

Jumlah dan jenis tumbuh-tumbuhan berpengaruh terhadap macam-macam pelapukan dan tingkatannya. Jadi apakah secara mekanis ataupun secara kimia yaitu menurut

Basa mudah didisosiasikan sehingga reaksi-reaksi dengan zat lain mudah terjadi. Akibatnya K, Na, Ca, dan Mg berubah menjadi garam-garam yang mudah larut. Misalnya pelapukan mika dan feldspat.



Pelapukan mineral silikat, sebagian besar tergantung kepada proses hidrolis. Felspar ialah sejenis mineral silikat dan akan terurai menjadi acid alumino silisik dan kalium hidrosida. Hal ini disebabkan karena air mengandung karbondioksida, maka kalium hidrosida akan bereaksi menjadi kalium karbonat dan akan berubah menjadi garam-garaman yang mudah larut dan hasil dari proses yang kompleks inilah koalinit. Faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan :

a). Kekerasan Batuan.

Kekerasan batuan termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi ketahanan batuan terhadap pelapukan. Kekerasan batuan diklasifikasikan menurut Mohs dari 1 (satu) amat lunak hingga 10 paling keras. Dalam skala ini gipsum nomor 2, felspar 6, kwarsa ke 7 dan intan ke 10. Kebanyakan batuan baku, misalnya granit keras, sedangkan batuan sedimen agak lunak walaupun ia mengandung mineral yang keras.

Kwarsit merupakan batuan yang terdiri dari butiran kwarsa yang diikat oleh silikat dan jenis ini merupakan batuan yang sangat keras. Kekerasan batuan hanya memperlambat proses pelapukan fros dan tidak berlaku pada pelapukan kimia.

b). Rekahan/Retakan

Rekahan yang terdapat pada batuan jumlahnya tidak begitu banyak dan biasanya terdapat vertikal terhadap lapisan batuan sedimen dan juga terhadap batuan beku dalam serta batuan baku luar. Rekahan pada batuan sangat membantu mempercepat proses pelapukan, karena air akan bebas memasuki celah-celah dalam batuan.

c). Komposisi Kimia.

### 3). Karbonisasi atau Pengkarbonan

Pengkarbonan ini gas asam arang merupakan faktor penting dalam pelapukan. Air yang mengandung gas asam arang atau karbon dioksida kuat sekali daya melapuk-nya. Gas asam arang ini dapat ditemui didalam air hujan dari udara dari sisa-sisa tumbuh-tumbuhan.

Batuan yang mudah dilapukan melalui karbonisasi ini adalah kapur, batuan kapur dan dolomit. Batuan kapur atau kalsium karbonat, bereaksi dengan carbonic acid ( $H_2CO_3$ ) dan menghasilkan kalsium bikarbonat, yang mudah larut dibandingkan dengan kalsium karbonat.



### 4). Hidrasi (Penghidratan).

Hidrasi ialah penambahan air terhadap mineral. Besi oksida jika menyerap air akan menjadi besi hidroksida. Proses ini penting dalam pembentukan mineral tanah liat.

Suatu contoh proses karbonisasi yang baik adalah kejadian limonit dari hematit yang prosesnya sebagai berikut



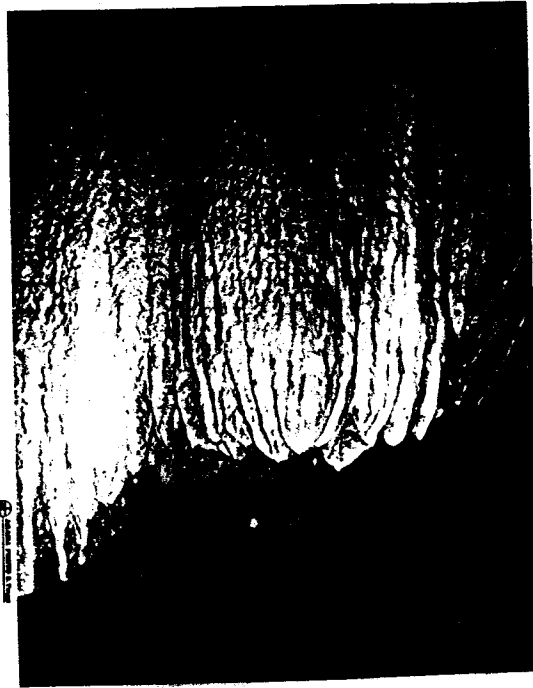
Jika hasil dari proses ini mengering disebabkan oleh perubahan cuaca, maka proses ini akan menyebabkan terjadi limonit kepada hematit.

Contoh lain dari hidrasi yaitu perubahan gips ( $CaSO_4$ ) menjadi anhidrit.

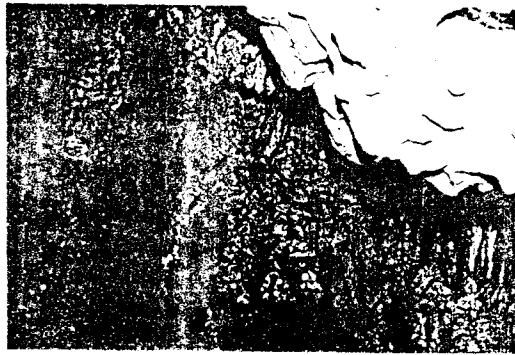
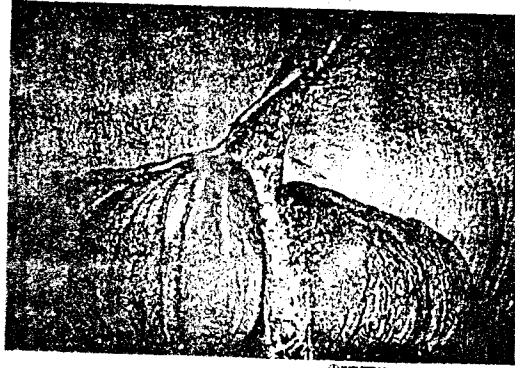
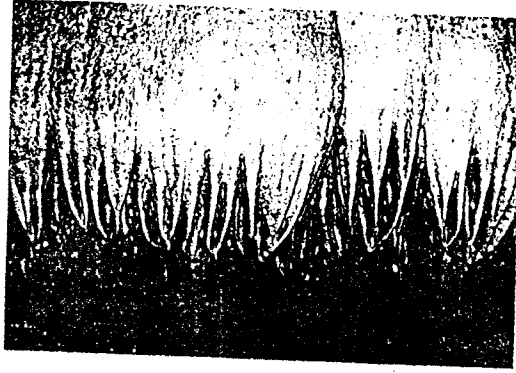


### 5). Hidrolis atau Hidrolisa.

Hidrolisa melibatkan reaksi kimia terhadap mineral batuan dengan air atau lebih tepat lagi diantara ion H atau OH dengan ion mineral atau K, Na, Ca, dan Mg yang menimbulkan persenyawaan basa. Persenyawaan ini terjadi dimana mineral-mineral bertemu dengan air, termasuk air hujan. Hidrolis adalah suatu perubahan kimia yang menghasilkan persenyawaan yang berlainan dan juga mineral yang berlainan.



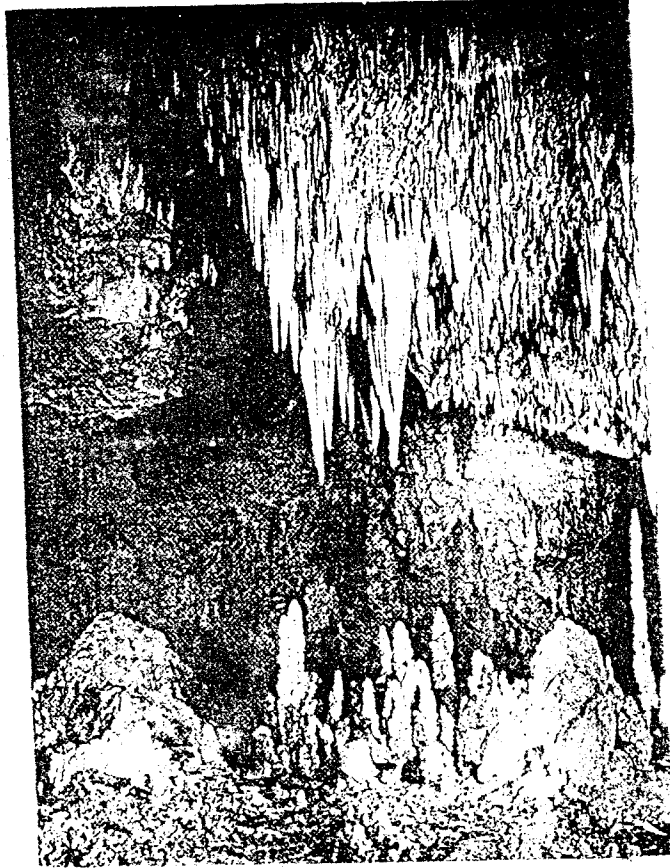
Gambar 14. Bentuk hasil pelarutan kapur di atap Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat



Gambar 13. Bentuk hasil pelarutan kapur di dalam Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat



dengan sulfur akan membentuk  $\text{FeS}$ , maka dapat dikatakan besi telah teroksidasi.



Gambar 12.

Sumber: *Atchison, Topeka and Santa Fe Rail*

**"KINGS THRONE ROOM", GUA CARLSBAD, NEW MEXICO**

Satu daripada ruang-ruang yang menarik di dalam gua ini. Ia dikenali bukan sahaja kerana saiznya malah juga oleh kerana terdapat banyak timbunan-timbunan gua tersebut.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

Didalam tanah air ini mengambil pula  $\text{CO}_2$  dan asam humus dari tutupan tumbuh-tumbuhan (Katili :1963 : 156).

Pelapukan kimia dapat dibagi kepada beberapa jenis yaitu larutan, pengoksidasian, karbonisasi, penghidratan, dan hidrolisis.

#### 1). Larutan.

Proses pelarutan ini mungkin berlaku pada air mengalir seperti sungai atau lapisan air pada batuan beku. Garam ( $\text{HCl}$ ) biasanya mudah larut, gypsum sukar larut dan begitu juga karbonat. Banyaknya pelarutan yang berlangsung tergantung pada banyaknya air dan berkenaan dengan kelarutan ialah kepadatan atau kekerasan batuan.

Secara umum pelapukan mempunyai hubungan dengan kepadatan atau kekerasan batuan. Pernah diserahkan bahwa batuan pelapukan secara umum mungkin mempunyai kaitan erat dengan mobiliti unsur-unsur kekerasan batuan. Bersamaan dengan hal ini kumpulan bahan kimia yang terdiri dari kalium, kalsium, natrium, dan magnesium adalah lebih mobiler dari pada silikat, sedangkan silikat lebih mobiler dari pada seskuioksida. Kumpulan-kumpulan mobility ini dipisahkan secara berurutan diwaktu proses terjadinya pelapukan. Bagaimanapun sebenarnya ketiga-tiga kumpulan tersebut diatas dapat dipisahkan serentak tapi dengan kadar yang berbeda-beda.

#### 2). Pengoksidasian

Pengoksidasian bahan-bahan mineral biasanya berlaku dengan oksigen yang larut dalam air. Proses ini tempat sekali dalam batuan yang mengandung besi. Besi dalam batuan igneus adalah sebagai besi sulfat dan pirit. Ferro oksida atau magnetit atau sebagai ferro magnesium silikat seperti mika, dan hornblenda.

Pengoksidasian mineral-mineral ini menghasilkan pirit. Jika sedikit sekali pengoksidasian yang berlaku maka akan menghasilkan hematit. Hematit ini umumnya berwarna merah. Warna merah ini dapat dilihat pada jenis-jenis tanah di Indonesia. Pengoksidasian ini dapat juga dilakukan oleh bakteri terhadap besi, managan, sulfur, dan unsur-unsur yang lainnya. Proses pengoksidasian bukan saja berarti persenyawaan oksigen dengan unsur-unsur kimia tetapi sekiranya besi bersenyawa

jenis yaitu (1). Pelapukan mekanis, (2). Pelapukan chemis dan (3). Pelapukan biotik serta (4) Pelapukan pelan Mineral (Ismael Ahmad : 14). Di dalam buku ini yang dibicarakan hanpukan fisis dan pelapukan kimia

a. Pelapukan Fisis (Mekanis)

Penghancuran mekanis dari batuan dengan atau tidak disertai pengerjaan kimia dinamakan desintegrasi. Pelapukan kering atau insolasi dikenal didaerah-daerah gurun sebagai akibat penyinaran matahari. Proses pelapukan fisika ini tidak terjadi perubahan material pada batuan.

Pelapukan fisika atau mekanis disebabkan adanya perbedaan temperatur yang besar pada waktu siang dengan malam hari, sehingga batu akan mengalami ketegangan-ketegangan yang menyebabkan batu tersebut, menjadi pecah-pecah (Katili : 1963 ; 155).

Bentuk pelapukan fisika yang lain, misalnya dipegunungan-pegunungan tinggi, dimana pada siang hari terjadi pencairan es atau salju. Air sebagai hasil pencairan es tadi mengisi retakan-retakan dan celah-celah dalam batuan dan membeku pada malam hari serta mengembang pada siang hari, sehingga terjadilah ketegangan-ketegangan yang mengakibatkan terjadinya pecahan-pecahan pada batuan itu. Pelapukan mekanis ini dipengaruhi oleh (a). Pemanasan matahari (b). Pembentukan-pembentukan hablur-hablur es dalam retakan dan celah-celah batuan dan (c). Pemuaian akibat berkurangnya beban dari batuan tersebut (Ismail Ahmad : 1983 : 15).

Menurut katili jasad-jasad organik juga merupakan suatu fakta penting dalam penghancuran batuan menjadi tanah, baikpun secara mekanik maupun secara kimia. Pertumbuhan akar tumbuh-tumbuhan dapat memperlebar celah-celah atau retakan-retakan pada batuan.

b. Pelapukan Chemis atau Kimia.

Sebagian besar dari proses pelapukan-pelapukan dipermukaan bumi bersamaan jalannya dengan larutan atau perubahan-perubahan material dari batuan.

Air hujan yang jatuh kepermukaan bumi tidak saja terdiri dari air murni, akan tetapi selama jatuh itu membawa serta  $O_2$ ,  $CO_2$  dari atmosfer dan  $HCl$ ,  $NH_3$  yang berasal dari hasil gunung api.

## BAB. IV

# TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI LUAR KULIT BUMI

### A. PROSES DAN TENAGA GRADASI.

Proses gradasi meliputi segala unsur yang meruntuhkan, menyusutkan, dan melenyapkan serta penimbunan material di beberapa bagian muka bumi, material yang diangkut tersebut diendapkan ditempat lain yang kemudian akan menjadi batuan sedimen.

Peristiwa gradasi ini dapat berupa pelapukan batuan, erosi, runtuhnya bahan rombakan oleh tenaga gravitasi (gaya berat oleh bahan rombakan itu sendiri), penimbunannya dan semua ini terjadi oleh pengaruh faktor iklim serta gravitasi bumi. Selain dua faktor diatas, pengikisan bumi juga terjadi oleh air mengalir seperti sungai, gletser, angin dan pengikisan pinggir pantai oleh air laut berupa ombak dan arus laut.

Melalui proses-proses diatas kebanyakan batuan yang telah mengalami pelapukan, diangkut dan dipindahkan serta diendapkan didaerah yang lebih rendah, berarti peranan pengangkutan merupakan suatu proses yang sangat penting dalam pembentukan morfologi permukaan bumi (bentangan alam) (Monkhouse : 1981 ; 128). Dalam proses pengangkutan itu sering kali beban angkutan itu menjadi alat pengikisan batuan dimana daerah yang dilaluinya. Tenaga dan proses gradasi ini dapat dibedakan atas dua macam yaitu degradasi dan agradasi.

### B. DEGRADASI

Proses degradasi terdiri dari proses pelapukan, pengangkatan, pengangkutan oleh gaya berat dan erosi. Untuk lebih jelasnya tentang proses dari degradasi ini dapat diikuti uraian selanjutnya.

#### 1. Pelapukan

Pelapukan dapat diartikan suatu proses penguraian, pemecahan atau penghancuran batuan dasar di permukaan bumi menjadi tanah atau material yang lebih kecil. Pelapukan dapat digolongkan atas dua macam yaitu pelapukan fisis atau mekanis dan pelapukan kimia atau chemis, namun banyak juga para ahli membaginya atas atas beberapa

1. Gerak tiba-tiba yang biasanya terjadi pada daerah dip srike yang berelivasi lebih kurang 1000 feet. Gerakan ini menyebabkan perubahan dari daerah plato menjadi daerah alluvial plain. Contoh, terjadinya daerah daerah Plato menjadi daerah alluvial plain di Flores Timur dan Kupang tahun 1956 akibat musim panas yang panjang.
2. Gerakan lambat, gerakan ini biasanya terjadi di daerah-daerah yang (1). Yang HD batuan nya tidak sama. (2). Yang bahan meneralnya terdiri dari berjenis- jenis. Akibat dari daerah yang HD nya berbeda dan kandungan mineral berbeda menyebabkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan dari pada struktur pokok kulit buminya, dan dari penyimpangan ini menimbulkan tiga bentuk pokok permukaan bumi yaitu lembah, plato dan pegunungan, ketiga bentuk ini disebut dengan Bassemencomplex.

Menurut Montessus de Balore (Prancis) daerah yang lay gempa bumi adalah daerah-daerah dengan jumlah 100 getaran makroseismik tiap tahun, daerah tersebut di Eropah meliputi daerah pegunungan Alpenina, Alpen Dinarica. Di Asia meliputi Indonesia, Jepang dan sekitar danau Baikal. Daerah patahan Afrika timur di Afrika. Di Australia, Hebrides, Salomon, Tongga, Kermadock, dan New Zeland. Sedangkan di Amerika yaitu Amerika Utara tepi pantai barat Pasifik, Guatemala dan pegunungan Andes.

Jadi penyebaran gempa bumi di atas adalah daerah- daerah yang lemah dan daerah-daerah yang masih bergerak atau daerah yang labil. Daerah ini tergolong daerah pelipatan tersier yang terdiri dari pegunungan-pegunungan muda di bumi, terutama daerah-daerah yang dilalui oleh dua zone pegunungan dunia, akibat dari daerah yang dilewati oleh kedua zone ini mempunyai perbedaan terbesar di dunia dengan pegunungan-pegunungan tinggi dan tak jauh letaknya dari lekukan-lekukan laut dalam, misalnya pegunungan di Irian (kira-kira 5000 m) yang berdekatan dengan palung Mindanao (kira-kira 10830 M) dan laut dalam sebelah barat Amerika Selatan yang berdekatan letaknya dengan pegunungan Andes. Berarti pembentukan pegunungan mempunyai hubungan dengan kejadian gempa bumi

#### E. ISOLASI ANOMALI GRAFTTASI

Isotasi anomali gravitasi adalah penyimpangan gaya berat yang terjadi pada lapisan kulit bumi oleh gravitasi bumi itu sendiri. Hal ini terjadi sebagai akibat tidak terdapat keseimbangan dari akar-akar pegunungan, terutama pegunungan muda, inilah yang menyebabkan terjadinya pergeseran lapisan kulit bumi.

Penyimpangan gaya berat ini juga dapat menyebabkan terjadinya patahan / sesar antara lapisan kulit bumi, sekaligus merubah formasi kulit bumi, perobahan ini menimbulkan perubahan struktur batuan kulit bumi. Semua penyimpangan yang terjadi di kulit bumi adalah sebagai akibat dari erosi serta aktivitas vulkan dan tektonik. gerakan penyimpangan ini ada dua macam yaitu :

## 2. Gempa Tektonik

Gempa bumi yang disebabkan oleh pergeseran tiba-tiba lapisan batuan secara besar-besaran di bawah kerak bumi, meliputi daerah yang luas dan getaran yang hebat. Terjadinya gempa tektonik adalah akibat patahan-patahan yang baru atau terjadinya pergeseran disepanjang patahan, gempa yang terjadi akibat pergeseran dan patahan kulit bumi sering dinamakan gempa dislokasi. Menurut penyelidikan-penyelidikan jumlah gempa bumi yang disebabkan oleh tektonik ini hampir mencapai 90 % banyaknya. Gempa dislokasi erat hubungannya dengan pembentukan pegunungan di muka bumi.

## 3. Gempa Runtuhan

Gempa bumi runtuh jarang sekali terdapat, hanya sekitar 3 % dari jumlah gempa bumi yang terjadi. Gempa runtuh terdapat di daerah dimana terdapat runtuh dalam tanah terutama di dalam gua di daerah kapur, tambang, getaran dari gempa runtuh ini tidak begitu berbahaya.

Gempa bumi berdasarkan jarak episentrumnya dapat dibagi atas tiga golongan (1). Gempa bumi setempat, jarak episentrum kurang dari 10.000 Km. (2). Gempa bumi jauh jarak episentrum kira-kira 10.000 Km. (3). Gempa bumi sangat jauh, jarak episentrumnya lebih dari 10.000 Km. Gempa bumi dapat juga dibagi berdasarkan dalamnya hipo sentral (jarak episentral dengan hiposentral) atas tiga bagian. (1). Gempa bumi dangkal kira-kira 50 Km. (2) Gempa bumi intermider 100 - 300 Km, dan (3). Gempa bumi dalam 300 - 700 Km. Gempa bumi ini sering pula dibedakan berdasarkan tempatnya yaitu daratan, jika gempa itu berpusat di daratan dan gempa laut jika berpusat di laut. Gempa bumi yang terdapat di laut sering menyebabkan terjadinya gelombang besar yang disebut dengan Taunami.

Hubungan antara penyebaran gempa bumi dengan bentuk permukaan bumi

Sieberg menyatakan bahwa jumlah gempa bumi kuat atau lemah diseluruh dunia adalah 9000, berarti satu gempa bumi dalam 1 jam. Dari jumlah ini 5000 adalah gempa makroseisme, 100 dari 5000 itu gempa bumi yang merusak, 20 diantaranya dapat dicatat stasiun gempa bumi seluruh dunia. Dari 20 gempa bumi dicatat di seluruh dunia, 7 merupakan gempa bumi daratan dan 13 gempa lautan.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN

IKIP PADANG

#### D. GEMPA BUMI (SEISME)

Gempa bumi adalah gerak, getaran atau pergeseran yang terjadi secara tiba-tiba pada lapisan kulit bumi yang disebabkan oleh tenaga yang datang dari dalam bumi itu sendiri. Gempa itu sering berlaku serentak dengan letusan gunung berapi, tetapi kebanyakan adalah gerakan / getaran dalam kulit bumi yang disebabkan oleh pergerakan-pergerakan tiba-tiba yang terjadi di dalam kulit bumi, disepanjang daerah retakan dan getaran-getaran atau gelombang dalam lapisan kulit bumi merambat keluar dari pusat gempa sebagai guncangan yang hebat. Gelombang- gelombang yang merambat di kulit bumi, sangat penting artinya dalam mempelajari bentuk dari bagian dalam bumi, dari catatan yang dibaca dari seismogram sudah dapat ditentukan bahwa struktur dari kulit bumi ini berlapis- lapis.

Kekuatan gempa bumi, sebenarnya tergantung kepada struktur daerah tempat gempa bumi itu terjadi. Kulit bumi kita terdiri dari blok-blok batuan yang bentuknya tak teratur. Blok-blok batuan ini terdiri dari massa yang sangat besar ukurannya, sampai beratus ribu mil. Benda-benda yang seakan-akan kompak ini satu sama lainnya dipisahkan oleh celah-celah dan retakan-retakan pada batuan yang padat tersebut. Dalam bidang inilah kadang- kadang terjadi pergeseran yang dapat mengakibatkan gempa bumi yang sangat hebat.

Berdasarkan pada sebab dan akibat gempa bumi ini dapat dibagi atas tiga macam :

##### 1. Gempa vulkanik

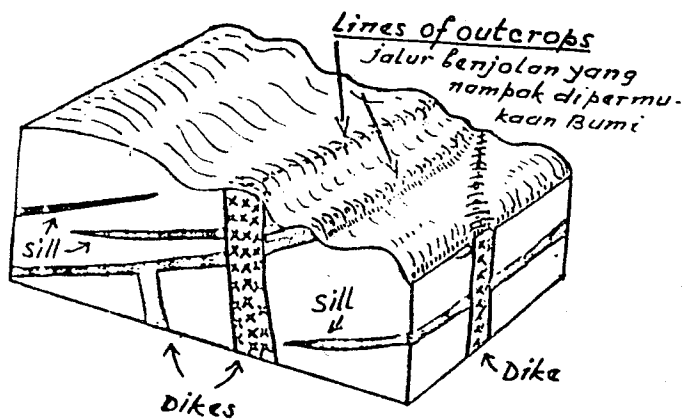
Gempa vulkanik atau gempa bumi yang disebabkan oleh peledakan gunung api, pada umumnya gempa bumi ini getarannya lemah dan hanya terasa disekitar gunung api saja. Peristiwa gempa bumi vulkanik ini terjadi sebelum, selama atau sesudah peledakan gunung api. Ada tiga macam yang menyebabkan terjadinya gempa vulkanik, (a). persentuhan magma dengan dinding gunung api, (b). tekanan gas pada peledakan-peledakan hebat, dan (c). perpindahan mendadak dari magma di dalam dapur magma. Jumlah gempa yang disebabkan oleh gunung api hanya 7 %



pada bagian atas batholit. Perbedaan antara lakolit dengan batholit hanya pada proses pembekuan dan tempat serta kemungkinan bahan asal. Lakolit bahan asalnya magma, naik ke atas mendesak lapisan kulit bumi sehingga mencembung. Batholit bahan asalnya magma dan batuan sekitarnya yang diserap dan kemudian bercampur dan membeku, karena menyerap batuan lain maka setelah bercampur meninggalkan rongga. Batholit pembentukannya lebih dalam dari pada lakolit.

c. Dikes (gang-gang)

Massa magma yang cair itu yang diperaskan dan naik kelapisan batuan kulit bumi akan meresap, menyusup pula pada celah-celah vertikal, memotong lapisan dan membeku disana. Maka terbentuklah dikes atau gang-gang dalam bentuk keping-keping yang tegak memotong kulit bumi. Urat-urat rengkahan yang lebih sempitpun diisi oleh magma yang membeku dan terbentuk apophysa (gang-gang yang lebih kecil). Untuk lebih jelasnya mengenai lakolit, Batholit, dan dikes dapat diperhatikan dalam gambar 8.



Gambar 11.  
Bentukan hasil intrusi magma dalam kulit bumi  
(dari Awan Mutakin)

- Batholit terbentuk pula karena magma diperas dan naik kelapisan kulit bumi itu mengisi rongga-rongga rengkahan pada lapisan kulit bumi dan kemudian membeku.
- Batuan yang ada disekitar magma yang diperas itu mungkin diubah karena penambahan suhu sehingga menyebabkan terjadinya batuan metamorfosa.
- Menurut J. A. Katili, batholit terjadi karena pengisian tempat-tempat kosong vacum dalam kerak bumi. Vacum itu terjadi disebabkan oleh proses-proses pelipatan dan penyerasan. Batholit memang pada umumnya mengikuti bidang-bidang yang lemah dalam kerak bumi.

Yang menjadi masalah sekarang ialah apakah masa batuan batuan itu membuat ruangan dalam kerak bumi dengan jalan menghancurkan dan menelan batuan yang diterobos, ataulah dengan jalan mendorong batuan disekelilingnya kesamping dan ke atas. Sebagian ahli berpendapat bahwa magma itu sanggup mencari jalan ke atas dengan melebur batuan yang dilaluinya itu serta menelan bahan-bahan yang telah dileburnya itu kedalam magma. Proses yang demikian itu memerlukan panas lokal yang sangat tinggi, yang belum pernah dilihat di alam. Keberatan utama dari teori ini ialah sebagai konsekwensi dari proses penelanan, maka magma itu akan berubah susunannya dan akan menghasilkan batuan berbeda-beda, tapi sebagian besar dari Batholit mempunyai susunan yang agak sama.

Terjadinya batholit dengan jalan "magmatic stoping" batuan-batuan yang terdapat pada bagian atas dari batholit akan pecah-pecah oleh ekspansi panas dan keratan-keratan batuan ini akan dipisahkan satu dengan yang lainnya oleh peresapan gas-gas dan lidah-lidah magma yang memasuki retakan-retakan dalam kulit bumi.

Bongkah-bongkah batuan ini kemudian akan tenggelam ke dalam magma. Menurut penganut paham ini proses demikian dapat dilihat pada tepi badan-badan batholit yang biasanya berbentuk tidak teratur serta terdapatnya batuan asing atau xenolit

## b. Batholit

Batholit adalah bentuk-bentuk intrusi diskordan, yang tidak mempunyai dasar. Gejala-gejala yang demikian biasanya terdapat dalam inti pegunungan pegunungan rantai dan mengikuti jurusan utama dari struktur daerah pegunungan itu. Bagian atas atau atap dari Batholit biasanya dapat dikenal pada sisa-sisa batuan sedimen yang seakan-akan tergantung yang disebut "roof pendants". Terbentuknya Batholit biasanya bersamaan jalannya dengan pembentukan pegunungan. Bagian atas dari Batholit mempunyai bentuk kubah yang tak teratur dan dinding samping dari batuan ini sangat curam sekali.

Batholit-batholit ini mempunyai ukuran yang besar seperti batholit yang terdapat di Alaska British Columbia yang panjang kira-kira 1250 mil dan lebarnya 50 mil, semenanjung barat daya England gunung Wicklow di Irlandia dan di daerah dataran tinggi Britania, semuanya membentuk permukaan bumi yang sangat menarik. Tanah tinggi Britania memanjang dari barat ke timur mengikuti garis pegunungan lipatan tua dan telah terkikis menjadi tanah moor yang rata permukaannya dan miring dengan tajam kekawasan batuan sedimen tua di bawahnya.

Batholit-batholit yang dikenal di Indonesia yaitu di pegunungan Schwaner di Kalimantan, masif sulan di Lampung dan Masif Bengkulu di Sumatera Selatan (luas permukaannya kira-kira 260 km<sup>2</sup>).

Dengan cara bagaimana Batholit itu terjadi belum diketahui secara pasti, namun ada beberapa anggapan para ahli yang mengatakan sebagai berikut -

- E. Suess (1909) dan P. A. Daly mengatakan Batholit terbentuk karena mencairnya bagian-bagian dari lapisan kulit bumi bagian dalam, karena diimbangi oleh suhu yang tinggi dari magma yang naik ke lapisan kulit bumi tersebut. Kemudian magma dan bagian kulit bumi yang cair itu bersatu, bercampur dan bersama membeku. Akibat pembekuan itu ia meninggalkan rongga dengan langit-langit yang lengkung-lengkung tidak teratur dan dinding rongga-rongga dan langit-langit itu adalah lapisan kulit bumi yang tidak ikut mencair.

Pada saat peledakan sering terjadi awan-awan debu, bom-bom serta aliran lava, yang sangat karakteristiknya pada jenis erosi ini terbentuknya awan debu yang menyerupai kembang kol, hal ini akibat dari gas yang ditembakkan keluar itu berekspansi jauh di atas kawah, seperti yang terjadi pada gunung Vesuvius dan gunung Bromo.

d. Tipe Merapi

Bentuk gunung berapi tipe Merapi dicirikan dengan lava yang cair liat dan tekanan gas yang kurang. Lava cair liat mengalir dengan lambat melalui pipa kepundan. Dengan cepat magma itu membeku tetapi didalamnya tetap cair, jika sumbat lava jauh di dalam, buat sementara gunung itu tidak berbahaya, tetapi jika sumbat lava di atas puncak gunung berapi, hal ini sangat berbahaya. Pada waktu terjadi peledakan sumbat lava dari merapi itu akan hancur terembus, eksplosif terjadi berulang-ulang dengan bentuk-bentuk peledakan awan pijar, banjir batu pijar sehingga dapat menimbulkan korban manusia.

e. Tipe Pelee

Gunung api yang bertipe Pelee bercirikan gas yang tinggi, sedangkan viskosita sama dengan tipe merapi yang ledakkan sangat kuat. Menurut Lacroit, peledakan yang kuat ini disebabkan oleh penembakkan gas secara mendatar. Pembekuan sumbat lava sering ditemui di puncak gunung berapi berupa jarum lava dan peledakan sering disertai awan pijar dengan panasnya 210 - 230 derajat celsius dengan kecepatan 150 m/detik, seperti yang terjadi di gunung Pelee di kepulauan Antila kecil 8 mai 1902, menyebabkan 30.000 penduduk kota St. Pierre menemui kematian menghirup udara tersebut.

f. Tipe Vincent

Tipe ini bercirikan lava yang kental dengan tekanan gas yang sederhana tingginya. Di dalam kawah gunung api terdapat danau dan sewaktu peledakan air ini dimuntahkan keluar. Contoh gunung Kelud setelah kawah menjadi kosong terjadi aktivitas pelemparan bom- bom, lapilli dan awan pijar.

#### g. Tipe Perret atau Plinian

Dicirikan dengan tekanan gas yang tinggi dan lava yang cair. Studi pertama di gunung Vesuvius dilakukan oleh Plinius (99 sM) dan 1906 Perret dengan jelas menggambarkan kejadian tersebut karena dia sedang berada di observatorium di lereng gunung Vesuvius. Sebelum erupsi gunung Vesuvius mempunyai ketinggian 1335 meter, dan sesudah erupsi menjadi 149 meter dihembus ke atas oleh kekuatan gas yang luar biasa kuatnya itu.

### 2. Bentuk-bentuk Intrusi

Pada bentuk-bentuk ekstrusi terjadi aktivitas vulkanisme serta segala gejala yang menyertainya, maka pada bentuk-bentuk intrusi terjadi pembentukan batuan beku dalam yang disebut dengan plutonik. Gejala-gejala dari aktivitas intrusi ini dapat berupa :

#### a. Lakolit dan Sill.

Bila massa magma cair itu mengisi celah-celah diantara lapisan kulit bumi yang concordant (sejajar dengan bidang lapisan) dan magma itu membeku disana, maka terjadilah massa batuan beku yang pipih yang disebut keping-keping intrusi atau sill. Beda sill dengan apophysa yaitu sill posisinya concordant dengan lapisan, sedangkan apophysa memotong lapisan vertikal atau membentuk sudut terhadap lapisan sedimen atau disekitarnya. Massa magma yang sedang naik menuju permukaan bumi sering tidak sampai kepermukaan bumi, massa magma cair itu begitu besar yang diperaskan kedalam lapisan kulit bumi, maka kulit bumi itu mencembung yang membentuk struktur kubah, bentuk yang demikian itu disebut lakolit.

Dasar lakolit ini dapat pula diamati dan sering dijumpai beberapa kilometer panjangnya. Dalam antiklinal serta sinklinal biasa juga terdapat bentuk-bentuk batuan beku yang concordant dan ini dinamakan phakolit. Intrusi yang konkordan dengan batuan sedimen sekelilingnya dan berbentuk piring disebut lapolit.

Escher membagi tipe-tipe vulkan berdasarkan kekuatan tekanan gas dan derajat kecairan dari lava sebagai berikut.

a. Tipe Hawai

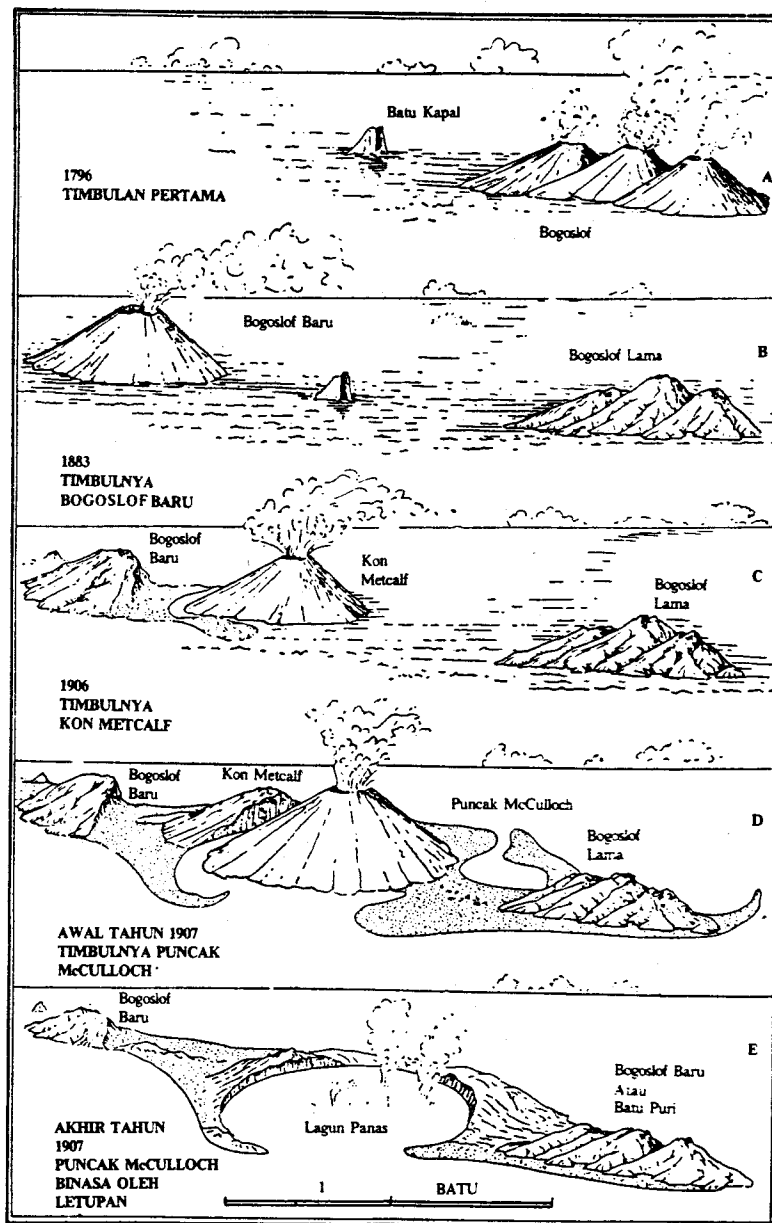
Tipe gunung api ini dicirikan lava yang cair tipis, sehingga pada puncak gunung lava ini ditemui lava cair yang pijar dan danau-danau lava. di Kilauea (1250 m) terdapat Halimaunau danau lava yang cair pijar dengan pulau-pulau lava yang telah beku, terapung-apung di atasnya. Lava mancur menghasilkan rambut dan air mata pelea. Menurut Daily salah satu jalan untuk menerangkan tetap cairnya lava di permukaan danau ini, karena banyaknya panas yang dikeluarkan dengan arus konveksi. Magma menjadi ringan karena mengandung gas, dari dalam bumi naik dan kemudian mendingin, gasnya masuk ke atmosfer dipermukaan danau lava, sedangkan magma menjadi berat dan terbenam kembali ke danau lava.

b. Tipe Stromboli

Gunung api tipe stromboli ini sangat karakteristik sekali, karena sering setelah istirahat aktif kembali, bahkan meletus kembali. Pada tipe ini magma tetap berhubungan dengan udara luar sampai ketepi kawah seperti tipe Hawai, sesudah itu terjadi erupsi pendek sebagai sebuah tembakan yang mengeluarkan debu, lapilli, bom dalam dalam bentuk keras setelah padat dengan tekanan gas rendah. G. Vesuvius di Itali, G. Raung di Jawa adalah contoh dari tipe stromboli.

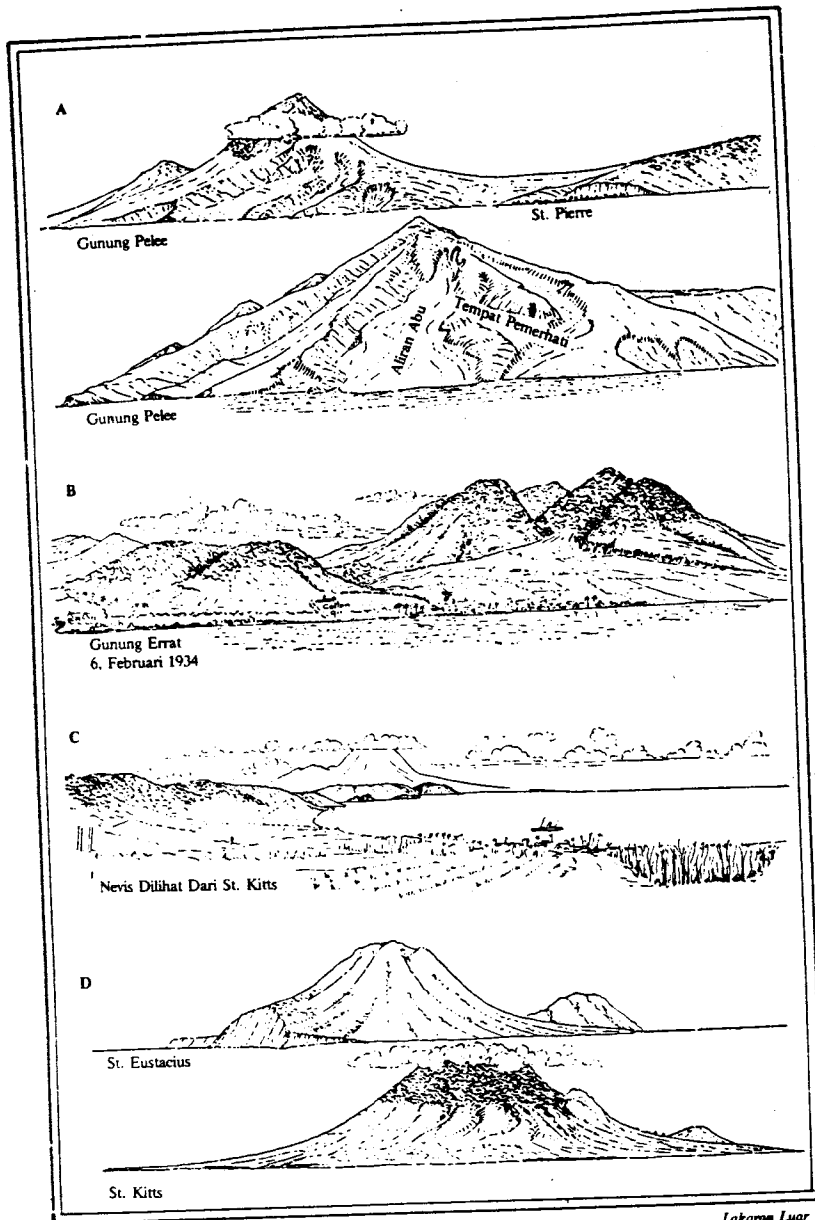
c. Tipe Vulkano

Gunung api tipe vulkano ini dapat dibagi atas dua bagian yaitu (1). Vulkano yang kuat seperti Vesuvius dan Etna. (2). Vulkano yang lemah seperti gunung Bromo, Raung dan Semeru. Diantara kedua bentuk di atas terdapat bentuk peralihan. Pada bentuk ini tekanan gas sedang, dan lava kurang cair dibandingkan dengan tipe Hawai dan Stromboli.



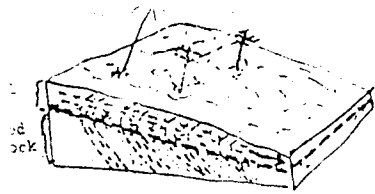
Gambar 10. PERINGKAT-PERINGKAT KEJADIAN DALAM SEJARAH PEMBENTUKAN PULAU BOGOSLOF

( A.K. Lobeck, 1981 ; 885 )

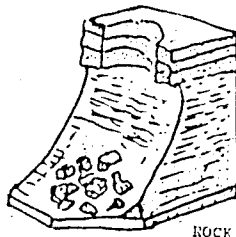


Gambar 9. GUNUNG BERAPI HINDIA BARAT  
 ( A.K. Lobeck : 1981 :884 )

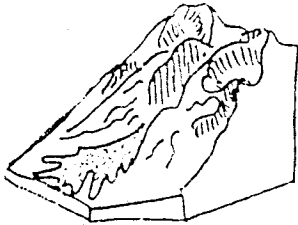




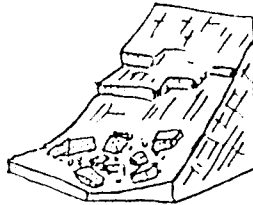
CREEP



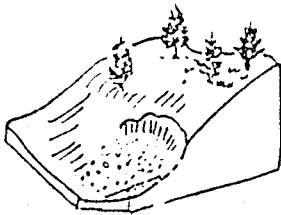
ROCK FALL  
DAN DEBRIS FALL



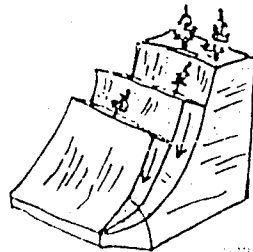
LANDSLIDE



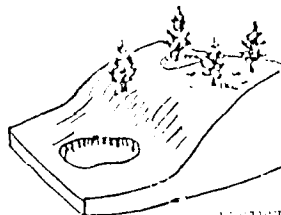
DEBRIS SLIDE & ROCK-SLIDE



DEBRIS FLOW



ROCK-AVALANCHE



DEBRIS-AVALANCHE

Gambar 8.  
Macam-macam Gerakan masa  
(Flint & Skinner, 1974, h.110)

Merapi Padang Panjang yang tingginya (2600 m) dan lain-lainnya.

Gunung api yang hanya menghasilkan lava, maka bentuk bangunannya adalah berbentuk prisai (gunung prisai atau asfit) seperti di Hawaii, Iceland secara umum bentuk suatu vulkan dapat kita klasifikasikan sebagai berikut (1). Shield Vulkan, yaitu merupakan penentuan kedewasaan bentuk material yang berjenis-jenis dipermukaan bumi seperti dome. Sifatnya semi sampai dengan setengah aktif. Contoh gunung apis yang terdapat di Hawaii. (2). Composit Vulkan, adalah penumpukan dari berjenis-jenis mineral sehingga setelah pengangkatan shield vulkan akan menjadi bermacam-macam material pembentuknya. Sifatnya sangat aktif dan sering puncaknya berbentuk corong. Contohnya gunung Kinibalu di Kalimantan. (3). Cinder Vulkan, yaitu merupakan tumpukan material yang bersifat elastis panas dengan ketinggiannya mencapai 30 - 40 feet.

## C. VULKANISMA

Pada beberapa tempat di Bumi sering terlihat suatu massa yang cair pijar yang dikenal dengan magma. Menurut para ahli magma yang banyak tersebut mengandung gas-gas dan cairan panas lainnya. Massa magma yang cair disebabkan tekanan gas magma yang besar akan keluar mencapai kulit bumi melalui pipa sentral. Peristiwa keluarnya magma sampai ke permukaan bumi disebut dengan vulkanisme. Sedangkan magma saat mengalir menuju permukaan bumi sering terjadi penurunan suhu, maka magma membeku dalam kerak bumi yang mengisi celah dan lobang dalam kulit bumi yang disebut dengan peristiwa plutonisme.

Susunan magma merupakan hal yang sangat penting dalam pembentukan berbagai macam bangunan di permukaan bumi. Magma basalt yang cair setelah membeku, memberikan bentuk yang lain dari pada magma yang asam. Dalam garis besar kita mengenal dua macam bentuk kegiatan magma menuju ke permukaan bumi.

### 1. Bentuk-bentuk Ekstrusi

Yang dimaksud dengan bentuk ekstrusi adalah bentuk yang dibangun oleh magma ketika sampai dipermukaan bumi dan membentuk apa yang disebut dengan vulkan. Dan bila magma itu meletus ke permukaan bumi dengan segala peristiwa yang menyertainya disebut dengan erupsi. Magma yang telah mencapai permukaan bumi disebut dengan lava, jika magma tersebut cair akan dapat menyebar dengan luas, tetapi magma itu kental akan menyebar ke daerah yang terbatas.

Lava yang cair biasanya membentuk lapisan-lapisan yang tebal dan penyebarannya pada daerah yang terkenal dengan nama Plateau Basalt (Basalt dataran tinggi). Biasanya daerah ini berbentuk meja dan lava yang keluar biasanya melalui celah-celah yang terdapat dalam kerak bumi. Di Deccan India, mencapai tebalnya 2000 meter, di Iceland mencapai luas 100.000 km dan tebalnya 3000 meter, Suka Dama di Lampung. Penumpukan material-material lepas dan lava dapat membentuk kerucut-kerucut gunung api, dan gunung api yang dihasilkan adalah gunung api strato, yang dapat mencapai ketinggian kira-kira 3000 meter seperti gunung Kerinci (3805 m), gunung

dikenal dengan nama zone patahan semangko. Disepanjang bukit barisan ditemui prisai atau tumor-tumor dan di atas tumor ini terdapatnya graben. Tumor-tumor yang terkenal disepanjang bukit Barisan ialah tumor Gendong Surian di Sumatera selatan, tumor Batak di Sumatera Utara dan lain-lainnya. Daerah patahan yang terletak antara Bukit Tinggi dengan Kota cane terkenal dengan nama zone patahan Ulu Aer, yang panjangnya 550 Km, (Katili 1963: 298).

Sedangkan Graben yang terkenal adalah lembah Rhino dengan Horstnya Voegezen dan Schwarzwald di Eropah Barat, graben besar di Afrika timur dan utara, lembah Yordan dan laut mati dengan horstnya dataran tinggi Yodea dan Transyordania, sedangkan pegunungan Jiwo dan kidul di Jawa tengah. Bentangan alam di daerah ini dapat dibagi atas 3 (tiga) kesatuan yaitu dataran alluvial, pegunungan Jiwo dan bagian antara gunung kidul. Morfologi dari daerah ini sebagaimana sekarang nampak, adalah hasil terakhir dari pada gerak-gerak orogenesis yang termuda. Daerah ini terdapat suatu depresi, yang sebelah selatan dibatasi oleh "escarpment" endapan-endapan vulkanik Miosen, yang tingginya kira-kira 199 meter, lekuk ini diisi oleh endapan alluvial Kwarter dan alluvial waktu sekarang. Lapisan-lapisan yang muda ini mengelilingi bukit-bukit yang ukuran dan tingginya berbeda-beda dan terdiri dari batuan yang berbeda pula.

Batas daerah ini menunjukkan gejala linear dan lereng yang curam muncul ditengah-tengah dataran yang datar. Gejala ini disebabkan oleh gerak-gerak patahan yang menyebabkan terjadinya struktur blok. Gerak-gerak dari blok-blok ini berbeda-beda, jadi membentuk daerah patahan dengan horst dan graben. Sistem horst dan graben di daerah ini dapat dimengerti sebab daerah ini terletak dibagian atas geantiklinal Jawa.

a). Kemiringan Bidang Sesar.

Bidang sesar secara umum mempunyai 2 (dua) golongan kemiringan, (1). bidang sesar yang curam disebut dengan High Angle. (2). Bidang sesar yang landai disebut Low Angle. Berdasarkan bagian yang mana yang bergeser Dip - slip - fault dapat pula dibagi (1) normal fault (gravity fault, bila batuan yang terletak di atas bidang sesar yang relatif turun). (2). Thrust fault bila batuan yang terletak di atas bidang sesar relatif naik .

Thrust fault yang kemiringan bidang sesar lebih dari 45 derajat disebut reverse fault, dan kemiringan bidang sesar kurang dari 45 derajat disebut thrust fault saja. Strike slip fault disebut juga lateral fault yang dapat pula dibagi atas dua macam yaitu (1). Right lateral fault (dextral), bila bagian yang terletak didepan kita diseberang bidang sesar relatif bergeser kekanan. (2) Left lateral fault (sinistral), bila bagian yang terletak didepan kita diseberang bidang sesar relatif bergeser kekiri. (Awan Mutakin 1975: 26).

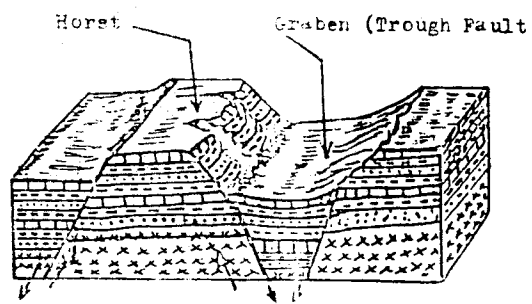
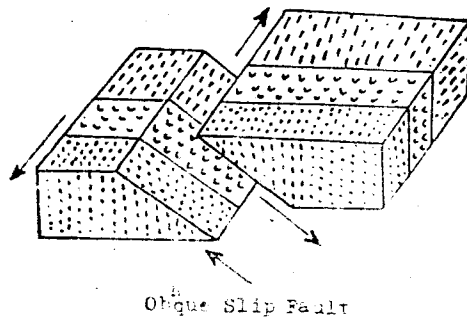
b). Flexure

Bentuk ini terjadi bila pergeseran dari suatu unit lapisan kulit bumi tidak sampai putus atau retak, tetapi hanya merupakan takikan kecil kearah vertikal. Flexure mungkin saja menjadi rengkahan, jika tenaga bekerja tambah besar

c). Horst dan Graben.

Jika sebuah jalur kulit bumi terletak antara dua bagian yang tinggi dan masing-masing dari bagian tadi dipisahkan oleh bidang patahan disebut Graben atau slenk, sedangkan bagian yang tinggi disebut dengan Horst.

Contoh yang baik untuk daerah patahan ini adalah patahan Semangko di Sumatera, diatas geantiklinal yang panjangnya 1650 Km ini terdapat sitem-sistem patahan yang

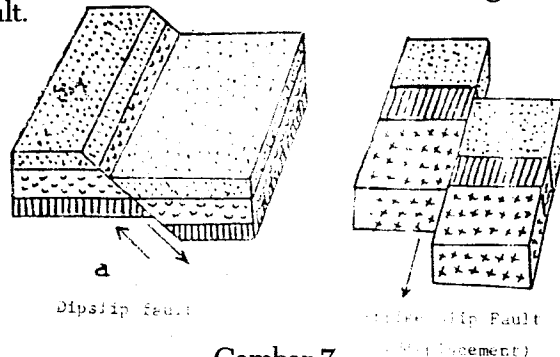


Gambar 7 (sambungan)  
Macam-macam Sesar (dari Drs. Awan Mutakin)

Patahan pada batuan dibagi atas dua golongan yaitu (1). patahan tanpa disertai pergeseran, seperti kekar, retakan, rengkahan rangkaian atau joint. (2). patahan yang disertai dengan pergerakan baik kearah horisontal maupun gerakan vertikal yang disebut sesar atau fault. Sebagian besar dari bidang-bidang patahan miring letaknya sehingga dapat dibedakan bagian atas dan bagian bawah. Jika bagian atas ini yang seakan-akan bergerak ke atas maka akan terbentuk sesar naik. Biasanya agak sukar bagian mana yang naik dan turun. Sebuah sesar naik disebut sesar sungkup. Jika pergeseran itu berlaku dalam jarak yang panjang dan bagian yang satu menutup bagian yang lain. Kapan bagian yang terletak di atas bidang patahan itu seakan-akan turun, akan terbentuk sesar turun atau sesar normal, dan jika jarak pergeseran sangat kecil dan belum terjadi patahan disebut flexur.

Macam-macam sesar atau fault berdasarkan arah gerakan yang terjadi sesar atau fault dapat dibagi atas :

- 1). sesar dimana pergeserannya yang utama berarah vertikal disebut dip - slip - fault.
- 2). sesar dimana pergeseran yang utama berarah horisontal atau mendatar, sesar yang begini disebut strike -slip - fault.
- 3). sesar, gerakan-gerakan berlaku ganda yaitu gerakan kearah vertikal dan gerakan kearah horisontal. Jadi gerakan sesar kearah vertikal dan kemudian bergeser pula kearah horisontal, gerakan semacam ini disebut dengan oblique - slip - fault.



Gambar 7  
Macam-macam Sesar (Dari Awan Mutakin)

Bentuk permukaan bumi akibat dari tenaga ini akan terjadi pegunungan lipatan, seperti pegunungan Yura di Swiss dan bukit Barisan di Sumatera.

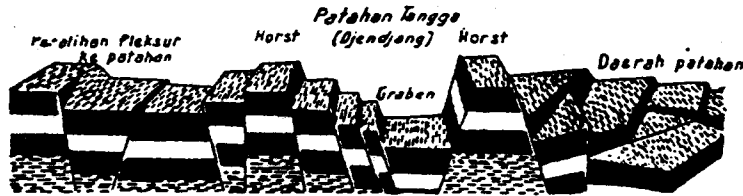
b. Kubah dan Cekungan

Bentuk lipatan yang lipatan-lipatannya menunjukkan kemiringan menurun kesegala jurusan, disebut kubah. Pada umumnya kubah itu mempunyai bentuk panjang atau bundar telur dan jarang sekali berbentuk bundar. Contoh kubah yang paling baik di Indonesia ialah kubah Sangiran dimana ditemukan sisa-sisa fosil manusia dan kubah yang terdapat di daerah Progo barat, Black Hills di Dakota selatan.

Cekungan adalah bentuk kebalikan dari sebuah kubah, bentuk demikian merupakan depresi dimana kemiringan lapisan-lapisannya menurun menuju kesatu titik di tengah. Kubah dan cekungan yang dibentuk oleh gaya endogen tidak selamanya berimpit dengan bukit dan depresi yang dibentuk oleh erosi, sehingga sangat penting untuk membedakan kedua gejala ini.

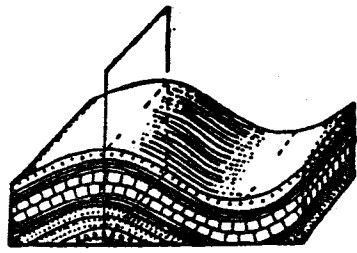
c. Patahan

Patahan merupakan gejala yang umum pada batuan, terlebih-lebih pada batuan sedimen yang berlapis-lapis dengan jelas dapat dilihat, tetapi patahan yang terjadi pada batuan masif agak sukar dilihat dan diduga. Gerak-gerak patahan tidak saja berlaku pada sebuah bidang akan tetapi pada suatu daerah yang disebut zone patahan (gambar 6).

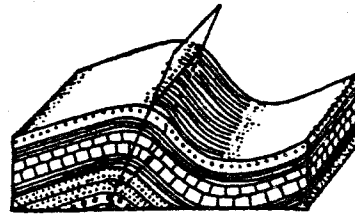


Gambar 6.  
Beberapa macam patahan (zone patahan)  
(dari J. A. Katili)

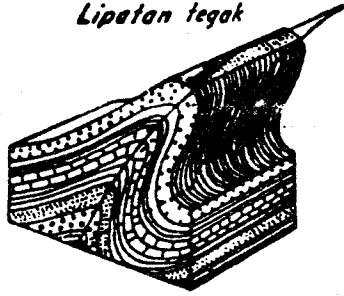




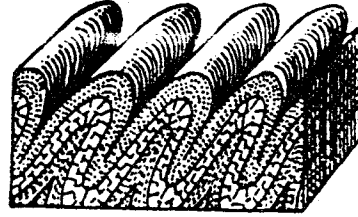
(a)  
*Lipatan tegak*



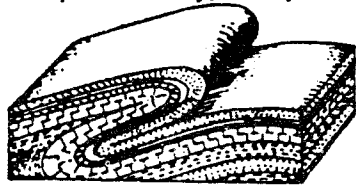
(b)  
*Lipatan miring*



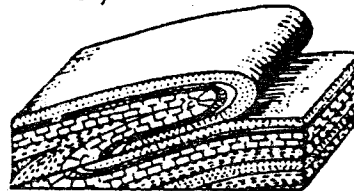
(c)  
*Lipatan menggantung*



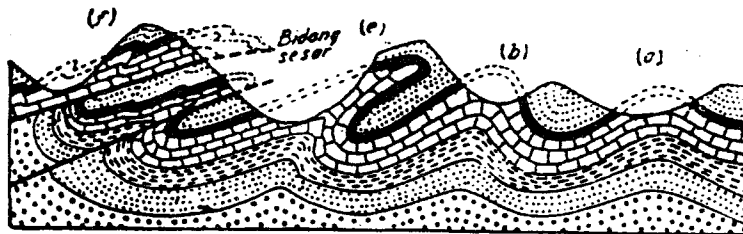
(d)  
*Lipatan isoklinal*



(e)  
*Lipatan rebah*



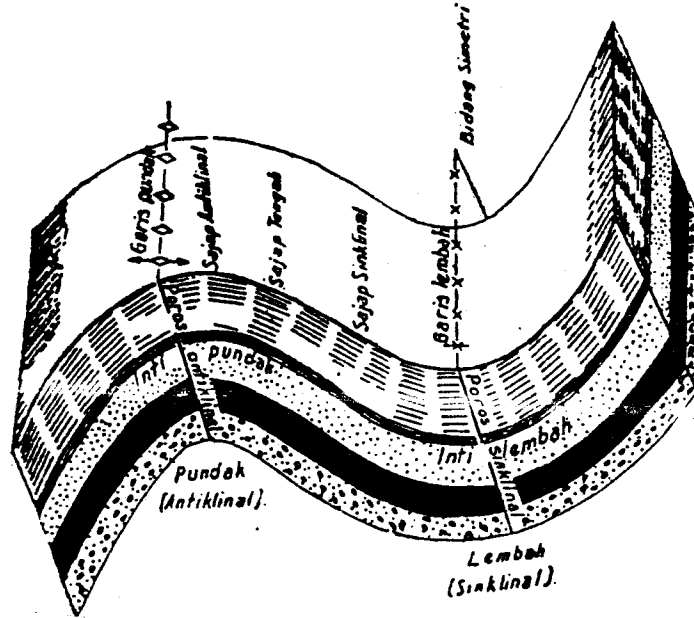
(f)  
*Lipatan rebah berpindah  
menjadi sesar sungkup*



Gambar 5  
Beberapa Jenis Lipatan dan sebuah penampang yang memperlihatkan beberapa lipatan dan sesar sungkup sebagian menurut BLYTH)

tenggelam yang disebut lipatan tajam.

Kapan batuan itu mendapat tekanan, maka akan terbentuk lipatan miring. Lipatan isoklinal serta lipatan rebah (lihat gambar 5) dan pada perkembangan dan pada perkembangan berikutnya akan terjadi bidang sesar, struktur demikian disebut sesar sungkup. Dan apabila terjadi pada lapisan cair liat lipatan yang akan terjadi adalah lipatan kelompok, (Katili 1963; 124).



Gambar 4  
Puncak dan Lembah Lipatan atau Antiklinal  
dan Sinklinal (dari KUKUK)

## 2. Gerakan Orogenetik

Gerakan orogenetik ini lebih cepat dari gerakan epirogenetik dan terjadi pada daerah yang lebih sempit. Gaya tekanan umumnya tangensial (tekanan arah mendatar atau horizontal), dapat menghasilkan gejala pelengkungan dan patahan sedangkan gaya tarikan biasanya hanya menghasilkan patahan, (Katili 1963: 121). Setiap perubahan dan kedudukan asal dari satu unik (kompleks) batuan kulit bumi disebut gejala dislokasi. Proses dan kejadian dislokasi pada kulit bumi disebut tektogenesa.

Tenaga-tenaga yang berkerja pada peristiwa- peristiwa dislokasi yaitu (a). tekanan tangensial yang bekerja pada unit lapisan kulit bumi atau tarikan hasil pengerjaan atau gerakan-gerakan radial di dalam kulit bumi. (b). bentukan yang dihasilkan oleh tekanan tangensial adalah lipatan-lipatan kulit bumi, sedangkan yang dihasilkan oleh terikan tangensial dan radial (vertikal) menyebabkan terjadinya rangkahan- rangkahan dan patahan. (c). antara bentukan hasil tenaga horizontal dan vertikal itu terdapat bentukan- bentukan yang kompleks. Bentuk-bentuk umum akibat dari tenaga Orogenesa adalah :

### a. Lipatan (Gejala Pelengkungan)

Pada lapisan kulit bumi yang letaknya horizontal, kapan bekerja tekanan-tekanan tangensial maka bentuk stadium pertama akan terjadi lipatan. Jika gaya yang bekerja pada sebelah menyebelah lapisan tadi tidak begitu kuat maka akan terjadi lipatan tegak seperti pada gambar 4. Dalam lipatan terdapat dua unsur bentukan yaitu punggung lipatan disebut antiklinal dan lembahnya disebut dengan sinklinal. Bagian-bagian lain dari antiklinal dan sinklinal ialah sayap antiklinal, sayap sinklinal dan sayap tengah.

Bagian tengah dari sebuah antiklinal disebut inti antiklinal dan pada sinklinal disebut inti sinklinal, sedangkan penampang sebuah lipatan tegak maka bidang poros merupakan garis tegak lurus yang membagi sebuah antiklinal atau dua bagian yang sama besar. Jika poros lipatan ini diikuti terus, sering terlihat bahwa jalannya tidak selalu sejajar dengan bidang mendatar kadang-kadang hilang

api tidak termasuk katagori ini, meskipun gunung api itu dibentuk oleh tenaga endogen, tetapi gunung api dimasukkan kedalam peristiwa vulkanisme. Jadi proses tektogenesis itu mendahului proses orogenesis dan epirogenesis. (Katili 1963: 285).

Pegerakan dalam bumi baik peristiwa vulkanisme, maupun proses tektogenesis sering menyebabkan terjadinya peristiwa gempa bumi (seisme).

## B. DIASTROPISME

Tenaga dan proses diastropisme dapat digolongkan atas dua macam yaitu

### I. Gerakan Epirogenetik.

Gerakan epirogenetik ini merupakan suatu gerakan vertikal yang naik turunnya berbagai bagian dikulit bumi. Pergerakan ini berlangsung sangat lambat bahkan berjuta-juta tahun lamanya dan terjadi pada daerah yang luas serta menyebabkan kulit bumi melengkung dan membubung karena dislokasi yang lemah. Akibat dari gerakan epirogenetik akan lebih jelas kelihatannya pada daerah pinggir pantai, dengan bentukan pantai yang bertingkat-tingkat atau tenggelam ke dasar laut.

Gerakan epirogenetik ini terdiri dari dua macam yaitu (1). gerakan epirogenetik positif, ialah permukaan daratan seolah-olah turun dan permukaan laut naik. Bentuk ini dapat diamati di muara sungai Congo di Afrika turun 2 meter pertahun, sungai Musi dan sungai Kapuas dapat diikuti jalurnya sampai kelaut Cina selatan, sungai Hudson di USA dapat diikuti sampai 1900 m di bawah permukaan laut. (2). gerakan epirogenetik negatif, yaitu apabila daratan naik dan permukaan air laut seolah-olah turun dibandingkan dengan permukaan daratan, sehingga garis pantai pindah kearah laut dan pantai menjadi bertingkat-tingkat. Bentuk morfologi pantai yang seperti ini dapat diamati pada pantai scotlandia dan Norwegia.

## BAB III

### TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI DALAM KULIT BUMI

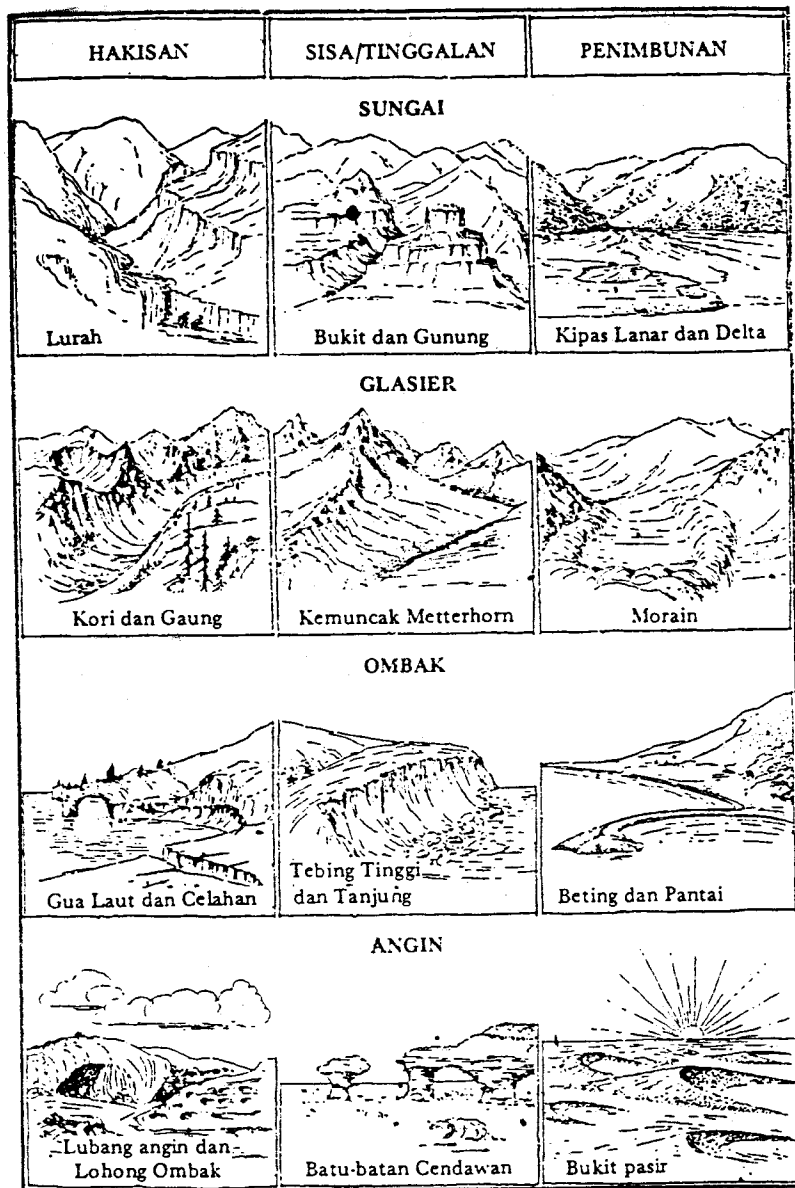
#### A. PERGERAKAN DALAM KULIT BUMI.

Untuk mempelajari kejadian muka bumi perlu terlebih dahulu harus diketahui proses yang telah terjadi atau berjalan di masa lampau, juga yang sedang berlaku sekarang, agar dapat memahami sedikit banyak tentang bagaimana terbentuknya muka bumi yang ada sekarang.

Bentuk-bentuk muka bumi adalah akibat dari dua tenaga yang berlaku, baik tenaga yang berasal dari dalam maupun tenaga berlaku dari luar. Untuk Bab ini kita akan membicarakan tentang tenaga yang berasal dari dalam kulit bumi. Kita tidak mungkin melihat pergerakan yang berlaku dalam kerak bumi. Banyak dari gerakan ini berlaku atau berlangsung perlahan-lahan, namun ada juga gerakan ini terjadi secara tiba-tiba yaitu apabila bongkah-bongkah dalam bumi bergeser dengan tiba-tiba beberapa meter atau kilo meter dalam tempo beberapa menit saja.

Proses ini dapat terjadi karena dibawah kerak bumi didapati suatu lapisan yang disebut "mantel" dan "selubung". Diatas selubung inilah mengapungnya kerak bumi yang terdiri dari beberapa lempeng. Susunan seperti ini dinamakan apungan benua. Benua yang terletak pada berbagai lempeng itu bergerak relatif satu terhadap yang lainnya. Gunung api dan gempa bumi terjadi jika lempeng bertumbuk satu sama lainnya atau pecah. Pertumbukan lempeng membentuk pergunungan lipatan, seperti pergunungan Andes di Amerika selatan dan pergunungan Himalaya di Asia, (Hehanussa 1985: 8).

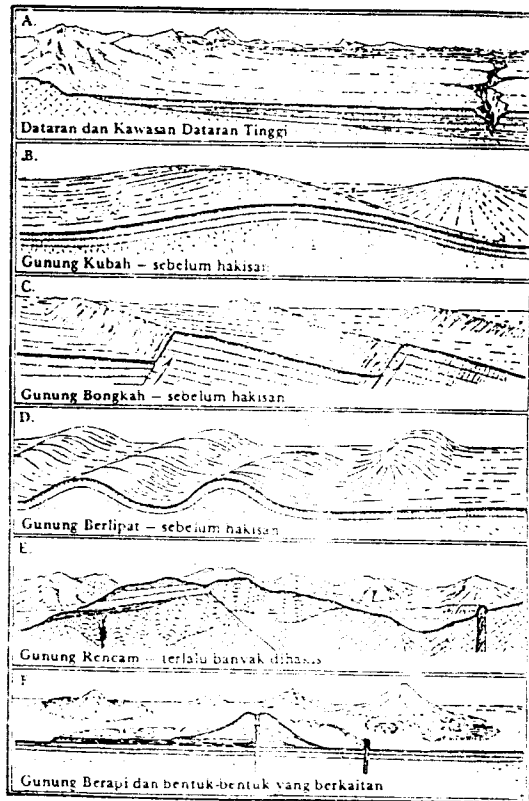
Terbentuknya pergunungan adalah akibat dari tenaga endogen yang menyebabkan di beberapa tempat dikerak bumi terjadi pengangkatan, pembubungan dan juga terjadinya penurunan kulit bumi. Proses orogenesis ini membentuk pergunungan berangkai yang pada umumnya terdiri dari struktur-struktur lipatan dan patahan. Gunung



Gambar 3  
Bentuk muka bumi jenis ketiga  
pembinaan bentuk muka bumi  
(A. K. Lobeck 1938: 10)

551.4  
KAR  
9:2

119/HD/96-92(2)



Gambar 2  
bentuk-bentuk muka bumi jenis kedua  
pembinaan bentuk muka bumi  
(A. K. Lobeck: 1938: 8)

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

yang menyebabkan  
sungai gleyter,  
merupakan peke  
dipindahkan ke  
menghasilkan be  
A. K. Lobeck (19

Proses peker  
splash, valley, ca  
summit areas  
floodplains, crea

Bentuk yang  
gleyter, puncak  
dan kames. Sedi  
wave cut plate f  
swalle, cliff.

Begitu juga :  
gunduk pasir, l  
pengrusakan ya  
dilakukan oleh  
pengrusak sepe  
batuan itu men  
dimuka bumi.  
seperti yang dil  
pulau atol, teru

terjadinya pengrusakan tersebut, yaitu (a) sungai, (b)  
Ombak dan (d) angin, sedangkan pelapukan  
awal dari penghancuran batuan yang kemudian  
di lain oleh tenaga-tenaga di atas, sehingga  
an-bentukan bentangan alam yang unik dan khas,  
(11)

Proses erosi sungai seperti bentuk erosi menghasilkan Gullies,  
s. Bentuk sisa menghasilkan peaks, monadnocks,  
bentuk endapan menghasilkan alluvial fans,  
splasey point bar dan natural leven.

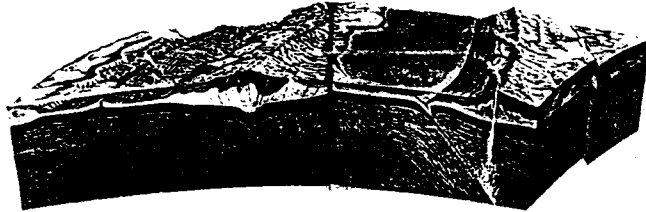
judkan oleh gleyter akan menghasilkan covi, gaung  
ik rabung aret, roche mountonee morena, domalin,  
in proses kerja ombak akan menghasilkan gua laut,  
wave cut nocht, betang, gisik, tombolo, lagune,

akan membentuk lobang tiupan, batu, cendawan,  
bayada, playa, pidemen dan sebagainya. Selain  
ilakukan oleh peroses di atas, pengrusakan juga  
nisme, secara umum juga dapat menjadi tenaga  
membangun sarang pada batuan yang menyebabkan  
lapuk dan selanjutnya memecah batuan tersebut  
anisme selain merubah juga dapat membangun  
an oleh binatang karang di laut, sehingga terjadi  
karang, the great barrier rif dan sebagainya.



Mountain), jika kulit bumi pecah atau patah, yang diikuti dengan dislokasi, pengangkatan, maka terjadi pegunungan patahan (Block Mountain). Apabila batuan mengalami tekanan mendatar menjadi suatu lipatan yang disebut pegunungan lipatan (Folded Mountain). dan kalau kombinasi dari bermacam-macam produk di atas, maka terjadi pegunungan kompleks Complex Mountain (Waryono (1977:6).

Umumnya Constructional forms menempati daerah yang luas, dan merupakan rangkaian pegunungan, serta dataran yang luas yang menutup permukaan bumi.



Gambar 1.

pecah atau patah pada muka bumi disebabkan oleh aliran magma dalam kulit bumi. aliran ini mengancam kerak bumi, pergerakan bumi-bumi sehingga bentuk bumi dan membentuk pegunungan-pegunungan besar.

### C. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT KETIGA

Bentuk permukaan bumi pada tingkat ini merupakan bentuk bentangan alam yang telah mengalami pengrusakan oleh tenaga eksogen sehingga disebut juga dengan Destructional forms. Dalam kerjanya unsur pengrusakan itu menghasilkan erosional features, residual features, peaks dan summit, serta despositional features (Waryono 1977: 8).

Bentuk-bentuk Destructional forms ini dapat diklasifikasikan berdasarkan faktor-faktor yang merusaknya. Ada empat faktor pokok

menjorok ke lautan, batuan akan leleh dan membentuk vulkanisme.

Bilamana lempeng benua bertabrakan dengan lempeng laut, akan terjadi rangkaian pulau-pulau vulkanis dan palung laut yang sejajar dengan lempeng tersebut. Dan kalau lempeng benua saling bertabrakan, akan terjadi perbukitan yang ditandai dengan terjadinya pergunungan di permukaan bumi.

3. Shear Boundaries: perbatasan lempeng yang lain asal lempeng bergerak disepanjang perbatasan konservatif. Pergerakan ini terjadi perpendicular terhadap arah perbatasan.

Pendapat Burckhard dan Maynard yang dikemukakan oleh G. A. Latudieru (1974: 16) mengemukakan bahwa perubahan bentuk permukaan bumi disebabkan oleh aliran-aliran konveksi dalam selubung. Aliran ini menghancurkan dan membentuk kembali benua-benua mengelilingi bola bumi dan membentuk gunung api. Dan jika lempeng saling bertabrakan, benua yang menunggang di atasnya saling membajak dan membentuk perbukitan, dalam tabrakan yang berjalan cepat salah satu lempeng dapat menghancurkan, benua yang terletak di atasnya akan terlipat dan terangkat, benua yang tersisa akan membentuk gunung api. Jika gerakan lempeng bersilang menyebabkan gempa bumi.

Jadi tiap permukaan bumi adalah Constructional forms, karena bentuknya itu selalu dibentuk oleh kekuatan konstruksi (membangun) kulit bumi. Akibat dari semua kejadian di atas ini, maka pada tingkat permukaan bumi merupakan bentuk-bentuk pegunungan, lipatan, dome, pegunungan kubah, dan pegunungan kompleks, gunung berapi dan sebagainya.

Pada struktur permukaan bumi akan dibentuk menjadi beberapa tipe. Jika batuan endapan mengalami pengangkatan, maka akan terbentuk beberapa tipe, disebut pegunungan kubah (dome), disebut pegunungan lipatan (fold mountains), disebut pegunungan berapi (volcanic mountains), disebut pegunungan perbukitan (plateaus), disebut pegunungan perbukitan (plateaus), disebut pegunungan perbukitan (plateaus).

yang lebih dalam (50 - 100 km), sebagian dari magma yang selanjutnya akan menjadi sumber magma yang selanjutnya di permukaan bumi.

lempeng benua bertabrakan dengan lempeng dasar laut, akan terjadi rangkaian pulau-pulau vulkanis dan palung laut yang sejajar dengan lempeng tersebut. Dan kalau lempeng benua saling bertabrakan, akan terjadi perbukitan yang ditandai dengan terjadinya pergunungan di permukaan bumi.

yaitu perbatasan lempeng satu dengan lempeng lain, bergerak dengan arah yang berlawanan. Perbatasan kedua lempeng yang sering juga disebut konservatif, karena pada perbatasan tipe ini tidak terjadi pengrusakan kerak bumi.

diperkuat lagi dengan pendapat Christohper yang dikemukakan oleh G. A. Latudieru (1974: 16) mengemukakan bahwa perubahan bentuk permukaan bumi disebabkan oleh aliran-aliran konveksi dalam selubung. Aliran ini menghancurkan dan membentuk kembali benua-benua mengelilingi bola bumi dan membentuk gunung api. Dan jika lempeng saling bertabrakan, benua yang menunggang di atasnya saling membajak dan membentuk perbukitan, dalam tabrakan yang berjalan cepat salah satu lempeng dapat menghancurkan, benua yang terletak di atasnya akan terlipat dan terangkat, benua yang tersisa akan membentuk gunung api. Jika gerakan lempeng bersilang menyebabkan gempa bumi.

permukaan bumi adalah Constructional forms, karena bentuknya itu selalu dibentuk oleh kekuatan konstruksi (membangun) kulit bumi. Akibat dari semua kejadian di atas ini, maka pada tingkat permukaan bumi merupakan bentuk-bentuk pegunungan, lipatan, dome, pegunungan kubah, dan pegunungan kompleks, gunung berapi dan sebagainya.

Permukaan bumi akan dibentuk menjadi beberapa tipe. Jika batuan endapan mengalami pengangkatan, maka akan terbentuk beberapa tipe, disebut pegunungan kubah (dome), disebut pegunungan lipatan (fold mountains), disebut pegunungan berapi (volcanic mountains), disebut pegunungan perbukitan (plateaus), disebut pegunungan perbukitan (plateaus), disebut pegunungan perbukitan (plateaus).

## B. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT KEDUA

Bentuk permukaan bumi tingkat kedua disebut juga *Constructional Forms*. Benua terdiri dari unit-unit pergunungan dan dataran yang disebut *Physiographie Provinces* atau *Geologie Provinces*. Bentuk permukaan bumi pada tingkat kedua dibentuk oleh tenaga endogen yang berasal dari dalam kulit bumi yang menyebabkan terjadi pergerakan dan pergeseran kulit bumi baik secara horizontal maupun vertikal, yang disebut dengan tenaga *Diastropisma* yang sifatnya membangun, sehingga bentuk permukaan bumi tingkat kedua disebut dengan *Constructional Forms*.

Pergerakan lapisan kulit bumi yang menyebabkan terjadinya pergunungan, menurut Buranda (1991: 4) menyatakan dapat dibedakan atas 3 (tiga) tipe.

1. *Divergent Boundaries*, yaitu perbatasan lempeng yang bergerak kearah yang berlawanan atau saling menjauh yang disebut juga *Constructive plate margints*, karena diperbatasan lempengsemacam ini, selalu terbentuk kerak bumi baru yang bersal dari aliran konveksi di lapisan astenosfer, materi kental / magma dari lapisan atenosfer mengisi retakan antar lempeng kemudian membeku menjadi kerak bumi, tipe ini ditemukan di *Midoceanic Ridge*, seperti *Mid Atlantic Ridge*, *East Pasific Ridge*, *Atlantic Indian Ridge* dan *Pasific-Antarctie Ridge*. Terjadi pergunungan didasar laut ini merupakan hasil aliran konveksi dan lapisan astenosfer.
2. *Covergent Boundaries*, yaitu perbatasan lempeng dimana lempeng bergerak memusat dari arah yang berlawanan sehingga terjadi tabrakan lempeng yang disebut juga dengan *Destructive Plate Margins*, karena pada perbatasan lempeng terjadi pengrusakan kerak bumi. Tabrakan lempeng tersebut menyebabkan terjadi patahan-patahan pada kulit bumi dan salah satu lempeng akan menjorok ke dalam masuk kelapisan astenosfer dan selanjutnya lebur menjadi bagian materi astenosfer. Dimana pada zona ini lempeng menjorok kedalam astenosfer, erat kaitannya dengan terjadinya gempa bumi, karena pusat-pusat gempa bumi terdapat di zona ini sebagai akibat dari pergesekan lempeng. Jika lempeng

Afrika dan Eropa  
menjauh, /

#### 4. Teori Tektonik

Teori ini  
bergerak ke  
perubahan se  
pergunungan,  
dikemukakan  
dan Robert  
hasil-hasil pen  
teori konveksi

Menurut  
lempeng yang  
Dilapisan Ast  
densitas batua  
perbedaan t  
mempengaruhi  
menjadi Eropa  
Antartika.

Lempeng  
lempeng-lemp  
Cocos, Masca  
lempeng terse  
kurang 1 - 13  
menjauh, sal  
3).

Berdasarkan  
bahwa bumi p  
mengalami p  
terpecah-pec  
Perubahan  
berlangsung  
sekarang per

makin saling menjauh dengan kecepatan berap  
alia dan Antartika melepaskan diri.

lempeng

menjelaskan bagaimana lempeng Litosfer selalu  
tertentu yang mengakibatkan terjadinya berbagai  
di pergeseran benua-benua, pembentukan  
dunya gempa bumi dan sebagainya. Teori ini  
dikemukakan oleh pakar Geofisika Inggris, MC. Kenzie  
mer (1967) yang merupakan penyempurnaan  
dari teori pergeseran benua dari Alfred Wegner,  
sea floor spreading.

Teori ini litosfer dan kerak bumi merupakan satu  
bagian di atas lapisan astenosfer yang agak lunak.  
Di astenosfer terjadi aliran konveksi karena perbedaan  
sifat bagian atas dan bawah sebagai akibat dari  
perbedaan temperatur. Aliran konveksi di astenosfer ini  
mempengaruhi lempeng litosfer di atasnya sehingga terpecah  
menjadi Afrika, Pasifik, Amerika, Hindia, Australia dan

Lempeng besar di atas terpecah-pecah lagi menjadi  
yang lebih kecil, seperti lempeng Filipina, Bering,  
Arab, Somalia dan sebagainya. Dan masing-masing  
bergerak ke arah tertentu dengan kecepatan lebih  
dari 10 cm/tahun, dengan bermacam-macam gerakan, saling  
bertabrakan dan saling berpapasan (Buranda: 1991:

Dari teori-teori di atas, dapat ditarik kesimpulan  
bahwa bumi mulanya merupakan massa yang luas dan kemudian  
terpecah-pecah oleh tenaga endogen, dan bumi  
menjadi benua-benua seperti apa adanya sekarang.  
Dapat pemecahan dan pergerakan benua ini  
dalam waktu yang sangat panjang bahkan sampai  
ini benua-benua ini masih berlangsung.

### 1. Teori Tetrahedral dari Lowthian Green.

Teori ini mengatakan bahwa pengecutan (contraction) dunia menyebabkan bentuk tetrahedral dan benua-benua yang terbesar mengambil tempat empat penjuru. Teori ini umumnya disangkal oleh banyak ahli, karena bentuk tetrahedral bukannya suatu bentuk yang seimbang untuk dunia yang selalu mengalami perubahan.

### 2. Teori Suess

Suess melihat bahwa benua mempunyai sifat yang tetap dan fasif, yang disebut daerah prisai (tameng). Daerah prisai adalah bagian tertua dari kerak bumi yang tidak lagi mengalami gerakan sejak masa Proterozoikum, seperti prisai Kanada, Guinea, Brazillia, Afrika selatan dan timur, Baltik, Ukraina, Siberia, Swedia, Australia tengah dan barat. Disekeliling tameng ini, dimana daerahnya selalu terjadi perubahan (pengangkatan, pelipatan dan lain-lain).

### 3. Teori Drifting Continent dari Alfred Wagner.

Wagner (1910) beranggapan kurang lebih 200 juta tahun lalu benua-benua berkelompok menjadi satu massa, suatu benua amat besar, yang disebut pangea, 20 juta tahun kemudian pangea mulai retak dan terpisah disepanjang garis pinggir benua-benua yang sekarang, akhirnya benua itu hanyut kekedudukan yang baru. Ada gaya yang cukup kuat untuk menggeser benua-benua itu. Kerak bumi adalah massa yang lentur yang terpicah-pecah dalam beberapa bagian-bagian yang besar yang disebut lempeng tektonik. Palung samudera dan benua-benua tertanam kuat dalam batuan padat dari lempeng ini dan menumpang di atasnya. Lempeng itu saling bergerak dan saling mendorong, pergerakan ini didorong oleh inti bumi sebagai mesin raksasa yang sangat panas.

Punggung atlantik tengah merupakan daerah tempat lava naik membentuk kerak bumi baru. Dari suatu lembah sentral sepanjang punggung dasar samudra memancar dan mendorong semua lempeng itu dan menggeser benua Amerika kearah Barat. Selama lebih kurang 180 juta tahun, lempeng-lempeng telah berpindah sebagai ban bergerak memisahkan kedua nuansa benua yaitu Amerika dan

## BAB II

### BENTUK-BENTUK PERMUKAAN BUMI

Bentuk-bentuk permukaan bumi dengan kenampakan yang berbeda-beda. Bentuk permukaan bumi terdiri dari daratan, lautan dan berbagai variasi karena adanya pengaruh tenaga dari dalam maupun dari luar kulit bumi, sehingga mengalami perubahan (A. K. Lobeck 1981: 4). Tenaga endogen meliputi tenaga tektonik dan vulkanisme yang menyebabkan permukaan bumi bergelombang. Proses eksogen meliputi gradasi (degradasi dan aggradasi) dan aktivitas organisme. Proses gradasi terdiri dari degradasi (pelapukan, erosi, masswasting, sedangkan aggradasi disebabkan bertambahnya bagian dari suatu bentangan oleh endapan; air tanah, gelombang angin dan gletser (J. P. Buranda: 1991: 28).

Bentuk-bentuk permukaan bumi yang dihasilkan oleh proses-proses di atas dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkatan.

#### A. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT PERTAMA (RELIEF PERTAMA)

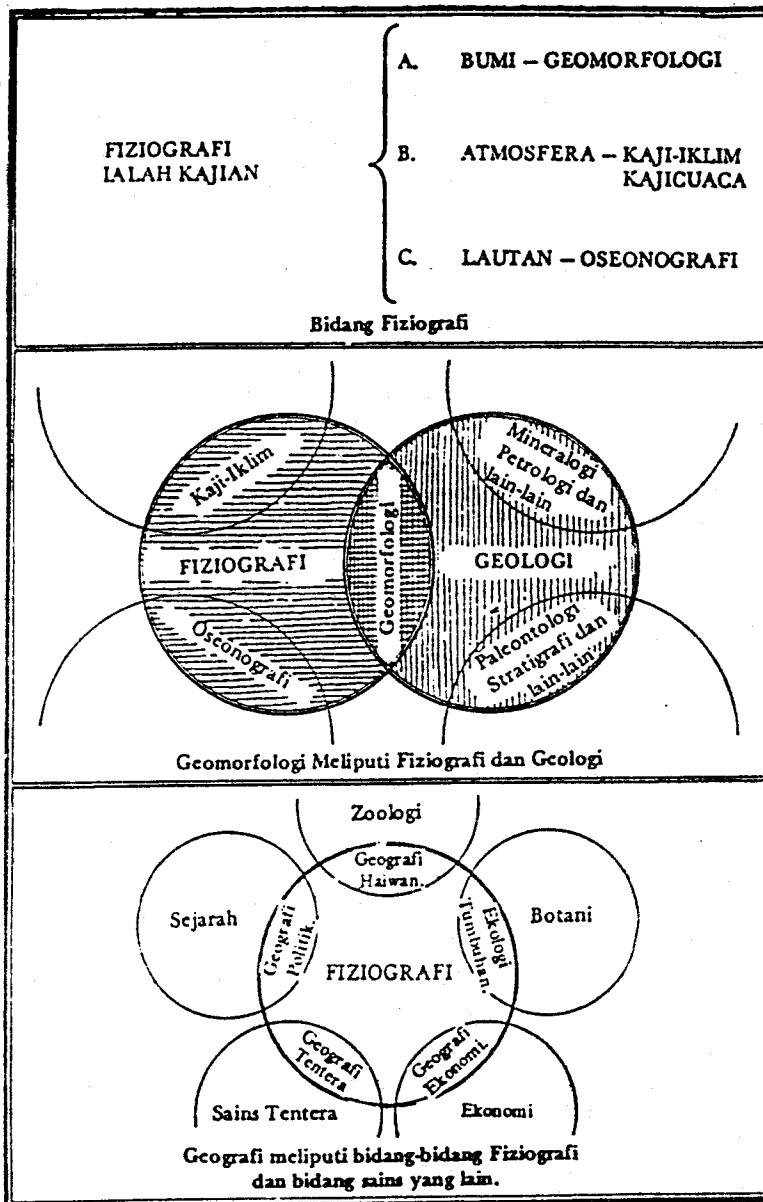
Bentuk permukaan bumi tingkat pertama adalah bentuk muka bumi yang terjadi pada saat bumi mulai terbentuk sekitar 4,5 milyar tahun yang lalu. Dan bentuk muka bumi yang terluas termasuk ini terdiri dari benua dan lautan (continental platform and ocean basin). Meskipun demikian menurut A. K. Lobeck (1981: 4) para ahli Geologi tidak dapat memastikan kapan dan bagaimana bentuk serta posisinya terhadap kulit bumi, tetapi mereka berpendapat bahwa massa benua sangat luas itu telah terjadi sejak awal kejadian bumi. Beberapa teori yang dikemukakan mengenai bentuk permukaan bumi ini yaitu :

Permukaan bumi (land forms) yang sering disebut topografi relief. Secara umum bentuk permukaan bumi terbagi menjadi daratan, lautan dan berbagai variasi karena adanya pengaruh tenaga dari dalam maupun dari luar kulit bumi, sehingga mengalami perubahan (A. K. Lobeck 1981: 4). Tenaga endogen meliputi tenaga tektonik dan vulkanisme yang menyebabkan permukaan bumi bergelombang. Proses eksogen meliputi gradasi (degradasi dan aggradasi) dan aktivitas organisme. Proses gradasi terdiri dari degradasi (pelapukan, erosi, masswasting, sedangkan aggradasi disebabkan bertambahnya bagian dari suatu bentangan oleh endapan; air tanah, gelombang angin dan gletser (J. P. Buranda: 1991: 28).

Bentuk-bentuk permukaan bumi yang dihasilkan oleh proses-proses di atas dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkatan.

#### B. BENTUK PERMUKAAN BUMI TINGKAT PERTAMA (RELIEF PERTAMA)

Bentuk permukaan bumi tingkat pertama adalah bentuk muka bumi yang terjadi pada saat bumi mulai terbentuk sekitar 4,5 milyar tahun yang lalu. Dan bentuk muka bumi yang terluas termasuk ini terdiri dari benua dan lautan (continental platform and ocean basin). Meskipun demikian menurut A. K. Lobeck (1981: 4) para ahli Geologi tidak dapat memastikan kapan dan bagaimana bentuk serta posisinya terhadap kulit bumi, tetapi mereka berpendapat bahwa massa benua sangat luas itu telah terjadi sejak awal kejadian bumi. Beberapa teori yang dikemukakan mengenai bentuk permukaan bumi ini yaitu :



GAMBAR 1a  
 Geomorfologi dan bidang sains yang lain  
 (Menurut A. K. Lobeck : 1938 : 2)

Kebanyakan cabang pengetahuan fisiografis itu hanya tepat dikatakannya (3).

## 2. Hubungan dengan Geologi

Geomorfologi merupakan salah satu cabang Geologi yang kadang-kadang berhubung dengan petrografi, paleogeografi, dan struktur memikinya. Pembicaraan tentang Geomorfologi berkenaan dengan Geografi setaraf dengan

## 3. Hubungan dengan Geografi

Pada dasarnya kehidupan manusia meliputi bidang geografi meliputi alam dan tingkah laku

Geografi dan penduduk kehidupan dan ruang dan waktu penting secara umum untuk memahami

Akhirnya pengetahuan geografi dan pengetahuan geografi dapat kita lihat

buku literatur, fisiografis membicarakan ketiga ilmu tersebut, tetapi menurut pengertian yang umum mempelajari daratan saja, oleh karena itu lebih tepat ini sebagai Geomorfologi (A. K. Lobeck, 1981: 3).

## Geologi

Geologi yang mempelajari bentuk permukaan bumi sebagai cabang Geologi (lihat Gambar 1) yang berhubung dengan mineralogi, petrografi, dan stratigrafi. Studi tentang Geologi memberikan sumbangan kepada Geomorfologi dengan cara perubahan-perubahan bentuk permukaan bumi. Jadi merupakan salah satu cabang Geologi yaitu yang mempelajari bentuk-bentuk muka bumi, maka Geomorfologi berhubung dengan stratigrafi, petrografi, mineralogi dan paleontologi.

## Geografi

Geografi mempelajari hubungan antara kehidupan manusia dengan lingkungan alam. Studi geografi meliputi geografi fisik, sosial dan biologi. Dalam bidang fisiografi geografi mempunyai hubungan terhadap penyebaran alam alam binatang dan manusia.

Geografi mempelajari sifat-sifat, gejala alam dan mempelajari corak yang khas mengenai kehidupan manusia memberi fungsi dari unsur-unsur bumi, Berarti Geomorfologi memegang peranan penting dalam membina lingkungan hidup manusia dan kebutuhan hidupnya.

Perlu juga diketahui bahwa tidak ada ilmu berdiri sendiri, tetapi selalu berkaitan dengan ilmu lainnya untuk mendalami bidang kajiannya, hal ini dapat dilihat pada gambar 1.



hutan lebat.

- f. Evolusi (Siklus) Geomorfologi yang sederhana lebih jarang dijumpai dilapangan (di alam) dari pada bentuk bentangan alam yang kompleks.

Di alam sering dijumpai kenampakan suatu patahan dipotong oleh patahan lain, suatu seri batuan sedimen dipotong oleh dike batuan beku, suatu vein dipotong oleh vein yang lain, sehingga dari bentuk yang sederhana menjadi bentuk yang lebih kompleks, bahkan kadang-kadang sukar menentukan kejadian daerah tersebut.

Sehubungan dengan itu Horberg (1952) membagi bentangan alam atas 5 (lima) kelompok yaitu (1) Simple (sederhana), (2) Compound (majemuk), (3) Monocyclic (bersiklus tunggal), (4) Multicyclic (bersiklus banyak)

#### D. GEOMORFOLOGI DAN BIDANG SAINS YANG LAIN

##### 1. Hubungan dengan fisiografis.

Biasanya fisiografi dikaitkan dengan tiga bagian muka bumi yang terbesar, daratan, udara dan lautan. Sedangkan menurut Philip G. Worcester bumi ini terdiri dari 3 (tiga) bagian penting (a) Lithosfer, (b) Hydrosfer dan (c) Atmosfer. Lithosfer merupakan bagian yang padat pada kulit bumi yang tersusun dari batuan dan mineral-mineral. Hydrosfer merupakan bagian alam yang berkenaan dengan air seperti laut, danau, sungai dan air tanah, berarti semua air baik yang berada di dalam kulit bumi maupun dikulit bumi. Atmosfer atau ruang udara adalah berhubungan dengan gas, ruang kosong yang dapat menembus masuk lithosfer dan hydrosfer.

Berdasarkan pokok pikiran di atas, bumi secara umum terdiri dari daratan, lautan dan atmosfer. Studi yang berkenaan dengan daratan adalah Geomorfologi, tentang lautan dipelajari oleh Oceanografi, sedangkan mengenai atmosfer atau ruang dipelajari oleh Meteorologi dan Klimatologi.

akan menin  
Bentangan a  
topografi ya  
terutama di  
proses vulka  
pengaliran y  
demikian pu  
karst dan fl  
alam kita da  
didaerah

e. Besarnya pro  
berbeda k  
ologinya. I  
daya, masa  
mempunyai  
erosi terseb

f. Iklim besar se  
(landscape)  
pengaruhi

Iklim  
morfologi p  
perubahan  
Daerah tro  
berlainan c  
angin akan  
Semua ini

Peng  
morfologi  
tumbuhan  
dibanding  
tumbuh-tu  
jarang day  
ini akan n  
berbeda c

an bentuk bentangan alam yang berlainan.  
hasil proses struktural akan menghasilkan bentuk  
ias dan pola pengaliran yang dominan trellis  
ah patahan, sedangkan bentangan alam asal  
kan menghasilkan topografi yang kasar dengan pola  
dominan paralel (Prpto Suharsono: 1988: 4-6)  
ntuk bentangan alam asal proses gletser, marine,  
Dengan melihat bekas-bekas yang terdapat di  
nenafsirkan proses apa yang telah terjadi  
but pada masa lalu.

ang terjadi dipermukaan bumi lambat laun akan  
tannya karena perbedaan proses Geomor  
nya proses yang terjadi sangat ditentukan oleh  
u waktu, pada daerah yang baru terkikis  
erosi yang sangat kuat, dan semakin lama daya  
akin melemah.

engaruhnya pada pembentukan bentangan alam  
na baik langsung maupun tidak langsung mem  
s Geomorfologi.

punyai peranan penting terhadap pembentukan  
ikaan bumi, misalnya besar kecilnya curah hujan,  
1 harian, salju abadi, arah dan kecepatan angin.  
ang mempunyai curah hujan yang banyak akan  
un morfologi daerah iklim kering, daerah hadap  
eda morfologinya dengan daerah belakang angin.  
h pengaruh langsung dari iklim.

tidak langsung iklim terhadap pembentukan  
rah, misalnya daerah yang banyak tumbuh-  
ngikisan oleh air hujan agak kurang. Jika  
dengan daerah yang beriklim kering dengan  
han jarang, karena pada daerah yang tumbuhan  
iltrasi rendah, run off besar maka erosi didaerah  
di besar, akibatnya bentuk bentangan alam akan  
un bentangan alam didaerah yang mempunyai

1987: 35). Aktivitas terakhir dari erosi adalah pengendapan dari materi yang diangkut tersebut dengan sedimentasi.

Bentuk bentangan alam yang dihasilkan oleh masing-masing tenaga tersebut akan berlainan dan mempunyai karakteristik tersendiri. Dan jika belum mengalami perubahan maka lapisan paling atas merupakan lapisan lebih muda dan lapisan tengah berusia dewasa serta lapisan paling bawah berusia tua. Hal ini sesuai dengan hukum steno yang dikemukakan Sukandarrumidi (1978: 4) dengan 3 (tiga) hukum yang terkenal :

- a. Hukum super posisi, mengemukakan pada batuan sedimen dalam kedudukan yang belum berubah bagian atas merupakan bagian yang relatif muda dibandingkan dengan bagian bawah dalam satu seri batuan sedimen.
- b. Hukum kejadian horizontal, mengatakan bahwa dalam satu seri pelapisan pada saat mula terbentuk mempunyai kedudukan horizontal. Apabila ternyata pelapisan tersebut sudah membentuk sudut dengan bidang horizontal, menunjukkan bahwa pelapisan tersebut sudah pernah terangkat dan mengalami perubahan.
- c. Hukum kejadian terus menerus, mengatakan bahwa dalam proses sedimentasi akan dihasilkan pelapisan yang sama tebalnya, kapan tidak terjadi gangguan di tempat kejadian, apabila dijumpai lapisan-lapisan yang semakin menipis ataupun terjadi pembajakan pada pelapisan, hal ini disebabkan adanya gangguan pada saat proses sedimentasi sedang berlangsung.
- d.. Beberapa proses Geomorfologi meninggalkan bekasnya yang berlainan pada permukaan bumi dan dengan melihat bekas tersebut dapat diketahui proses apa yang menyebabkannya.

Untuk menentukan proses apa yang telah terjadi terhadap daerah yang sedang diteliti, maka perlu diketahui bekas-bekas atau kenampakan-kenampakan di daerah tersebut. Apakah daerah tersebut hasil pengendapan, pengangkatan, vulkanis atau pengikisan oleh erosi sungai, gletser dan angin. Semua proses ini

kuat bagi geogra  
bersifat teknis d

pakai dalam perkembangannya menuju ilmu yang  
pengelolaan lingkungan.

### C. PRINSIP-PRINSIP

Berapa lan  
menafsirkan be

1. Proses dan  
dimasa yan  
dikemukak  
Scotlandia y  
menyebutk  
dikembang  
Geologi ya  
Berdasarka  
weathering  
masa lalu, l

2. Struktur Ge  
perkembang  
studi dan  
batuan, sec  
dalam ker  
sangat mer  
Struktur  
bentangan  
patahan a  
dengan sti

3. Tiap-tiap fa  
permukaan  
ciri-cirinya

Erosi:  
(tanah da  
ombak ya

### P DALAM STUDI GEOMORFOLOGI

1. pemikiran dalam studi Geomorfologi untuk  
ran alam berdasarkan prosesnya, antara lain :

m alam yang terjadi sekarang telah terjadi pula  
1, meskipun kekuatannya tidak sama. Teori ini  
h James Hutton (1726-1797), seorang ahli Geologi  
terkenal dengan konsepnya "Uniformitarisma" yang  
resent is the key to the past", konsepnya kemudian  
Playfair dengan menyebutkan semua peristiwa  
jadi sekarang, telah terjadi pula dimasa lampau.  
ri di atas bahwa sekarang terjadi erosi, maswasthing,  
pengangkatan, proses ini juga pernah terjadi pada  
1 kekuatannya yang berbeda.

merupakan faktor yang besar pengaruhnya dalam  
bentuk permukaan bumi. Struktur Geologi meliputi  
erian (description) struktur batuan atau lapisan  
tan struktur- struktur primer dan hasil deformasi di  
umi (Marnis Nawi, 1982: 11). Struktur Geologi  
garuhi bentuk permukaan alam dipermukaan bumi.  
eologi yang berbeda akan menghasilkan bentuk  
1 yang berbeda pula, misalnya pada daerah struktur  
memperlihatkan bentuk bentangan yang berbeda  
r lipatan, vulkanis dan sidimentasi.

yang menyebabkan erosi dapat menghasilkan bentuk  
umi berturut-turut (muda-dewasa-tua) dengan  
endiri.

h berpindahnya materi penyusunan permukaan bumi  
tuan) karena terangkut oleh air, angin, gletser dan  
engalir dan bergerak di permukaan bumi (Soetoto,

penyebarannya, dan membutuhkan informasi yang lebih tepat tentang proses yang berpengaruh terhadap pertumbuhan muka bumi dalam skala waktu yang dapat diamati manusia (Verstappen: 1968: 8). Dan akhirnya mendorong para geografer untuk mengembangkan Geomorfologi menjadi pengetahuan yang mempunyai nilai praktis, bagi usaha manusia untuk mengelola lingkungannya. Yang disebut Geomorfologi terpakai (Applied Geomorphology) yang dipelopori oleh Verstappen dengan bukunya Geomorphology and Environment (1968) dan Applied Geomorphology (1977), sedangkan Geomorphology Geography dipelopori oleh R. J. Russel (1949).

Berdasarkan uraian di atas maka dapat dikelompokkan 3 (tiga) bentuk perkembangan Geomorfologi yaitu :

1. Geomorfologi sistematik : yang dalam pembahasannya menitik beratkan kepada hal-hal yang berhubungan dengan : (a) Teori-teori tentang pembentukan bumi, (b) Teori suksesi perubahan bentangan alam, (c) Struktur bumi dan struktur bentangan alam, dan (d) Proses dan tenaga Geomorfologi.
2. Geomorfologi geografis, pembahasannya tentang interaksi antara daya manusia dengan lingkungan alam sekitarnya, termasuk penyesuaian, pengendalian dan pengaturan proses serta penyesuaian terhadap struktur Geologi. Problema-problema praktis dalam hal ini, misalnya tingkat erosi, sedimentasi pada bentangan- bentangan alam di daerah banjir dan tanah longsor karena pengundulan hutan dan lain-lain.
3. Geomorfologi terpakai, studi ini tidak mempunyai bentuk khusus, yang dikembangkan dalam studi ini adalah penerapan dalil-dalil dan hukum-hukum geomorfologi untuk pemecahan problem-problem dalam lingkungan, seperti melayani kebutuhan-kebutuhan Geologi, Geografi, ilmu tanah, teknik sipil dan lain-lainnya.

Perkembangan metodologi dan teknologi membawa kemungkinan perkembangan applied Geomorfologi ini, observasi medan kalau dahulu harus menaiki gunung, tetapi sekarang dapat dilakukan dari udara bahkan sudah dilakukan komputer dan metode kerja yang sarannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan serta menjadi pendukung yang

## B. SEJARAH PERKEMBANGAN

## GEOMORFOLOGI

Geomorfologi merupakan salah satu cabang dari geografi. Konsep-konsep dasar dan ide-ide yang dikemukakan oleh tokoh-tokoh terkemuka dalam geologi, terutama geologi struktural, banyak dipengaruhi oleh corak perkembangan geologi seperti yang dikemukakan : (1), Abraham Gottlob Werner (1749-1817), menyatakan bahwa sifat batuan yang mendasari suatu wilayah berpengaruh terhadap bentuk permukaan wilayah, (2). James Hutton (1749-1795) mengemukakan bahwa proses pengendapan dan erosi di lereng-lereng gunung dan lembah diperdalam oleh pengangkutan material dari pegunungan, (3). Lyell (1830) mengemukakan bahwa proses perubahan permukaan bumi di masa sekarang adalah sama dengan proses yang berlaku pada masa yang lampau. Prinsip ini lebih dikenal dengan prinsip "Uniformitarianism" yang berbunyi "Present is the key to the past", (4). Charles Lyell dan John H. Ramsay berperan dalam proses pendalaman dari ledok dan lembah. Konsep-konsep ini dipengaruhi oleh geologi struktural, Geomorfologi dan Geografi oleh Departemen Geografi.

Hanya konsep-konsep "Siklus Geomorfologi" yang dimaksudkan adalah rangkaian perubahan bentuk permukaan bumi mulai dari pengangkatan daratan / pegunungan dari dasar laut, pelebaran dan denudasi, dan denudasi mendekati tingkat laut (Kardono: 1972:6) dan yang menjadi topik studinya adalah siklus Geomorfologi dan Geografi.

Para Geografer merasa kurang puas terhadap geomorfologi yang ada, yang lebih dibutuhkan oleh para geografer adalah tentang tipe dari bentuk muka bumi dan pola

geomorfologi itu sendiri merupakan ilmu yang sudah tua dan tua cabang dari geografi. Konsep-konsep dasar dan ide-ide yang dikemukakan oleh tokoh-tokoh terkemuka dalam geologi, terutama geologi struktural, banyak dipengaruhi oleh corak perkembangan geologi seperti yang dikemukakan : (1), Abraham Gottlob Werner (1749-1817), menyatakan bahwa sifat batuan yang mendasari suatu wilayah berpengaruh terhadap bentuk permukaan wilayah, (2). James Hutton (1749-1795) mengemukakan bahwa proses pengendapan dan erosi di lereng-lereng gunung dan lembah diperdalam oleh pengangkutan material dari pegunungan, (3). Lyell (1830) mengemukakan bahwa proses perubahan permukaan bumi di masa sekarang adalah sama dengan proses yang berlaku pada masa yang lampau. Prinsip ini lebih dikenal dengan prinsip "Uniformitarianism" yang berbunyi "Present is the key to the past", (4). Charles Lyell dan John H. Ramsay berperan dalam proses pendalaman dari ledok dan lembah. Konsep-konsep ini dipengaruhi oleh geologi struktural, Geomorfologi dan Geografi oleh Departemen Geografi dan bukan Geograf.

J. H. Davislah yang kemudian mensistimatisasikan para pendahulunya, dan memasukkan pengertian yang dimaksudkan adalah rangkaian perubahan bentuk permukaan bumi mulai dari pengangkatan daratan / pegunungan dari dasar laut, pelebaran dan denudasi, dan denudasi mendekati tingkat laut (Kardono: 1972:6) dan yang menjadi topik studinya adalah siklus Geomorfologi dan Geografi.

Para Geografer merasa kurang puas terhadap geomorfologi yang ada, yang lebih dibutuhkan oleh para geografer adalah tentang tipe dari bentuk muka bumi dan pola

# BAB I PENDAHULUAN

## A. PENGERTIAN GEOMORFOLOGI

Geomorfologi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari "GE" berarti bumi, "Morphe" yang berarti bentuk, sedangkan "Logos" berarti uraian atau descource. Jadi arti filosofisnya uraian tentang bentuk muka bumi atau "The study of landform", hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Phillip G. Worcester dalam bukunya A Texbook of Geomorfology; is the science of landforms, Another some what broader definition preferred by the auther is : Geomorfology is the interprestative description of the relief features of the earth (Worcester: 1961; 3).

Geomorfology merupakan ilmu pengetahuan tentang interprestasi dan deskriptif tentang gambaran permukaan bumi dan proses yang berlaku terhadap bentukan tersebut. Bentuk-bentukan itu dapat digolongkan secara sistimatik menurut struktur dasar (struktur geologi dan Litologinya), serta proses pembentukan dan pertumbuhannya.

Verstappen (1977:2) mengemukakan banyak konsepsi yang dikemukakan tentang ruang lingkup studi geomorfologi, tetapi tekanannya selalu pada; (1) bentuk permukaan atau landform, (2) proses, terutama yang sedang berlangsung, (3) perkembangan jangka panjang atau genesis dari bentuk lahan, dan (4) kaitan dengan lingkungan. Sedangkan dalam kenyataannya sasaran studi geomorfologi adalah bentuk permukaan bumi yang dalam istilah sehari-hari dikenal dengan gunung atau pergunungan, daratan, lembah, lembah sungai, alur-alur, berbagai bentuk pantai, gubuk pasir dan banyak lagi bentuk yang lainnya, (Kardono ; 1972 : 5).

Dalam Geomorfologi moderen yang menjadi perhatian, bukan hanya bentuk-bentuk muka bumi melulu, melainkan juga proses dan tenaga yang menyebabkan perubahan, perkembangan yang terjadi karena berlangsungnya proses dan tenaga serta implikasinya terhadap lingkungan kehidupan manusia yang dapat dilihat, misalnya dalam usaha pertanian, konstruksi bangunan, menempatkan industri, membuat jaringan transportasi, ini semua berhubungan dengan bentuk relief

1 MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

## DAFTAR GAMBAR (Sambungan)

		Halaman
Gambar 18.	Bentuk permukaan bumi akibat Glasiasi kontinental .....	74
Gambar 19.	tingkah erosi di daerah arid .....	75
Gambar 20.	Bukit pasir di dataran Mendap sungai Columbia .....	76
Gambar 21.	Gurubatu-batuan (Sahara, Aljazair) dan Lembah Pasir (Lembah Mati, California).....	77



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1a	Geomorfologi dan Bidang Sains yang Lain ..... 09
Gambar 1.	Perubahan besar pada muka bumi akibat aliran magma dalam kulit bumi ..... 15
Gambar 2.	Bentuk muka bumi jenis kedua ..... 17
Gambar 3.	Bentuk muka bumi jenis ketiga ..... 18
Gambar 4.	Puncak dan lembah lipatan atau antiklinal dan sinklinal ..... 22
Gambar 5.	Beberapa jenis lipatan dan penampang dengan beberapa lipatan dan sesar sungkup sebagian ..... 23
Gambar 6.	Beberapa macam patahan ..... 24
Gambar 7.	Macam-macam sesar ..... 25
Gambar 8.	Macam-macam Gerakan masa ..... 31
Gambar 9.	Gunung Berapi Hindia Barat ..... 32
Gambar 10.	Peringkat-peringkat kejadian dalam sejarah pembentukan pulau Bogoslof ..... 33
Gambar 11.	Bentukan Hasil Intrusi magma ..... 39
Gambar 12.	Kings Throne Room, Gua Carlsbad, New Mexico ..... 47
Gambar 13.	Bentukan hasil pelarutan kapur di dalam Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat ..... 48
Gambar 14.	Bentukan hasil pelarutan kapur di atap Gua Ngalau Indah, Sumatra Barat ..... 49
Gambar 15.	Kerucut talus atau kipas kolumial ..... 67
Gambar 16.	Bentuk bentangan alam daerah arid ..... 70
Gambar 17.	Tingkatan siklus geomorfologi di daerah arid ..... 73

## DAFTAR ISI (Sambungan)

	Halaman
BAB V MORFOLOGI DAERAH ARID .....	64
A. Pengertian Daerah Arid .....	64
B. Perbedaan Iklim antara Daerah Arid dengan Daerah Humid .....	65
C. Proses Geomorfologis .....	66
D. Drainase di Daerah Arid .....	68
E. Bentuk-bentuk Permukaan Bumi di Daerah Arid .....	69
F. Siklus Hidrologis di Daerah Arid .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	78

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
BAB I PENDAHULUAN .....	01
A. Pengertian Geomorfologi .....	01
B. Sejarah Perkembangan Geomorfologi .....	04
C. Perinsip-Perinsip Dasar Dalam Studi Geomorfologi .....	04
D. Geomorfologi dan Bidang Sains yang lain.....	07
BAB II BENTUK-BENTUK PERMUKAAN BUMI .....	10
A. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Pertama .....	10
B. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Kedua .....	13
C. Bentuk Permukaan Bumi Tingkat Ketiga .....	15
BAB III TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI DALAM KULIT BUMI .....	19
A. Pergerakan Dalam Kulit Bumi .....	19
B. Distropisma .....	20
C. Vulkanisma .....	29
D. Gempa Bumi (Seisma) .....	40
E. Isostasi Anomali Gravitasi .....	42
BAB IV TENAGA DAN PROSES GEOMORFOLOGI BERASAL DARI LUAR KULIT BUMI .....	44
A. Proses dan Tenaga Gradasi .....	44
B. Degradasi .....	44
C. Agradasi .....	63

## KATA PENGANTAR

Buku ini sebagai penuntun dalam langkah permulaan pada studi geomorfologi, yang memberikan dasar-dasar dan pengertian tentang prinsip-prinsip, tenaga serta nilai aplikasi dari ilmu tersebut dalam tata kehidupan manusia.

Suatu kenyataan bahwa pengetahuan tentang geomorfologi masih relatif kurang sekali, maka penulis mencoba menulis buku ini dengan judul "Dasar-dasar Geomorfologi dan Marfologi Daerah Arid" dengan tujuan dapat memberikan sumbangan bagi kepentingan dunia perpustakaan dan terutama bagi orang yang bergerak atau yang berminat dalam studi Geoforfologi.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, terutama Ibu dra. Ramani Nazaruddin yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan buku ini.

Akhirnya penulis mengharapkan, semoga buku ini menjadi peransang dan bermanfaat bagi mereka yang membutuhkan dan sekali lagi penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 20 Agustus 1993