

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KARAKTERISTIK LAPISAN-LAPISAN BUMI

A. Tujuan Pembelajaran

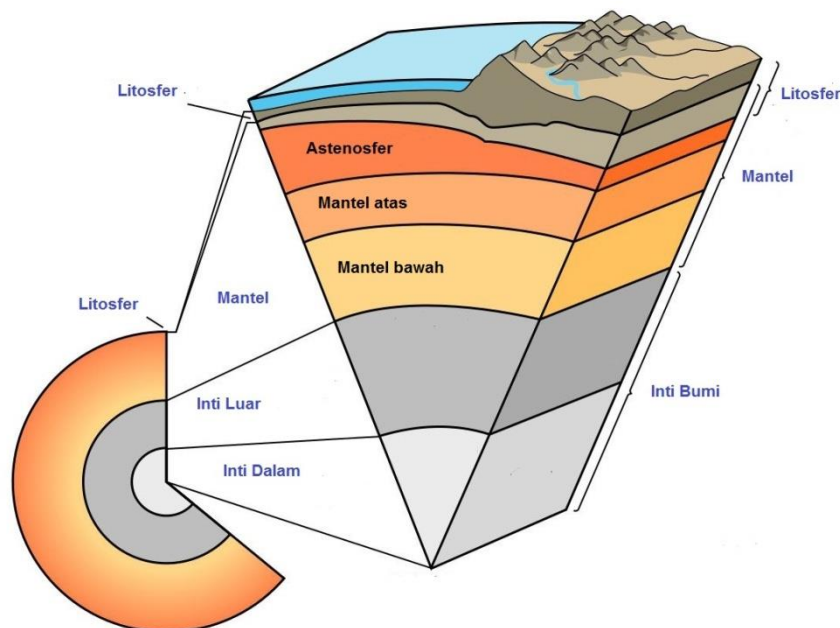
Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian dapat menganalisis karakteristik lapisan-lapisan bumi dan dinamika batuan dan tanah.

B. Uraian Materi

1. Struktur Lapisan Kulit Bumi dan Batuan Penyusunnya

a. Pengertian Litosfer

Para siswa, Lapisan kulit bumi atau kerak bumi sering disebut *litosfer*. *Litosfer* ini berasal dari kata *litos* artinya batu, *sfer* = *sphaira* artinya bulatan/lapisan. Litosfer merupakan lapisan batuan/kulit bumi yang mengikuti bentuk bumi yang bulat dengan ketebalan kurang lebih 1.200 km. Jadi litosfer adalah lapisan bumi paling luar yang paling luas dan paling tipis, karena itulah lapisan ini sering dinamakan dengan kerak bumi. Tebal kulit bumi tidak merata, kulit bumi di bagian benua atau daratan lebih tebal dari bagian samudra. Untuk memahami lapisan-lapisan bumi, coba amati Gambar berikut!



Gambar 1. Lapisan-lapisan Bumi

Sumber: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/lithosphere/>
(diakses 25 Oktober 2020)

Setelah mengamati gambar di atas Kalian bisa menentukan ada berapakah lapisan itu? Ya benar! Secara keseluruhan, tubuh bumi terdiri dari tiga bagian utama, yaitu litosfer, mantel dan inti (barisfer).

Menurut ahli geologi, Sues dan Wiechert struktur lapisan bumi struktur bumi dibagi sebagai berikut:

- 1) Kerak bumi (*Earth's crust : The Upper Sell*), merupakan lapisan bumi yang paling atas, mempunyai tebal 30 km sampai 40 km pada daratan, dan pada pegunungan ketebalannya bisa mencapai 70 km. Berat jenis rata-rata 2,7 yang terdiri dari unsur-unsur dominan berupa oksigen, silisium dan aluminium, sehingga dinamakan lapisan sial. Kerak bumi dan selubung bumi bagian atas, disebut lithosfer.
- 2) Selubung bumi atau mantel, ketebalannya sampai kedalaman 1.200 km dari permukaan bumi. Berat jenis lapisan ini antara 3,4 sampai 4. Unsur-unsur yang dominan pada selubung bumi adalah oksigen, silisium dan magnesium sehingga dinamakan sima.
- 3) Lapisan antara (*intermediate shell*) atau mantel bumi atau chalkosfera yang merupakan sisi oksida dan sulfida dengan ketebalan 1.700 km dan berat jenis 6,4. Lapisan ini terbagi 2 yaitu lapisan yang terletak pada kedalaman antara 1.200 km sampai 1.250 km dinamakan Crofesima, berat jenis antara 4 sampai 5 terdiri dari unsur-unsur dominan oksigen, ferrum, silisium, magnesium, dan sedikit chromium. Lapisan antara kedalaman 1.250 km sampai 2.900 km dinamakan Nifesima, berat jenis antara 5 sampai 6, unsur yang penting (dominan) adalah Nikel.
- 4) Inti Bumi (*The earth's core*) atau Barysfera. Lapisan ini diperkirakan mencapai kedalaman 5.500 km, banyak mengandung besi dan nikel sehingga disebut Nife, berat jenisnya antara 6 samapi 12 dengan rata-rata 9,6. Ketebalan inti bumi mempunyai jari-jari kurang lebih 3.500 km.

Holmes melakukan pembagian litosfer (kerak bumi) seperti berikut:

- 1) Bagian atas yang mempunyai tebal 15 km dengan berat jenis kurang lebih 2,7 dan mempunyai tipe magma granit.
- 2) Bagian tengah yang mempunyai tebal 25 km dengan berat jenis 3,5 dan mempunyai tipe magma basalt.
- 3) Bagian bawah yang mempunyai tebal 20 km dengan berat jenis 3,5 dan mempunyai tipe magma peridotit dan magma eklogit.

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa litosfer merupakan lapisan yang paling atas dari tubuh bumi, lapisan ini secara umum terbagi menjadi dua, yaitu;

- a) Lapisan **sial** (*silisium alumunium*) yaitu lapisan kulit bumi yang tersusun atas logam silisium dan alumunium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 .
- b) Lapisan **sima** (*silisium magnesium*) yaitu lapisan kulit bumi yang tersusun oleh logam silisium dan magnesium dalam bentuk senyawa SiO_2 dan MgO , mempunyai berat jenis yang lebih besar dari pada lapisan sial karena mengandung besi dan magnesium yaitu mineral ferro magnesium dan batuan basalt.

b. Batuan

Batuan adalah bahan alamiah yang menyusun bumi. Sebagian besar batuan tersusun secara fisik dari campuran mineral. Beberapa batuan tersusun dari sejenis mineral saja, beberapa yang lain dibentuk oleh gabungan berbagai mineral.

Batu-batuan kulit bumi dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu: batuan beku (*igneous rocks*), batuan sedimen (*sedimentary rocks*), dan batuan metamorfosa/malihan (*metamorphic rocks*). Batuan-batuan tersebut berbeda-beda materi penyusunnya dan proses terbentuknya.

1) Batuan Beku (*igneus rocks*)

Batuan beku adalah batuan yang terbentuk dari magma pijar yang membeku menjadi padat. Contoh batuan beku berdasarkan tempat terbentuknya magma, batuan beku dibagi atas 3 macam :

- a) **Batuan Beku Dalam (*Plutonik*)**
 Terjadi di dalam magma, dengan penurunan suhu secara perlahan. Penurunan suhu secara perlahan tersebut menyebabkan proses kristalisasi terjadi dengan sempurna. Batuan ini terbentuk ketika magma masih berada pada bagian kerak bumi yang dalam. Batuan beku ini disebut juga sebagai plutonik atau batuan abisik. Batuan ini mempunyai struktur holokristalin, artinya batuan tersebut seluruhnya terdiri dari kristal-kristal. Pembentukan kristal membutuhkan waktu yang lama dan kondisi tertentu. Batuan beku plutonik berstruktur fanerik, artinya mineral-mineral penyusunnya dapat dilihat mata secara langsung tanpa menggunakan alat. Contoh batumannya batu *granit, diorite, gabro, peridotit*.
- b) **Batuan Beku korok/gang/celah (*Hypabisal*)**
 Batuan ini terbentuk dalam celah-celah atau rekaman-rekaman kerak bumi. Batuan beku korok/gang memiliki struktur beragam tergantung dari penurunan suhunya. Batuan yang dekat dengan dapur magma mempunyai struktur holokristalin, sedangkan yang lebih dekat dengan permukaan bumi mempunyai struktur porfir, yang memperlihatkan adanya butiran (kristal) yang tidak seragam (*inequigranular*) terdiri atas butiran yang besar (*fenokris*) dan masa dasar (*groundmass*) atau *matriks (matrix) yang lebih halus*. Contoh batumannya adalah *Ryolit porfir, Andesit porfir dan Basalt porfir*.
- c) **Batuan Beku Luar/lelehan (Vulkanik)**
 Batuan ini terbentuk dari pembekuan magma di permukaan bumi. Proses pembekuan terjadi di permukaan bumi sehingga prosesnya cepat. Proses ini menyebabkan sebagian besar mineralnya tidak memiliki waktu untuk membentuk kristal dan bersifat amorf. Batuan yang memiliki sifat amorf, susunan atom atau partikelnya tersusun secara acak dan tidak teratur, seperti susunan atom kaca, karet dan plastik. Contoh batuan beku luar adalah: batu apung (*pumice*), *scoria*, piroklastik, obsidian, ryolit, andesit dan basalt.
- 2) **Batuan sedimen (*Sedimentary rock*)**
 Batuan sedimen ialah batuan yang terbentuk dari endapan hasil dari proses pelarutan atau pengikisan batuan yang sudah ada sebelumnya, baik berasal dari batuan beku, batuan metamorf, atau batuan sedimen. Ciri utama batuan sedimen adalah berlapis-lapis.
 Berdasarkan proses pembentukannya, batuan sedimen dapat dikelompokkan menjadi, sebagai berikut:
- a) **Batuan sedimen klastik**
 Batuan asal mengalami penghancuran secara mekanik dari ukiran besar menjadi ukuran kecil, dan mengalami transportasi kemudian mengendap membentuk batuan sedimen klastik. Contoh : batupasir, konglomerat dan breksi.
- b) **Batuan sedimen kimiawi**
 Batuan sedimen pada pengendapannya terjadi pengendapan proses kimiawi, seperti penguapan, pelarutan, dan dehidrasi. Contoh : Batu gamping (*limestone, dolostone, rijang (chert)* batuan *evaporit*
- c) **Batuan sedimen organik**
 Batuan sedimen organik terjadi karena selama proses pengendapannya mendapat bantuan dari organisme, yaitu sisa rumah atau bangkai binatang di dasar laut. Contoh : batuan fosfat, *Coal* (batu bara) dan koral.
- 3) **Batuan malihan (*Metamorphic Rock*)**
 Batuan metamorf adalah batuan yang berasal dari batuan induk, dapat berupa batuan beku, batuan sedimen, ataupun metamorf yang mengalami proses metamorfosa. Dari beberapa penulis di dalam beberapa bukunya pembagian jenis metamorfosa ini berbeda satu sama lain. Secara garis besar pembagian

metamorfosa tersebut dilihat dari ruang lingkup daerah terjadinya, Bucher dan Frey (1994) membagi menjadi 2 jenis, yaitu :

(1) Metamorfosa lokal

Pengertian lokal disini adalah berhubungan dengan luas daerah dimana proses metamorfosa tersebut terjadi. Luasnya hanya sampai beberapa meter persegi. Metamorfosa yang disebut sebagai metamorfosa lokal ini antara lain :

(a) Metamorfosa thermal (kontak)

Metamorfosa kontak adalah rekristalisasi batuan di sekitar batuan beku intrusi maupun ekstrusi. Zona metamorfosa kontak disebut *contact aureole*. Tipe khas dari batuan metamorfosa kontak ini adalah batuan metamorfosa "non-schistose" yang disebut dengan hornfels. Kadang-kadang dapat juga ditemui batuan yang "schistose". Kenaikan temperatur karena konduksi panas pada daerah-daerah tertentu dan juga karena permeasi dari aquaous fluida yang berasal dari tubuh batuan beku.

(b) Metamorfosa dinamik

Metamorfosa ini terjadi karena perbedaan tekanan yang tinggi pada daerah yang mengalami deformasi intensif (*tensional faulting*). Proses yang terjadi murni karena gaya mekanis. Batuan yang dihasilkan adalah *fault breccia*, *fault gouge*, atau *mylonit*.

(c) Pirometamorfosa

Metamorfosa yang juga disebut metamorfosa optalik, atau kaustik. Faktor penyebab pada metamorfosa ini hanya panas dengan temperatur yang ekstrim. Pirometamorfosa diperlihatkan oleh aliran xenolith dan dike pada batuan vulkanik khususnya basalt.

(d) Metasomatisme

Metamorfosa ini terjadi karena meresapnya cairan dan gas yang panas pada celah antar butir atau retakan batuan.

(e) Metamorfosa Impact

Metamorfosa ini terjadi akibat adanya tabrakan *hypervelocity* sebuah meteorit. Kisaran waktunya hanya beberapa mikrodetik dan umumnya ditandai dengan terbentuknya mineral *coesite* dan *stishovite*. Metamorfosa ini erat kaitannya dengan panas bumi (geothermal).

(f) Metamorfosa Retrograde/Diaropteris

Terjadi akibat adanya penurunan temperatur sehingga kumpulan mineral metamorfosa tingkat tinggi berubah menjadi kumpulan mineral stabil pada temperature yang lebih rendah. (Combs, 1961)

(2) Metamorfosa regional / dinamo-thermal

Metamorfosa regional atau dinamo-thermal merupakan metamorfosa yang terjadi pada daerah yang sangat luas. Metamorfosa ini terjadi pada daerah yang sangat luas. metamorfosa regional dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

(a) Metamorfosa Orogenik

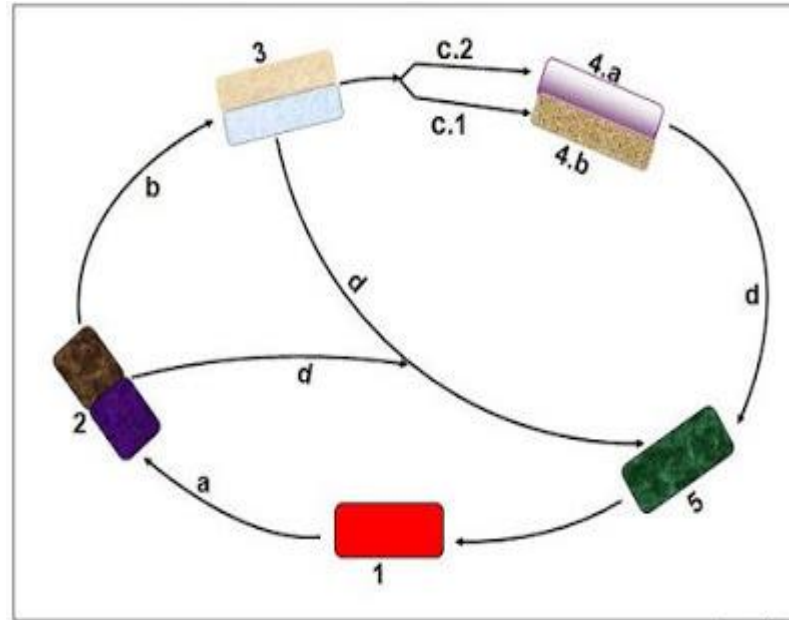
Metamorfosa ini terjadi pada daerah sabuk orogenik (patahan dan lipatan) dimana terjadi proses deformasi yang menyebabkan rekristalisasi. Umumnya batuan metamorf yang dihasilkan mempunyai butiran mineral yang memanjang dari ratusan sampai ribuan kilometer. Proses metamorfosa ini memerlukan waktu yang sangat lama berkisar antara puluhan juta tahun.

(b) Metamorfosa Burial

Metamorfosa ini terjadi oleh akibat kenaikan tekanan dan temperatur pada daerah geosinklin yang mengalami sedimentasi intensif, kemudian terlipat. Proses yang terjadi adalah rekristalisasi dan reaksi antara mineral dengan fluida.

(c) Metamorfosa Dasar dan Samudera

Metamorfosa ini terjadi akibat adanya perubahan pada kerak samudera di sekitar pematang tengah samudera (*mid oceanic ridges*). Batuan metamorf yang dihasilkan umumnya berkomposisi basa dan ultrabasa. Adanya pemanasan air laut menyebabkan mudah terjadinya reaksi kimia antara batuan dan air laut tersebut.



Gambar 2. Siklus Batuan

Sumber: <https://www.gurugeografi.id/2019/01/kunci-jawaban-unbk-geografi-2018-nomor.html> (diakses 26 Oktober 2020)

Keterangan:

1 = Magma batuan cair pijar didalam lithosfer, bentuk mula-mula siklus batuan

2 = Batuan Beku.

a = Karena pendinginan magma menjadi makin padat membeku.

3 = Batuan sedimen Klastis.

b=Batuan beku rusak hancur karena tenaga eksogen: air hujan,panas/dingin, es, angin, dll, diangkut diendapkan menjadi batuan sedimen klastis.

4.a= Batuan sedimen chemis.

c.1 = Batuan larut dalam air dan langsung diendapkan menjadi batuan sedimen chemis.

4.b= Batuan sedimen organis.

c.2 = Batuan larut dalam air diambil oleh organisme dan melalui organisme membentuk batuan endapan organisme.

5 = Batuan metamorf.

d = Karena tekanan dan suhu batuan beku dan batuan sedimen mengalami perubahan bentuk menjadi batuan malihan (*metamorf*)

c. Mineral

Dalam mineralogi yang dimaksud dengan mineral adalah bahan alamiah yang anorganik, biasanya berbentuk kristal, terusun dari satu unsur atau persenyawaan beberapa unsur dengan bentuk dan komposisi kimia tetap.

Dari hasil analisis kimia yang dilakukan pada batuan, ada 8 unsur yang membentuk kerak bumi. Unsur-unsur tersebut ternyata membentuk berbagai macam silikat dan oksida, sebagian besar membentuk mineral utama yang terdapat dalam batuan yang disebut mineral pembentuk batuan. Unsur-unsur pembentuk kerak bumi tersebut yaitu:

O ₂ = 47 %	Ca = 3,5 %
Si = 27 %	Na = 2,5 %
Al = 8 %	K = 2,5 %
Fe = 5 %	Mg = 2,5 %

Berdasarkan peranannya dalam ilmu batuan, mineral-mineral pembentuk batuan dibagi menjadi:

1) Mineral Utama

Adalah komponen mineral dari batuan yang diperlukan untuk menggolongkan dan menamakan batuan, tetapi tidak perlu terdapat dalam jumlah yang banyak. Beberapa mineral penting yang sering terdapat dalam batuan:

a) Felspar

Adalah suatu kumpulan dari sejumlah mineral pembentuk batuan.

Rumus umum = MAI (Al Si)₃O₈, M= K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr, Fe.

Felspar berwarna putih atau keputih-putihan. tidak mempunyai warna tersendiri tetapi sering diwarnai oleh pengotoran-pengotoran zat lain.

b) Plagioklas

Rumus umum : (Na, Ca) Al (Si, Al) Si₂O₈

Warna : putih, putih kelabu, kadang keijauan, kebiru-biruan.

Komposisi plagioklas dibagi 3 :

- Plagioklas asam
- Plagioklas medium
- Plagioklas basa

c) Ortoklas

Mineral terdiri dari kumpulan feldspar alkali. Feldspar pembentuk batuan granit atau batuan asam. Berwarna putih, putih-kuning, kemerah-merahan, keabu-abuan.

d) Mika

Mika adalah sejumlah mineral dengan rumus:

(K, Na, Ca) (Mg, Fe, Li, Al)₂₋₃(Al, Si)₄O₁₀ (OH F)₂.

Warnanya mulai dari tak berwarna, putih, perak, coklat muda, kuning kehijauan atau hitam.

e) Muskovit

Muskovit adalah salah satu mineral dari kumpulan mika. Berwarna coklat dan tak berwarna. Mineral yang umum terdapat dalam batuan malihan, batuan asam, batuan endapan.

Rumus umum : KAl₂ (OH)₂ AlSi₃ O₁₀)

f) Biotit

Biotit adalah satu mineral dari kumpulan mika tersebar luas, merupakan mineral pembentuk batuan yang penting. Berwarna coklat tua, hitam, atau hijau tua.

Rumus umum : K₂(Mg, Fe)₂(OH)₂(AlSi₃O₁₀)

g) Amfibol

Amfibol adalah kumpulan sejumlah mineral pembentuk batuan. Berwarna gelap.

Rumus :

A₂-3B₅(Si, Al)₈O₂₂(OH)₂A = Mg, Fe+2, Ca atau NaB + Mg, Fe+2, Al atau Fe+3

h) Horenblenda

Horenblenda adalah salah satu mineral penting dari kumpulan amfibol. Berwarna hitam, hijau tua cokelat. Terdapat pada batuan asam atau batuan entermedier. Misalnya : granit, sianit, diorit, andesit.

i) Piroksen

Piroksen adalah kumpulan dari sejumlah mineral yang berwarna gelap.

Rumus umum : $ABSi_2O_6 \rightarrow A = Ca, Na, Mg$ atau $Fe-2 B = Mg, Fe+3, Al$

j) Augit

Piroksen adalah salah satu mineral dari kumpulan piroksen. Umumnya berwarna hitam, hijau tua. Merupakan mineral pembentuk batuan basa. Misalnya : gabro, basal, peridotit.

k) Olivin

Olivin adalah mineral berwarna kuning kehijauan, kelabu kehijauan, atau cokelat. merupakan mineral pembentuk batuan beku basa, ultra basa dan batuan beku dengan kadar silikat rendah.

Rumus : $(Mg, Fe)_2SiO_4$

l) Kuarsa

Kuarsa Merupakan mineral pembentuk batuan penting. Tidak berwarna dan tembus pandang, kadang-kadang berwarna cokelat, kuning ungu merah, hijau, biru atau hitam. Hal ini disebabkan oleh adanya pengotoran. Kuarsa juga terdapat sebagai mineral-mineral kecil dalam berbagai macam batuan, yaitu batuan beku, batuan endapan, batuan malihan. dalam industri kuarsa digunakan oleh pabrik kaca, semen, keramik, dll.

Rumus : SiO_2

2) Mineral sekunder

Mineral sekunder dibentuk dari mineral primer oleh proses pelapukan, sirkulasi larutan atau metamorfosis. Selain pada batuan yang telah lapuk juga pada batuan malihan. Contoh : Klorit, terbentuk dari mineral biotit oleh proses pelapukan.

3) Mineral aksesori atau mineral tambahan

Mineral aksesori atau mineral tambahan terbentuk oleh kristalisasi magma, terdapat dalam jumlah sedikit, umumnya kurang dari 5%. Mineral zirkon juga merupakan mineral aksesori yang umum terdapat dalam batuan asam (granit).

C. Rangkuman

Litosfer merupakan lapisanbatuan/kulit bumi yang mengikuti bentuk bumi yang bulat. Litosfer merupakan bagian dari lapisan –lapisan bumi, yakni lapisan paling atas yang paling luas dan paling tipis. Bumi terbentuk atas 3 lapisan yakni :

- *Barisfer,*
- *Mantel,* dan
- *Litosfer,* yang terbagi menjadi menjadi dua, yaitu;
 - a) Lapisan sial (silisium alumunium)
 - b) Lapisan sima (silisium magnesium),

Batuan adalah bahan alamiah yang menyusun bumi. Sebagian besar batuan tersusun secara fisik dari campuran mineral.

Batu-batuan kulit bumi dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1) Batuan Beku (*igneous rocks*). Batuan beku dibagi atas 3 macam :

- Batuan Beku Dalam (*Plutonik*)
- Batuan Beku korok/gang/celah (*Hypabisal*)
- Batuan Beku Luar/lelehan (*Vulkanik*)

2) Batuan sedimen (*Sedimentary rock*)

- Batuan sedimen klastik
- Batuan sedimen kimiawi

- Batuan sedimen organik
- 3) Batuan malihan (*Metamorphic Rock*)
- Metamorfosa lokal
 - Metamorfosa regional

Ketiga macam batuan penyusun kerak bumi tersebut mengalami siklus pembentukan yang dinamakan dengan Siklus Batuan. Dalam siklusnya, batuan diawali dari magma yang ada di bawah lapisan kerak bumi mengalami pembekuan, menjadi batuan beku, kemudian mengalami pelapukan, pengangkutan, dan pengendapan, membentuk batuan sedimen, dan kemudian mengalami metamorphosis, membentuk batuan metamorf, pada akhirnya kembali melebur menjadi magma.

Batuan tersusun atas mineral yakni bahan alamiah yang anorganik, biasanya berbentuk kristal, tersusun dari satu unsur atau persenyawaan beberapa unsur dengan bentuk dan komposisi kimia tetap.

Mineral adalah bahan alamiah yang anorganik, biasanya berbentuk kristal, tersusun dari satu unsur atau persenyawaan beberapa unsur dengan bentuk dan komposisi kimia tetap.

Berdasarkan peranannya dalam ilmu batuan, mineral-mineral pembentuk batuan dibagi menjadi:

- a) Mineral utama.
- b) Mineral sekunder.
- c) Mineral aksesori atau mineral tambahan.

D. Penugasan Mandiri

Buatlah Peta Konsep tentang Lithosfer, Struktur bumi, batuan, dan mineral

E. Latihan Soal

Jawablah soal-soal berikut dengan benar!

1. Sebutkan lapisan-lapisan bumi dari urutan paling atas!
2. Jelaskan macam-macam batuan beku!
3. Apakah yang dimaksud dengan mineral itu?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

TENAGA GEOLOGI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KEHIDUPAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Kalian dapat menganalisis tenaga geologi dan pengaruhnya terhadap kehidupan.

B. Uraian Materi

Permukaan Bumi bukanlah merupakan suatu hamparan yang datar, melainkan memperlihatkan adanya bentukan-bentukan yang sangat bervariasi. Di wilayah daratan dapat ditemukan bagian-bagian yang tinggi, seperti perbukitan, dataran tinggi, dan gunung, serta bagian yang rendah, misalnya lembah dan ngarai. Demikian pula bentuk muka Bumi di wilayah laut terdapat bentukan-bentukan alam berupa paparan, tebing dasar laut (*continental slope*), palung, dan lubuk laut. Tinggi rendah muka Bumi ini dinamakan **relief**.

Bentukan muka Bumi tidak terjadi dengan sendirinya, tetapi akibat adanya dinamika litosfer yang mengubah raut muka Bumi. Terdapat suatu tenaga dari bumi yang bisa menyebabkan terbentuknya berbagai bentuk muka bumi tersebut, yakni **tenaga geologi**.

Jadi, tenaga geologi adalah tenaga yang mempengaruhi terbentuknya muka bumi baik yang berasal dari dalam maupun luar bumi. Secara umum tenaga geologi terbagi menjadi dua, yaitu tenaga endogen dan tenaga eksogen.

Tenaga endogen adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi. Sedangkan tenaga eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar permukaan bumi. tenaga endogen adalah tenaga awal yang membentuk relief permukaan bumi daratan dan lautan, dapat berupa *tektonisme, vulkanisme, dan seisme* (gempa bumi). Sedangkan Tenaga eksogen dapat dikatakan sebagai tenaga yang mengubah bentuk permukaan bumi yang sebelumnya telah dibentuk oleh tenaga endogen. Tenaga eksogen bekerja di atas permukaan bumi, berupa pelapukan, erosi, *masswasting*, dan sedimentasi.

a. Tenaga Endogen

Proses endogen merupakan dinamika di dalam litosfer sebagai akibat proses fisika dan kimia, berupa tekanan terhadap lapisan- lapisan batuan pembentuk litosfer atau aktivitas magma. Tenaga endogen berupa tekanan yang arahnya vertikal dapat mengakibatkantonjolan di permukaan Bumi seperti kubah, sedangkan yang arahnya mendatar mengakibatkan lipatan-lipatan muka Bumi (jalur pegunungan lipatan), retakan bahkan pematahan lapisan-lapisan litosfer sehingga terbentuk *sesar*.

Sebagaimana telah dijelaskan di atas bahwa, Secara umum proses endogen dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu, *tektonisme, vulkanisme, dan Seisme* (gempa bumi). Ketiga tenaga tersebut sebenarnya merupakan rangkaian proses alamiah yang saling berhubungan satu sama lain, yang dapat dijelaskan oleh salah satu teori dinamika Bumi yang dikenal dengan Teori Tektonik Lempeng (*Plate Tectonic Theory*).

2. Tektonisme

Tektonisme adalah tenaga dari dalam bumi yang mengakibatkan perubahan letak (*dislokasi*) atau perubahan bentuk (*deformasi*) kulit bumi. Sebagaimanakitaketahui bahwa permukaan bumi terbentuk dari lapisan batuan yang disebut kulit

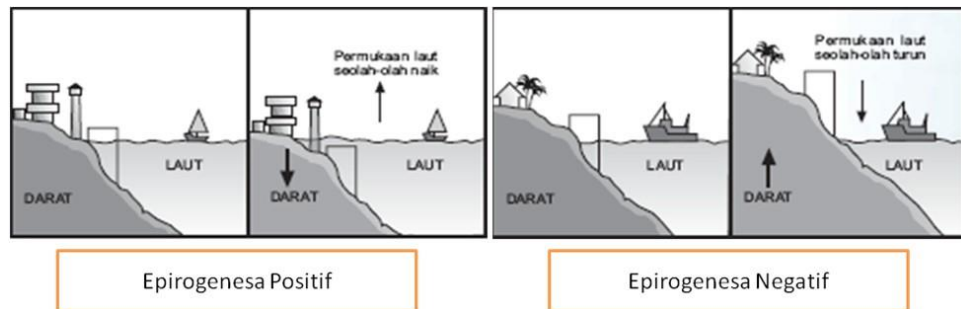
bumi atau litosfer. Kulit bumi mempunyai ketebalan relatif sangat tipis, sehingga mudah pecah-pecah menjadi potongan-potongan kulit bumi yang tak beraturan yang disebut lempeng tektonik. Lempeng-lempeng tektonik ini terus bergerak, baik secara horizontal maupun vertikal karena pengaruh arus konveksi dari lapisan di bawahnya (astenosfer).

Berdasarkan luas dan waktu terjadinya, gerakan tektonisme dapat dibedakan menjadi dua, yaitu gerak epirogenetik dan gerak orogenetik.

a) Gerak Epirogenetik.

Gerak epirogenetik adalah gerak atau pergeseran lapisan kerak bumi yang relatif lambat dan berlangsung dalam waktu yang lama, serta meliputi daerah yang luas. Contoh: penenggelaman benua Gondwana menjadi Sesar Hindia. Gerak epirogenetik dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut:

- 1) Epirogenetik positif, yaitu gerak turunnya daratan sehingga kelihatannya permukaan air laut yang naik. Contoh: Turunnya pulau-pulau di Indonesia bagian timur (Kepulauan Maluku dari pulau-pulau barat daya sampai ke pulau Banda).
- 2) Epirogenetik negatif, yaitu gerak naiknya daratan sehingga kelihatannya permukaan air yang turun. Contoh: naiknya Pulau Buton dan Pulau Timor. Perhatikan Gambar di bawah ini!



Gambar 3. Epirogenetik Positif dan Epirogenetik Negatif

(Sumber: <https://thohamustofageografi.wordpress.com/2017/01/02/tektonisme-epirogenesa-dan-orogenesis/>)

b) Gerak orogenetik,

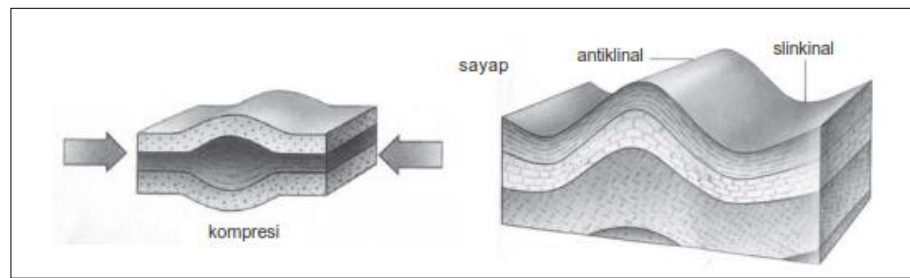
Gerak orogenetik ialah gerak atau pergeseran lapisan kerak bumi yang relatif cepat dan berlangsung dalam waktu yang singkat dibanding gerak epirogenetik, serta meliputi daerah yang sempit. Gerak orogenetik sering disebut sebagai proses pembentukan pegunungan. Contoh: pembentukan pegunungan-pegunungan yang ada di bumi ini, seperti Pegunungan Andes, Rocky Mountain, Sirkum Mediterania, dan sebagainya.

Gerak orogenetik menyebabkan tekanan horizontal dan vertikal di kulit bumi, yang mengakibatkan terjadinya dislokasi atau berpindah-pindahannya letak lapisan kulit bumi. Peristiwa ini dapat menimbulkan lipatan (*folded process*) dan patahan (*fault Process*)

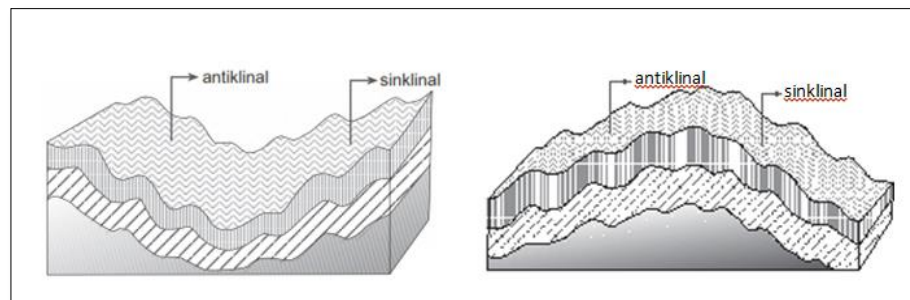
1) Proses lipatan (*Folded process*)

Proses lipatan (*Folded process*) yaitu suatu bentuk kulit bumi berbentuk lipatan (gelombang) yang terjadi karena adanya tenaga endogen yang arahnya mendatar dari dua arah berlawanan, sehingga lapisan-lapisan batuan di sekitarnya terlipat dan membentuk puncak lipatan (*antiklin*) serta lembah lipatan (*sinklin*). Fenomena ini dapat Kalian saksikan apabila melewati jalan yang menerobos dua bukit, maka nampak pada sisi kiri kanan jalan singkapan kerak bumi berupa lapisan bergelombang, ada bagian yang naik dan adapula

yang turun. Itulah salah satu gejala lipatan. Apabila terbentuk beberapa puncak lipatan disebut *antiklinorium* dan beberapa lembah lipatan disebut *sinklinorium*.



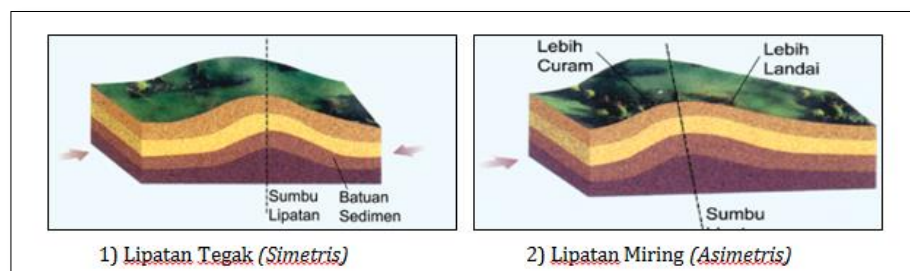
Gambar 4. Penampang Lipatan
(Sumber: Dynamic Earth, 1994, halaman 13 dan 17)



Gambar 5. Sinklinorium/Geosinklinal dan Antiklinorium/Geoantiklinal
(Sumber : Ani Anjani, Geografi Kelas X, hal 97)

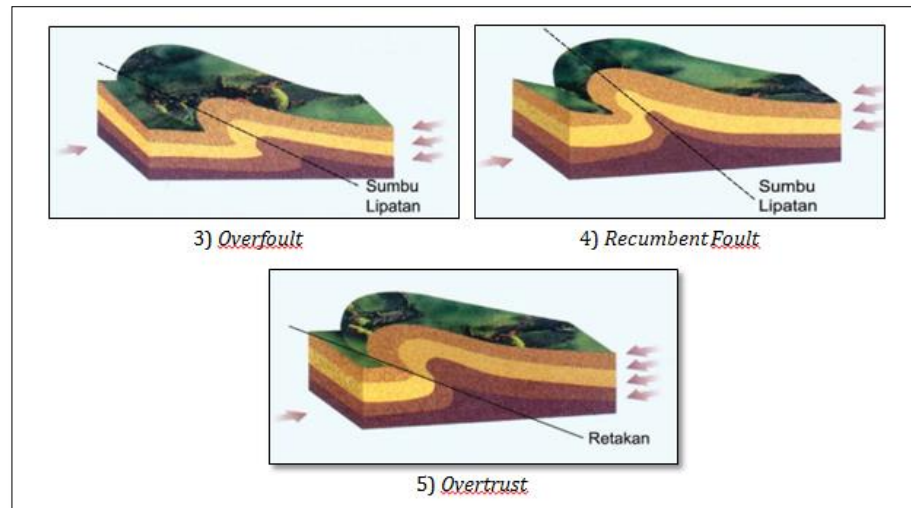
Lipatan terdiri atas berbagai bentuk, di antaranya sebagai berikut.

- Lipatan Tegak, dihasilkan dari kekuatan yang sama yang mendorong dari dua sisi secara seimbang.
- Lipatan Miring, ketika kekuatan tenaga pendorong di salah satu sisi lebih kuat, maka akan menghasilkan kenampakan yang salah satu sisinya lebih curam.
- Overfoult*, lipatan yang terbentuk pada saat tekanan bekerja pada salah satu sisi dengan lebih kuat, sisi tersebut akan terlipat sesuai arah lipatan.
- Recumbent Folt*, terbentuk pada saat lipatan yang satu menekan sisi yang lain, menyebabkan sumbu lipat hamper datar.
- Overtrust*, terbentuk ketika tenaga tekan menekan satu sisi dengan kuatnya hingga menyebabkan lipatan menjadi retak.



1) Lipatan Tegak (*Simetris*)

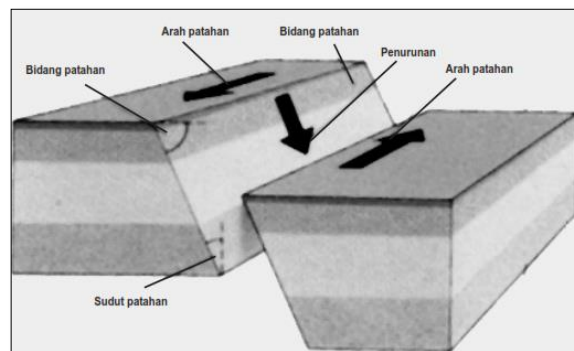
2) Lipatan Miring (*Asimetris*)



Gambar 6. Model Lipatan
(Sumber: *Interactive Geography 3*, hal 187)

2) Patahan (*Fault Process*)

Tenaga endogen yang bekerja di sini biasanya pada batuan yang padat dan keras dengan waktu relatif cepat sehingga lapisan batuan yang terkena tekanan tidak sempat melipat, melainkan retak-retak sampai akhirnya patah. Akibat pematahan massa batuan tersebut, terdapat bagian muka Bumi yang mengalami penurunan atau pemerosotan membentuk lembah patahan. Coba perhatikan gambar penampang di bawah ini!



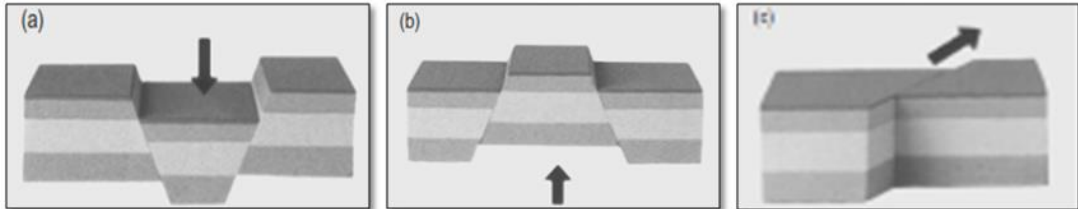
Gambar 7. Penampang Sesar/Patahan
(Sumber : *Concise Encyklopedia Earth*, 1998)

Bagian yang mengalami pemerosotan ini dinamakan *graben (slenk)*, sedangkan bagian yang naik membentuk punggung (*puncak*) patahan yang disebut *horst*.

- Patahan akibat dua tekanan yang arahnya bersifat horizontal dan saling menjauh. Pada kasus ini, dua buah tekanan yang arahnya mendatar dan menjauh satu sama lain mengakibatkan adanya retakan yang cukup besar pada lapisan-lapisan batuan. Salah satu massa batuan yang telah retak itu mengalami pemerosotan membentuk lembah patahan atau *graben*.
- Patahan akibat tekanan yang arahnya vertikal. Adakalanya tenaga endogen yang bekerja pada lapisan litosfer arahnya vertikal dalam waktu yang relatif cepat. Bagian yang mengalami tekanan akan membumbung disertai dengan retakan-retakan. Karena adanya gaya berat, salah satu dari massa batuan akan mengalami penurunan lokasi membentuk *graben*, sedangkan bagian lainnya membentuk *horst*.

- (c) Patahan akibat dua tekanan horizontal yang berlawanan arah. Dalam pembahasan teori tektonik lempeng telah dipelajari bahwa jika terdapat tenaga endogen yang bekerja pada lapisan litosfer dengan arah mendatar dan saling berlawanan arah, akan terbentuk sesar mendatar (*strike slip fault*).

Perhatikan gambar 8 Untuk memperkuat pemahaman Kalian terhadap konsep sesar di atas.



Gambar 8. (a) *Graben*, (b) *Horst*, dan (c) *Strike Slip Fault*(patahan mendatar)

Para Siswa, sekarang pikirkan adakah dampak dari adanya tektonisme?
Benar, tentu ada!

Tenaga tektonisme akan berdampak pada banyak hal. Pergeseran kerak Bumi mendorong terbentuknya berbagai jenis pegunungan dan cekungan sedimen. Terjadinya tekanan, regangan, dan deformasi pada kerak Bumi (pengangkatan, amblesan, retakan, patahan, serta lipatan) didukung dengan adanya gaya gravitasi Bumi akan menimbulkan terjadinya erosi, longsor, dan sedimentasi. Dari proses ini dapat menimbulkan bencana alam yang mengakibatkan kerugian materiil, harta benda, bahkan nyawa.

Tahukah para siswa, bencana lain yang terjadi? Ya, gempa Bumi dan tsunami. Beberapa dampak di atas dapat digolongkan sebagai dampak negatif. Selain itu juga timbul dampak positif, meskipun sering tidak disadari oleh banyak orang. Kantong-kantong minyak dan gas alam banyak ditemukan di lipatan-lipatan dan sesar-sesar batuan yang kondisinya menguntungkan. Salah satunya terdapat di sisi utara maupun selatan rangkaian pegunungan yang melintasi Pulau Jawa.

Nah, apakah para siswa bisa menemukan manfaat yang lain! Coba Kalian pikirkan manfaat lain dimaksud, kemudian catatlah hasilnya pada buku catatan Kalian untuk didiskusikan dengan teman atau guru.

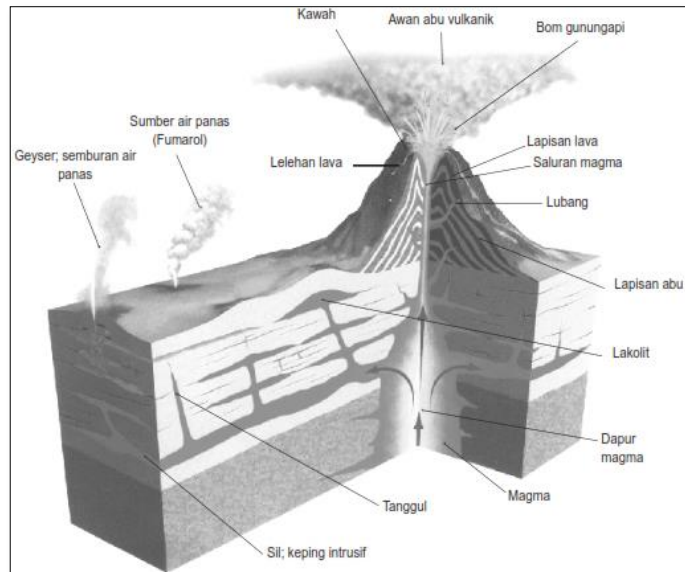
3. Vulkanisme

Vulkanisme adalah semua peristiwa yang berhubungan dengan keluarnya magma ke permukaan bumi. Peristiwa vulkanisme berhubungan dengan pembentukan gunungapi, yaitu pergerakan magma dari dalam litosfera yang menyusup ke lapisan yang lebih atas atau sampai ke permukaan bumi. Di dalam litosfer, magma menempati suatu kantong yang dinamakan dapur magma (*Batholit*). Kedalaman dan besar dapur magma itu sangat bervariasi. Ada dapur magma yang letaknya sangat dalam dan ada pula yang dekat dengan permukaan bumi. Perbedaan letak ini merupakan penyebab perbedaan kekuatan letusan yang terjadi. Pada umumnya, dapur magma yang dalam menimbulkan letusan yang lebih kuat daripada yang letaknya dangkal.

Magma dapat diartikan sebagai bahan-bahan silikat pijar yang terdiri atas bahan padat (batuan), cairan, dan gas yang berada di dalam lapisan kulit bumi (*litosfer*). Berbagai macam gas yang terkandung dalam magma antara lain uap air,

Oksida Belerang (SO₂), Gas Hidrokarbon atau Asam Klorida (HCL), Gas Hidrosulfat atau Asam Sulfat (H₂SO₄). Aktivitas magma disebabkan oleh tingginya suhu magma dan banyaknya gas yang terkandung di dalamnya.

Ada dua bentuk gerakan magma yang berhubungan dengan vulkanisme, yaitu *intrusi* dan *ekstrusi* magma. Coba perhatikan gambar berikut!



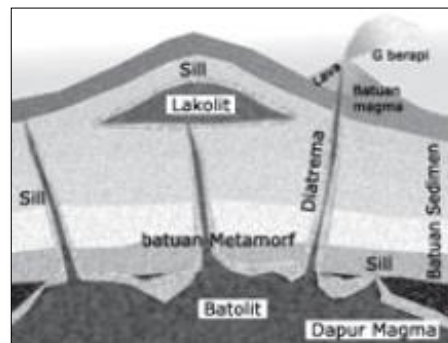
Gambar 9. Penampang Gunung Api
(Sumber: Kamus Visual, 2004)

a. *Intrusi* Magma

Intrusi magma yaitu terobosan magma ke dalam lapisan-lapisan litosfera, tetapi tidak sampai ke permukaan bumi. Intrusi magma dapat dibedakan menjadi lima, antara lain:

- (1) *Batholit*, yaitu dapur magma.
- (2) Intrusi datar (*sill* atau lempeng intrusi), yaitu magma yang menyusup di antara dua lapisan batuan, mendatar dan paralel dengan lapisan batuan tersebut.
- (3) *Lakolit*, yaitu magma yang menerobos di antara lapisan bumi paling atas. Bentuknya seperti lensa cembung atau kue serabi.
- (4) Gang (korok), yaitu batuan hasil intrusi magma yang menyusup dan membeku di sela-sela lipatan (korok).
- (5) *Diatrema* adalah lubang (pipa) di antara dapur magma dan kepundan gunungapi yang bentuknya seperti silinder memanjang.

Perhatikan gambar berikut!



Gambar 10. Penampang bentukan intrusi magma
(Sumber: www. e-dukasi.net)

Para siswa yang hebat, bentukan hasil intrusi magma merupakan sumber mineral yang sangat penting artinya secara ekonomi. Karena pada daerah *intrusi* itu seringkali didapati berbagai mineral seperti intan, tembaga, besi, emas, perak dan mineral logam serta non logam lainnya.

b. Ekstrusi Magma

Ekstrusi magma, yaitu proses keluarnya magma dari dalam bumi sampai di atas permukaan bumi. Materi hasil ekstrusi magma dapat berupa:

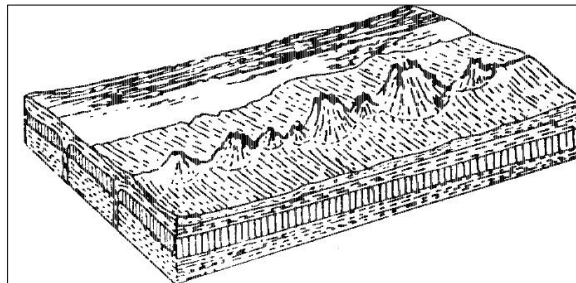
- 1) Lava, yaitu magma yang keluar sampai ke permukaan bumi dan mengalir ke permukaan bumi.
- 2) Lahar, yaitu material campuran antara lava dengan materi-materi yang ada di permukaan bumi berupa pasir, kerikil, debu, dan lain-lain dengan air sehingga membentuk lumpur.
- 3) Eflata dan piroklastika yaitu material padat berupa bom, lapili, kerikil, dan debu vulkanik.
- 4) Ekshalasi (gas) yaitu material berupa gas asam arang seperti *fumarole* (sumber uap air dan zat lemas), solfatar (sumber gas belereng), dan *mofet* (gas asam arang).

Ekstrusi identik dengan erupsi atau letusan gunungapi yang dapat di bedakan menjadi dua, yaitu erupsi efusif dan erupsi eksplosif.

- 1) Erupsi efusif, yaitu erupsi berupa lelehan lava melalui retakan atau rekahan atau lubang kawah suatu gunungapi.
- 2) Erupsi eksplosif, yaitu erupsi berupa ledakan dengan mengeluarkan bahan-bahan padat (Eflata/Piroklastika) berupa bom, lapili, kerikil, dan debu vulkanik bersama-sama dengan gas dan fluida.

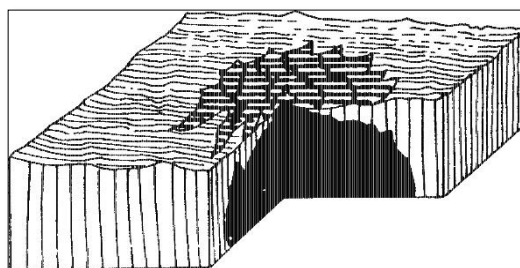
Menurut tempat keluarnya magma, erupsi dapat dibedakan menjadi tiga, yakni:

- 1) Erupsi linear, yaitu peristiwa keluarnya magma melalui celah atau retakan yang memanjang, sehingga membentuk deretan gunungapi.



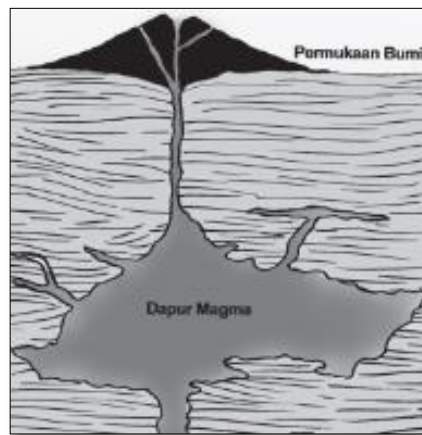
Gambar 11. Erupsi Linier (Sumber: Moh. Ma'mur Tanudidjaja, 1988, halaman 204)

- 2) *Erupsi areal*, yaitu letusan yang terjadi jika letak magma dekat dengan permukaan bumi, kemudian magma membakar dan melelehkan lapisan batuan yang berada di atasnya sehingga membentuk lubang yang besar di permukaan bumi.



Gambar 12. Erupsi Areal (Sumber: Moh. Ma'mur Tanudidjaja, 1988, halaman 204)

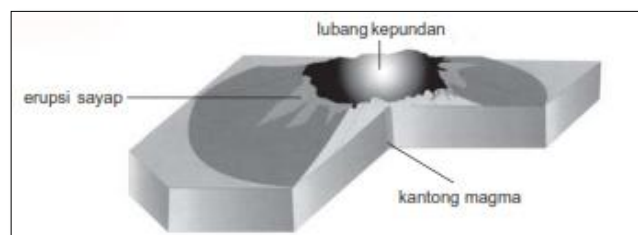
- 3) *Erupsi sentral*, jika letusan yang terjadi keluar melalui sebuah lubang yang membentuk gunungapi yang terpisah-pisah.



Gambar 13. Erupsi Sentral (Sumber: Ani Anjani, Geografi X, halaman 91)

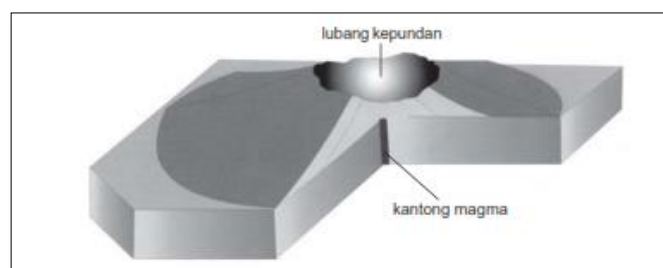
Erupsi sentral menghasilkan tiga bentuk gunung api, yaitu sebagai berikut:

- c) Gunungapi perisai (*Shield Volcanoes*), yaitu sebuah gunung api yang beralas luas dan berlereng landai, merupakan hasil erupsi efusif magma yang cair. Contohnya, gunungapi yang tersebar di kepulauan Hawaii.



Gambar 14. Gunungapi prisai (Sumber: www.e-dukasi.net)

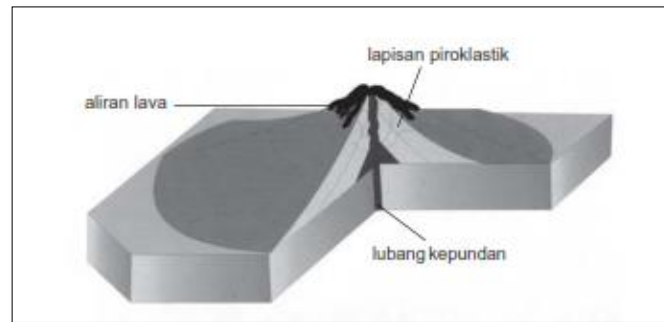
- d) Gunungapi *maar*, merupakan hasil erupsi eksplosif yang tidak terlalu kuat dan hanya sekali saja. Contohnya, Gunung Lamongan Jawa Timur dengan kawahnya Klakah.



Gambar 15. Gunung api maar (Sumber: www.e-dukasi.net)

- e) Gunungapi *strato* atau kerucut, merupakan hasil campuran, efusif dan eksplosif yang berulang kali. Gunungapi ini berbentuk kerucut dan badannya berlapis-lapis. Akibat erupsi yang berpindah-pindahpusatnya, menyebabkan di sana sini terbentuk kerucut-kerucut gunung-api, sehingga bentuk gunungapi tersebut tidak teratur. Sebagian besargunungapi di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan

Malukutermasuk gunungapi kerucut. Contoh Gunung Api Strato: Gunung Kerinci, Merapi, Ciremai, Semeru, Batur, Tangkuban Perahu, dan Gunung Fujiyama di Jepang.



Gambar 16. Gunung api *strato* (Sumber: www.e-dukasi.net)

Berdasarkan kekentalan magma, tekanan gas, kedalaman dapur magma, dan material yang dikeluarkannya, letusan gunung api dibedakan menjadi beberapa tipe, yaitu:

a) Letusan Tipe Hawaii

Tipe *hawaii* terjadi karena lava yang keluar dari kawah sangat cair, sehingga mudah mengalir ke segala arah. Sifat lava yang sangat cair ini menghasilkan bentuk seperti perisai atau tameng. Contoh: Gunung Mauna Loa, Mauna Kea, dan Kilauea di Hawaii.

b) Letusan Tipe Stromboli

Letusan tipe ini bersifat spesifik, yaitu letusan-letusannya terjadi dengan interval atau tenggang waktu yang hampir sama. Gunung api stromboli di Kepulauan Lipari tenggang waktu letusannya ± 12 menit. Jadi, setiap ± 12 menit terjadi letusan yang memuntahkan material, bom, lapili, dan abu. Contoh gunung api bertipe stromboli adalah Gunung Vesuvius (Italia) dan Gunung Raung (Jawa).

c) Letusan Tipe Vulkanano

Letusan tipe ini mengeluarkan material padat, seperti bom, abu, lapili, serta bahan-bahan padat dan cair atau lava. Letusan tipe ini didasarkan atas kekuatan erupsi dan kedalaman dapur magmanya. Contoh: Gunung Vesuvius dan Etna di Italia, serta Gunung Semeru di Jawa Timur.

d) Letusan Tipe Merapi

Letusan tipe ini mengeluarkan lava kental sehingga menyumbat mulut kawah. Akibatnya, tekanan gas menjadi semakin bertambah kuat dan memecahkan sumbatan lava. Sumbatan yang pecah-pecah terdorong ke atas dan akhirnya terlempar keluar. Material ini menuruni lereng gunung sebagai ladu atau *gloedlawine*. Selain itu, terjadi pula awan panas (*gloedwolk*) atau sering disebut *wedhus gembel*. Letusan tipe merapi sangat berbahaya bagi penduduk di sekitarnya.

e) Letusan Tipe Perret atau Plinian

Letusan tipe ini sangat berbahaya dan sangat merusak lingkungan. Material yang dilemparkan pada letusan tipe ini mencapai ketinggian sekitar 80 km. Letusan tipe ini dapat melemparkan kepundan atau membobol puncak gunung, sehingga dinding kawah melorot. Contoh: Gunung Krakatau yang meletus pada tahun 1883 dan St. Helens yang meletus pada tanggal 18 Mei 1980.

f) Letusan Tipe Pelee

Letusan tipe ini biasa terjadi jika terdapat penyumbatan kawah di puncak gunung api yang bentuknya seperti jarum, sehingga menyebabkan tekanan gas

menjadi bertambah besar. Apabila penyumbatan kawah tidak kuat, gunung tersebut meletus.

g) Letusan Tipe Sint Vincent

Letusan tipe ini menyebabkan air danau kawah akan tumpah bersama lava. Letusan ini mengakibatkan daerah di sekitar gunung tersebut akan diterjang lahar panas yang sangat berbahaya. Contoh: Gunung Kelud yang meletus pada tahun 1919 dan Gunung Sint Vincent yang meletus pada tahun 1902.

Selain gunung api yang dihasilkan dari aktivitas ekstrusi magma, ada beberapa fenomena alam lain yang terbentuk dari proses lanjutan atau pasca vulkanisme. Kenampakan tersebut antara lain kaldera, danau kaldera, plato lava, geyser, dan kolam lumpur.

a) Sumbat Lava

Kenampakan ini terjadi ketika lava yang padat dalam pipa vulkanik yang padam menjadi massa yang resistan. Beberapa waktu kemudian, bagian dari kerucut vulkanik yang terdiri atas materi yang kurang resistan menjadi lapuk dan terkikis, yang tertinggal hanya sumbat lava. Ukuran sumbat lava ini bisa sangat besar hingga menyerupai bukit. Salah satu contohnya yaitu Menara Setan di Wyoming, USA.

b) Kaldera dan Danau Kaldera

Kaldera adalah cekungan besar yang ada di puncak gunung. Kenampakan ini terjadi akibat letusan yang sangat dahsyat dan meninggalkan lubang yang besar. Jika lubang ini kemudian terisi air akan membentuk danau kaldera.



Gambar 18. Kaldera Gunung Tambora
(Sumber: <http://blog.davestpay.com/berita>)

c) Plato Lava

Kenampakan ini terjadi karena magma yang keluar bersifat encer, sehingga mampu menyebar dan membentuk hamparan lava yang luas dan lama-kelamaan secara perlahan lava ini membeku hingga membentuk suatu dataran tinggi yang disebut plato.

d) Geyser dan Mata Air Panas

Di kawasan vulkanik, air tanah bisa dipanaskan oleh magma. Air yang terpanaskan ini bisa muncul ke permukaan dengan tenaga eksplosif, inilah yang disebut geyser. Jika air ini keluar melalui aliran air di celah batuan, terbentuklah mata air panas. Sedangkan geyser merupakan air panas yang memancar secara periodik.

Keberadaan gunung berapi di suatu daerah, selain menimbulkan dampak negatif berupa bencana, seperti letusan, gas beracun dan tanah longsor yang selalu mengancam penduduk sekitarnya, ternyata dapat pula membawa

dampak positif berupa manfaat yang sangat besar bagi kehidupan, antara lain sebagai berikut:

- 1) Sebagai sumber energi, sebab sumber panas dari gunung berapi dapat dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) seperti yang terdapat di Gunung Kamojang di Jawa Barat dan Gunung Dieng di Jawa Tengah.
- 2) Sebagai sumber mineral dan bahan galian, seperti intan, timah, tembaga, belerang, dan batu apung.
- 3) Sebagai obyek wisata dan olahraga, misalnya hiking, climbing, layang gantung, dan bersepeda gunung.
- 4) Sebagai daerah pertanian yang subur, hal ini disebabkan material yang dikeluarkan oleh gunung berapi banyak mengandung unsur dan mineral yang dapat membuat tanah di sekitarnya menjadi subur dan mengalamiperemajaan.
- 5) Sebagai daerah hujan orografis, yaitu hujan yang terjadi karena adanya penghalang berupa gunung atau pegunungan, sehingga daerah gunungberapi merupakan tempat yang berfungsi hidrologis bagi daerah sekitarnya.
- 6) Sebagai sumber plasma nutfah, karena variasi ketinggian secara vertikal dari gunung berapi dapat mengakibatkan plasma nutfah yang hidup menjadi sangat bervariasi pula.

4. Seisme

Gempa Bumi ialah getaran yang terjadi di permukaan bumi, biasanya disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi (kerak bumi). Getaran tersebut adalah akibat dari pelepasan energi secara tiba-tiba sehingga menyebabkan gelombang seismik. Gempa bumi merupakan proses endogen yaitu akibat adanya pergerakan bumi.

a. Klasifikasi Gempa

Berikut ini adalah beberapa jenis gempa bumi:

- 1) Berdasarkan Penyebabnya
 - a) Gempa bumi runtuh (*Fall Earthquake*)
Gempa ini terjadi akibat runtuhnya batu-batu raksasa di sisi gunung, atau akibat runtuhnya gua-gua besar. Radius getaran tidak begitu besar atau tidak terasa.
 - b) Gempa bumi vulkanik (*Volcanic Earthquake*)
Gempa ini terjadi akibat aktivitas gunung api. Dalam banyak peristiwa, gempa bumi ini mendahului erupsi gunung api, tetapi lebih sering terjadi secara bersamaan. Getaran gempa vulkanik lebih terasa dibandingkan getaran gempa runtuh, getarannya terasa di daerah yang lebih luas.
 - c) Gempa bumi tektonik (*Tectonic Earthquake*)
Gempa ini terjadi akibat proses tektonik di dalam litosfer yang berupa geseran lapisan batuan tua terjadi dislokasi. Gempa ini memiliki kekuatan yang sangat besar dan meliputi daerah yang sangat luas.
- 2) Berdasarkan bentuk episentrum
 - a) Gempa linear, yaitu gempa yang episentrumnya berbentuk garis.
Gempa tektonik merupakan gempa linear. Salah satu akibat tektonisme adalah patahan.
 - b) Gempa sentral, yaitu gempa yang episentrumnya berupa titik. Gunung api pada erupsi sentral adalah sebuah titik letusan, demikian juga runtuh retak bumi.
- 3) Berdasarkan kedalaman hiposentrum
 - a) Gempa dangkal, memiliki kedalaman hiposentrumnya kurang dari 100 km di bawah permukaan bumi.
 - b) Gempa menengah, memiliki kedalaman hiposentrumnya antara 100 km-300 km di bawah permukaan bumi.

- c) Gempa dalam, memiliki kedalaman hiposentrumnya antara 300-700 km di bawah permukaan bumi. Sampai saat ini tercatat gempa terdalam 700 km.
- 4) Berdasarkan jarak episentrum
 - a) Gempa setempat, berjarak kurang dari 10.000 km.
 - b) Gempa jauh, berjarak 10.000 km.
 - c) Gempa jauh sekali, berjarak lebih dari 10.000 km.
- 5) Berdasarkan letak pusat gempa
 - a) Gempa laut, terjadi jika letak episentrumnya terletak di dasar laut atau dapat pula dikatakan episentrumnya terletak di permukaan laut. Gempa ini terjadi karena getaran permukaan dirambatkan di permukaan laut bersamaan dengan yang dirambatkan pada permukaan bumi di dasar laut.
 - b) Gempa darat, terjadi jika episentrumnya berada di daratan

b. Gelombang gempa

Titik di bawah tanah, tepat di tempat bebatuan berguncang dan menyebabkan gempa bumi disebut pusat atau *hiposentrum*. Mungkin, titik ini berada ratusan kilometer di bawah tanah. Gerakan bebatuan menyebabkan getaran yang disebut *gelombang seismik*. Gelombang seismik bergerak sangat cepat ke segala arah dari pusat gempa. Gelombang paling kuat terjadi pada titik hiposentrum yang ada di permukaan bumi yang letaknya tepat di atas pusat gempa (episentrum). Semakin jauh dari pusat, gelombang seismik akan semakin lemah. Jumlah kerusakan yang biasa terjadi akibat gelombang seismik tergantung pada banyaknya jenis bebatuan yang membentuk permukaan bumi. Pada dasarnya, ada tiga macam gelombang gempa, yaitu sebagai berikut:

- 1) *Gelombang longitudinal* atau *gelombang primer (P)*, yaitu gelombang yang merambat dari hiposentrum ke segala arah dan tercatat pertama kali oleh seismograf dengan kecepatan antara 7 - 14 km per detik dan periode gelombang 5 - 7 detik.
- 2) *Gelombang transversal* atau *gelombang sekunder (S)*, yaitu gelombang yang merambat dari hiposentrum ke segala arah dan tercatat sebagai gelombang kedua oleh seismograf dengan kecepatan antara 4 - 7 km per detik dan periode gelombang 11 - 13 detik.
- 3) *Gelombang panjang* atau *gelombang permukaan*, yaitu gelombang yang merambat dari episentrum menyebar ke segala arah di permukaan bumi dengan kecepatan antara 3,5 - 3,9 km per detik dan periode gelombang relatif lama.

Di permukaan, juga ada dua jenis gelombang seismik, yaitu *gelombang rayleigh* merupakan gelombang yang bergerak turun naik dan *gelombang love* merupakan gelombang yang mendorong bebatuan dari satu sisi ke sisi yang lain sambil menjalar. Gelombang permukaan lebih lambat dibandingkan dengan gelombang utama, tetapi kerusakan yang ditimbulkan jauh lebih dahsyat. Kedahsyatan itu disebabkan lamanya rambatan gelombang ini.

Untuk menentukan letak suatu episentrum gempa, diperlukan catatan gempa bumi dari minimal tiga pencatat gempa bumi, dengan cara sebagai berikut:

- 1) Jarak stasiun ke episentrum dapat dihitung dengan menggunakan *Hukum Laska* berikut:

$$\Delta = \{(S - P) - 1\} \times 1000 \text{ km}$$

Δ = Delta, menunjukkan jarak ke episentrum
 S = Saat tibanya gelombang S pada seismograf
 P = Saat tibanya gelombang P pada seismograf

$r = 1$ menit; 1 megameter = 1.000 km.

Contoh soal:

Suatu gempa tektonik di tercatat pada seismograf stasion di Sorong sebagai berikut:

a. Gelombang longitudinal tercatat pada jam 11.35'.20"

b. Gelombang transversal tercatat pada jam 11.36'.35"

Berapa jarak Sorong dari episentrum gempa?

Jawab:

$$\begin{aligned}\Delta &= \{(11.36'.35'' - 11.35'.20'') - 1'\} \times 1.000 \text{ km} \\ &= (01' 15'' - 1') \times 1.000 \text{ km} \\ &= (15/60) \times 1.000 \text{ km} \\ &= 1/4 \times 1.000 \text{ km} \\ &= 250 \text{ km}\end{aligned}$$

Jarak dari episentrum ke Garut adalah sekitar 250 km.

2) Metode Episentral

Episentral adalah jarak antara sumber gempa atau episentrum dan stasiun pengamat gempa. Untuk menentukan posisi sumber gempa dengan metode ini, diperlukan data waktu kejadian gempa minimal dari tiga stasiun pengamatan.

Contoh :

Dalam satu kejadian gempa, tercatat waktu getaran gelombang primer dan sekunder dari tiga stasiun pengamat A, B dan C sebagai berikut ini.

Stasiun A : gelombang P pertama pukul 12:07.10 WIB
gelombang S pertama pukul 12:09.25 WIB

Stasiun B : gelombang P pertama pukul 12:15.07 WIB
gelombang S pertama pukul 12:18.37 WIB

Stasiun C : gelombang P pertama pukul 12:30.10 WIB
gelombang S pertama pukul 12:33.10 WIB

Dari data tersebut, dapat dihitung dan menentukan posisi episentrum atau sumber gempa dengan langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut.

- Menentukan jarak episentral dari masing-masing stasiun pengamat, (karena $1' = 60''$, $15'' = 15/60 = 0,25'$), artinya episentral dari stasiun pengamat A berjarak 250 km. (karena $1' = 60''$, $30'' = 30/60 = 0,5'$), artinya episentral dari stasiun pengamat B berjarak 2.500 km. Episentral dari stasiun C = 3.000 km.
- Membuat lingkaran-lingkaran pada peta dengan titik pusat lingkaran setiap lokasi stasiun pengamat, yaitu A, B dan C. Panjang jari-jari lingkaran sama dengan jarak episentralnya dan disesuaikan dengan skala peta. Misalnya skala peta adalah 1:100.000.000, artinya jarak 1 cm pada peta sebanding dengan 1.000 km di permukaan Bumi. Maka jari-jari lingkaran A = 2,5 cm B = 25 cm dan C = 30 cm.
- Titik pertemuan ketiga lingkaran merupakan lokasi episentrum kejadian gempa tersebut.

3) Metode Homoseista

Homoseista adalah garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan Bumi yang mencatat getaran gempa yang pertama pada waktu yang sama. Misalnya, seismograf yang terdapat di stasiun D, E, dan F mencatat getaran gempa pada pukul 20:35.15 WIB. Pada peta ketiga stasiun tersebut terletak pada satu garis homoseista. Untuk menentukan lokasi episentrum, buatlah garis DE, dan EF kemudian tariklah sumbu dari kedua garis tersebut. Pertemuan kedua sumbu garis merupakan lokasi episentrum.

Berdasarkan data seismometer, para ahli gempa bumi telah mengembangkan berbagai ukuran untuk mengukur kekuatan sebuah gempa. Skala yang terkenal dan banyak digunakan adalah skala yang disusun oleh Charles F. Richter dan Beno Gutenberg berdasarkan gempa yang terjadi di California pada 1906. Skala ini kemudian terkenal dengan nama skala richter. Perhatikan Tabel!

Kekuatan (Magnitudo)	Kategori	Energi TNT
>8	Great (Sangat Kuat)	-
7-7,9	Major (Besar)	32 megaton
6-6,9	Strong (Kuat)	-
5-5,9	Moderate (Sedang)	32 kiloton
4-4,9	Light (Ringan)	1 kiloton
3-3,9	Minor (Kurang)	29 ton
<3	Very Minor (Sangat Kurang)	<4 ton

Tabel 1. Kategori skala richter
Sumber: Gempa Jogja, Indonesia & Dunia, 2006

Skala richter menggunakan dasar penghitungan amplitudogelombang parameternya adalah beda waktu tempuh antaragelombang P dan gelombang S. *Richter* membagi kekuatan gempa ke dalam 10 bagian. Angka 10 adalah ukuran untuk gempa yang sangat kuat.

Selain itu, ada *Moment-Magnitude Scale*, yang bisa digunakan untuk mengukur gempa berkekuatan luar biasa. Selain itu juga ada *Modified Mercalli Intensity Scale*. Skala ini, terutama untuk mengukur intensitas gempa atau efek-efeknya pada lokasi yang spesifik. Skala intensitas Mercalli membagi intensitas gempa antara I sampai XII, dan cara mengukurnya cukup dengan observasi langsung pada lingkungan sekitar.

Skala	Keterangan
Skala I	Jarang sekali sampai dirasakan orang. Gempa sangat ringan (very minor) ini tergolong jarang terjadi. Bumi setiap tahun rata-rata diguncang 1,5 juta kali gempa. Tujuh puluh persen di antaranya berkekuatan antara 2-2,9 Skala Richter.
Skala II	Hanya dirasakan di dalam rumah oleh orang dalam keadaan tenang atau sedang beristirahat. Barang-barang yang tergantung kemungkinan akan terayun sedikit.
Skala III	Dirasakan di dalam rumah oleh beberapa orang, namun terkadang tidak dikenali sebagai suatu gempa. Getaran yang dirasakan seperti kalau ada truk ringan yang lewat. Barang yang tergantung mungkin akan terayun.
Skala IV	Di dalam rumah akan dirasakan lebih banyak orang, sedangkan di luar hanya terasa oleh sedikit orang saja. Barang yang tergantung akan terayun. Getarannya setara dengan truk besar yang lewat. Mobil yang diparkir bergoyang, jendela atau pintu bergetar. Dinding kayu bisa retak.
Skala V	Orang yang sedang tidur bisa terbangun. Benda-benda kecil tergeser atau terbalik dan beberapa barang pecah belah akan pecah. Pendulum jam akan terhenti atau kecepatan ayunnya menjadi berubah. Pepohonan atau tiang-tiang yang tinggi terkadang terlihat terayun.
Skala VI	Dirasakan oleh semua orang, namun kerusakannya ringan. Banyak orang ketakutan dan lari ke luar rumah. Orang berjalan terhuyung-huyung, barang-barang pecah, kaca termasuk pada jendela pecah. Perabotan rumah tergeser

	atau terbalik, dan plesteran dinding yang kurang kuat akan retak.
Skala VII	Orang akan kesulitan berdiri. Kerusakan pada bangunan yang dirancang dan dibangun dengan baik tidaklah berarti. Namun pada bangunan yang jelek rancangan maupun konstruksinya, kerusakannya cukup besar. Plesteran dinding dan genteng dapat lepas, juga bata yang tidak tersemem.
Skala VIII	Orang-orang ketakutan. Kerusakan masih terbilang kecil untuk bangunan dengan rancangan dan konstruksi khusus, sedangkan pada bangunan biasa, cukup besar. Cerobong asap, monumen, menara dan sebagainya dapat patah atau ambruk. Cabang-cabang pohon pun dapat patah.
Skala IX	Timbul kepanikan umum. Bangunan yang dirancang dan dibangun secara khusus pun dapat rusak cukup berat, sementara bangunan lainnya akan rusak lebih parah, bahkan dapat ambruk. Pondasi-pondasi bangunan akan rusak, dan bangunan di atasnya yang tidak disekrupkan akan terlepas.
Skala X	Kebanyakan bangunan batu dan berstruktur kayu gaus akan hancur. Kerusakan serius akan terjadi pada bendungan, tanggul, dan tepian-tepian lainnya. Tanah longsor terjadi cukup besar, dan air akan menghantam tepian sungai, danau maupun kanal-kanal. Rel kereta api dapat sedikit melengkung.
Skala XI	Hanya sedikit struktur bangunan batu yang tetap berdiri, lainnya runtuh. Jembatan juga pada ambruk, dan tanah longsor terjadi di mana-mana. Pipa-pipa di bawah tanah benar-benar hancur dan tidak akan berfungsi lagi. Rel kereta api umumnya akan bengkok.
Skala XII	Kehancuran praktis menyeluruh dan total. Gelombang-gelombang gempa terlihat muncul di permukaan tanah. Massa besar batu-batu beralih tempat, sementara benda-benda lain terlempar ke atas. Garis dan tingkat pandangan pun menjadi kacau, sampai terdistorsi akibat hebatnya guncangan.

Tabel 2. Skala Intensitas Mercalli
Sumber: Gempa Jogja, Indonesia & Dunia, 2006

Seperti bahasan kita sebelumnya bahwa gempa merupakan salah satu tenaga endogen yang mempengaruhi bentuk muka Bumi. Oleh karena itu, gempa berdampak langsung pada deformasi lapisan Bumi. Bentuk deformasi akan sangat tergantung pada arah dan kekuatan tenaga endogen itu sendiri. Di permukaan Bumi dampak gempa juga dipengaruhi oleh kekuatan gempa itu sendiri. Kerusakan berat timbul dari gempa berkekuatan tinggi. Banyak bangunan hancur, rata dengan tanah, korban pun banyak berjatuhan. Memang benar gempa tidak hanya memberikan dampak bagi lingkungan fisik, tetapi juga kehidupan sosial masyarakat. Cobalah temukan dampak lain gempa terhadap kehidupan sosial.

Oleh karena dahsyatnya dampak yang diakibatkan oleh gempa, maka kejadian gempa digolongkan sebagai salah satu bencana yang harus diwaspadai karena dapat juga menyebabkan *tsunami*. Gempa menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya tsunami. Akan tetapi, tidak semua gempa menyebabkan tsunami. Ada beberapa kondisi yang menyebabkan tsunami, antara lain gempa berkekuatan besar (lebih besar 6 SR, pusat gempa berada di dasar laut dengan pusat gempa yang dangkal, dan adanya dislokasi kerak Bumi bawah laut). Gerakan vertikal pada kerak Bumi dapat mengakibatkan dasar laut naik atau turun secara tiba-tiba, yang mengakibatkan gangguan keseimbangan air yang ada di atasnya. Pada akhirnya menyebabkan terjadinya aliran energy air laut, yang ketika sampai di pantai akan menjadi gelombang besar yang disebut *tsunami*.



Gambar 19. Gelombang Tsunami
(Sumber: <https://kaltim.tribunnews.com>)

b. Tenaga Eksogen

Tenaga eksogen merupakan tenaga pembentuk muka Bumi yang berlawanan dengan tenaga endogen. Tenaga ini berasal dari luar bumi dan bekerja di permukaan Bumi ini berasal dari unsur atmosfer, hidrosfer, dan biosfer. Beberapa di antaranya berasal dari tenaga air, angin, organisme, sinar matahari, dan es. Tenaga eksogen yang mempengaruhi bentuk permukaan bumi, terdiri atas:

1. Pelapukan

Pelapukan merupakan proses penghancuran massa batuan pembentuk litosfer menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Berdasarkan prosesnya, secara umum pelapukan dibedakan menjadi dua macam, yaitu pelapukan mekanik, pelapukan kimiawi, dan pelapukan organik/biologis. Untuk lebih jelasnya, dijelaskan sebagai berikut:

a) Pelapukan Mekanik

Pelapukan mekanik adalah proses penghancuran batuan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil tanpa mengubah struktur kimianya. Pelapukan mekanik dinamakan pula pelapukan fisika atau desintegrasi. Jenis pelapukan ini dapat terjadi karena hal-hal berikut.

1) Perubahan Suhu secara Tiba-Tiba

Gejala perubahan suhu secara tiba-tiba sering terjadi di daerah iklim kering atau gurun. Pada siang hari, suhu udara sangat tinggi akibat intensitas penyinaran matahari yang kuat, akibatnya massa batuan mengalami pemuaihan. Pada malam hari suhu menjadi sangat rendah bahkan di bawah titik beku, sehingga batuan mengalami pengerutan secara tiba-tiba. Proses pemuaihan dan pengerutan ini terus-menerus berlangsung. Akibatnya, bongkahbatuan dapat pecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.

2) Pembekuan Air Menjadi Kristal-kristal Es pada Celah Batuan

Proses ini banyak terjadi di daerah iklim dingin atau di gurun. Pada waktu hujan, titik-titik air dapat masuk ke celah-celah atau retakan batuan. Pada malam hari saat udara menjadi sangat dingin, air di celah batuan tersebut membeku menjadi kristal es. Akibat adanya gejala anomali air, yaitu pada saat membeku, volumenya meningkat sekitar 0,6 m dan massa es tersebut akan menekan celah-celah batuan. Proses penekanan itu dapat memecahkan massa batuan.

3) Kegiatan Organisme (Makhluk Hidup)

Proses pelapukan oleh makhluk hidup dapat berupa penembusan akar tetumbuhan ke celah-celah batuan ataupun kegiatan mikro organisme, seperti cacing, jamur, dan bakteri di dalam tanah.

4) Pergerakan Air

Pergerakan air juga dapat menyebabkan batuan yang dilaluinya pecah atau batuan yang dibawanya menjadi hancuran yang lebih kecil. Contoh batu kerikil yang diangkut air sungai, sudut batumannya yang semula tajam menjadi bulat.

- 5) Pergerakan Air Laut
Gelombang laut yang menghempas pantai merusak batuan yang ada di pantai.
 - 6) Pergerakan Gletser
Gletser yang bergerak lambat menggerus material batuan yang dilaluinya.
- b) Pelapukan Kimiawi
Pelapukan kimiawi atau dekomposisi adalah proses penghancuran massa batuan yang disertai dengan perubahan struktur kimianya. Pada gejala dekomposisi terjadi reaksi kimia antara massa batuan dengan zat pelapuk, seperti air, karbon dioksida, atau oksigen.
Secara umum, pelapukan dibedakan menjadi proses oksidasi, hidrasi (hidrolisa), dan karbonasi. Proses oksidasi merupakan reaksi kimiawi antara mineral batuan dan oksigen dan air sebagai zat pelarut. Gejala ini sangat jelas terlihat pada proses pelapukan batuan yang banyak mengandung unsur besi.
- c) Pelapukan Organik
Pelapukan organik adalah proses penghancuran massa batuan dengan bantuan organisme makhluk hidup dan tumbuhan. Pada umumnya, pelapukan organik dipengaruhi oleh:
- 1) membusuknya sisa tumbuhan dapat membentuk asam gambut yang berakibat rusaknya batuan tersebut;
 - 2) pengrusakan batuan oleh binatang-binatang kecil di dalam tanah;
 - 3) pengrusakan batuan oleh aktivitas manusia dengan segala peralatannya baik alat tradisional maupun mekanik.

2. Pengikisan (erosi)

Pengikisan atau erosi adalah proses pelepasan dan pemindahan massa batuan secara alami dari satu tempat ke tempat lain oleh suatu tenaga yang bergerak di atas permukaan bumi. Ada empat jenis erosi bila dilihat dari zat pelarutnya, yaitu sebagai berikut.

a) Ablasi

Ablasi adalah erosi yang disebabkan oleh air yang mengalir. Air yang mengalir menimbulkan banyak gesekan terhadap tanah yang dilaluinya. Gesekan akan semakin besar jika kecepatan dan jumlah air semakin besar. Kecepatan air juga akan semakin besar jika gradien (kemiringan) lahan juga besar. Gesekan antara air dengan tanah atau batuan di dasar sungai dan gesekan antara benda-benda padat yang terangkat air oleh tanah atau batuan di bawahnya dapat menyebabkan terjadinya pengikisan. Pengikisan oleh air sungai yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan terbentuknya V, jurang atau ngarai, aliran deras, dan air terjun.

Erosi yang disebabkan oleh air yang mengalir dibagi dalam beberapa tingkatan, sesuai dengan tingkat kerusakannya, yaitu sebagai berikut,

- 1) Erosi percik (*Splash Erosion*)
Erosi percik yaitu proses pengikisan yang terjadi oleh percikan air. Percikan tersebut berupa partikel tanah dalam jumlah yang kecil dan diendapkan di tempat lain.
- 2) Erosi lembar (*Sheet Erosion*)
Erosi lembar yaitu proses pengikisan tanah yang tebalnya sama atau merata dalam suatu permukaan tanah.
- 3) Erosi alur (*Rill Erosion*)

Erosi alur terjadi karena air yang mengalir berkumpul dalam suatu cekungan, sehingga di cekungan tersebut terjadi erosi tanah yang lebih besar. Alur akibat erosi dapat dihilangkan dengan cara pengolahan tanah biasa.

4) Erosi parit (*Gully Erosion*)

Proses terjadinya erosi parit sama halnya dengan erosi alur, tetapi saluran yang terbentuk telah dalam, sehingga tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan tanah biasa.

b) Abrasi

Abrasi yaitu erosi yang disebabkan oleh air laut sebagai hasil dari erosi marine. Tinggi rendahnya erosi akibat air laut dipengaruhi oleh besar kecilnya kekuatan gelombang. Erosi oleh air laut merupakan pengikisan di pantai oleh pukulan gelombang laut yang terjadi secara terus-menerus terhadap dinding pantai. Bentang alam yang diakibatkan oleh erosi air laut, antara lain *cliff* (tebing terjal), *notch* (takik), gua di pantai, *wave cut platform* (punggungan yang terpotong gelombang), tanjung, dan teluk.

c) Eksarasi

Eksarasi yaitu erosi yang disebabkan oleh hasil pengerjaan es. Jenis erosi ini hanya terjadi pada daerah yang memiliki musim salju atau di daerah pegunungan tinggi. Proses terjadinya erosi, diawali oleh turunnya salju di suatu lembah pada lereng atau perbukitan. Lama kelamaan salju tersebut akan menumpuk pada lembah, sehingga menjadi padat dan terbentuklah massa es yang berat. Berkat gaya gravitasi, massa es tersebut akan merayap menuruni lereng pegunungan atau perbukitan.

d) Deflasi

Deflasi yaitu erosi yang disebabkan oleh tenaga angin. Pada awalnya angin hanya menerbangkan pasir dan debu, tetapi kedua benda tersebut dijadikan senjata untuk menghantam batuan yang lebih besar, sehingga akan mengikis batuan tersebut.

3. *Masswasting*

Masswasting adalah pemindahan massa batuan atau tanah karena gaya berat. *Masswasting* dinamakan pula gerakan tanah. Bentuk-bentuk gerakan tanah yang biasa kita jumpai antara lain sebagai berikut:

a) tanah longsor (*land slide*);

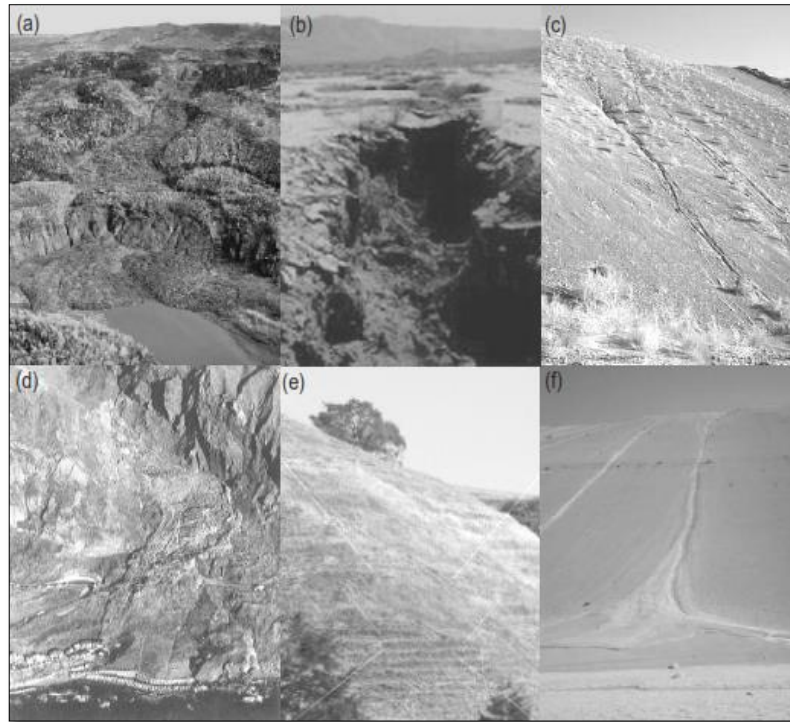
b) tanah amblas atau ambruk (*subsidence*);

c) tanah nendat (*slumping*), yaitu proses longsor tanah yang erakan nya terputus-putus sehingga hasil memperlihatkan bentukan seperti teras;

d) tanah mengalir (*earth flow*), yaitu gerakan tanah yang jenuh oleh air pada lereng-lereng yang landai;

e) lumpur mengalir (*mud flow*), yaitu sejenis tanah mengalir namun kadar airnya lebih tinggi;

f) rayapan tanah (*soil creep*), yaitu gerakan tanah yang sangat lambat pada lereng yang landai.



Gambar 20. Masswasting

(sumber: (a) www.geog.uu.nl. (b) ga.water.usgs.gov. (c) www.geovirtual.cl. (d) www.tuat.ac.jp. (e) www.1.istockphoto.com. (f) www.ucm.es)

4. Sedimentasi

Proses terakhir dari aktivitas eksogenik adalah pengendapan massa batuan atau tanah di suatu tempat setelah mengalami erosi dan transportasi. Proses ini dikenal dengan sedimentasi, baik terjadi di wilayah darat maupun perairan, seperti danau, sungai dan sekitar pantai. Sedimentasi dapat terjadi jika massa zat yang mengangkut batuan atau tanah mengalami penurunan kecepatan atau bahkan berhenti sama sekali.

Berdasarkan zat pengangkutnya, proses pengendapan dibedakan atas sedimentasi fluvial, eolin, dan marin.

a) Sedimentasi Fluvial

Sedimentasi fluvial adalah proses pengendapan materi-materi yang diangkut oleh air sepanjang aliran sungai. Wilayah-wilayah yang biasa menjadi tempat pengendapan antara lain di dasar badan sungai, pinggir sungai, danau, atau muara.

Proses pengendapan yang terjadi di sepanjang aliran sungai memperlihatkan sifat yang khas, yaitu perbedaan butiran secara horizontal. Pada bagian hulu sungai, batuan yang diendapkan adalah bongkah-bongkah ukuran besar. Semakin ke hilir, semakin kecil ukuran butiran batuan yang diendapkan. Bahkan di daerah muara, material yang diendapkan biasanya berupa pasir halus dan lumpur.

Bentukan-bentukan alam yang sering kita jumpai sebagai hasil sedimentasi fluvial antara lain sebagai berikut.

1) Delta.

Endapan di muara sungai baik sungai yang bermuara ke danau ataupun laut. Delta dapat terbentuk jika material yang diendapkan cukup banyak, serta arus air tidak terlalu cepat. Berdasarkan bentuknya, kita mengenal beberapa

macam delta, yaitu delta runcing, cembung, pengisi estuarium, dan delta berbentuk kaki burung.

2) Bantaran sungai.

Dataran yang terdapat di tengah-tengah badan sungai atau pada kelokan dalam sungai sebagai hasil pengendapan. Bantaran sungai dapat dijumpai di daerah hilir sungai yang arusnya sangat lambat.

3) Kipas aluvial.

Endapan pasir yang terangkut oleh gerakan air mengalir yang biasa dijumpai di lereng bawah perbukitan.

b) Sedimentasi Eolin.

Sedimentasi eolin adalah proses pengendapan material yang dibawa oleh angin. Proses pengendapan ini banyak terjadi di wilayah gurun. Bentang alam yang sering kali kita jumpai sebagai akibat sedimentasi angin antara lain guguk pasir (*sand dunes*), yaitu gundukan pasir yang terdapat di wilayah gurun atau di pantai.

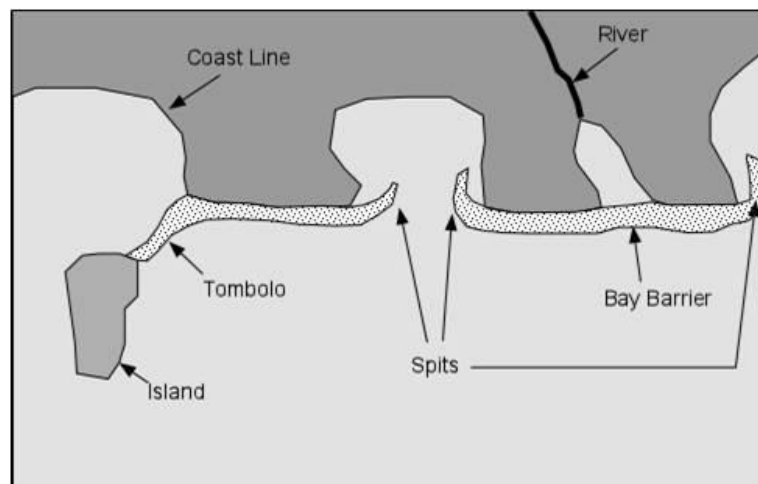
Bentuk dan ukuran sand dunes bermacam-macam. Ada yang berukuran kecil, namun ada pula yang sangat besar menyerupai bukit pasir. Dilihat dari bentuknya, kita mengenal guguk pasir yang menyerupai bulan sabit yang dinamakan Barchan, dan memanjang menyerupai *punggung paus* (*Whale Back*). Di negara kita, sand dunes dalam ukuran cukup besar banyak kita jumpai di pantai Parang Tritis (Yogyakarta) dan Pameungpeuk (Jawa Barat).

c) Sedimentasi Marin

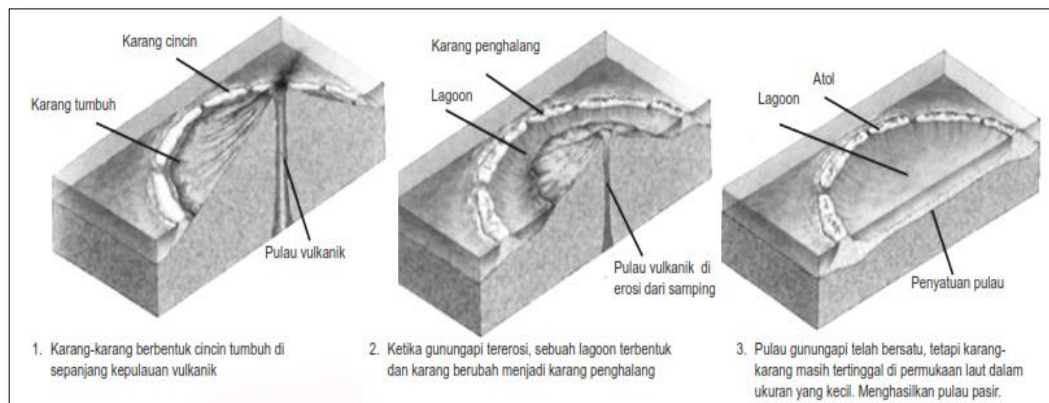
Material hasil abrasi biasanya diangkut dan diendapkan di sepanjang pantai. Proses pengendapan semacam ini dinamakan sedimentasi marin. Hamparan pasir dan kerikil di sepanjang pantai merupakan salah satu hasil sedimentasi marin.

Secara lebih khusus, bentukan alam yang biasa kita jumpai akibat sedimentasi marin adalah sebagai berikut.

- 1) *Beach*. Timbunan puing-puing batu karang yang terdapat di sekitar cliff sebagai akibat pemecahan gelombang.
- 2) *Bar*. Yaitu gosong pasir di pantai yang arahnya memanjang sebagai hasil proses pengerjaan air laut.
- 3) *spit* merupakan endapan material sedimen laut di bagian ujung tanjung
- 4) *Tombolo*. Gosong pasir yang menghubungkan suatu pulau karang (atol) dengan pulau utama.



Gambar 21. Sedimentasi Marin
(Sumber: GoLearnGeography www.golearngeo.wordpress.com)



Gambar 22. Proses Pembentukan Pulau Karang
(Sumber: Concise Encyclopedia Earth, 1998)

C. Rangkuman

Tenaga geologi adalah tenaga yang mempengaruhi terbentuknya muka bumi baik yang berasal dari dalam maupun luar bumi. Tenaga geologi terbagi menjadi dua, yaitu tenaga endogen dan tenaga eksogen.

Tenaga endogen adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi. Sedangkan tenaga eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar permukaan bumi.

Secara umum proses endogen dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu, tektonisme, vulkanisme, dan Seisme (gempa bumi). Ketiga tenaga tersebut sebenarnya merupakan rangkaian proses alamiah yang saling berhubungan satu sama lain.

Gempa adalah Gerakan bebatuan menyebabkan getaran yang disebut gelombang seismik. Gelombang seismik bergerak sangat cepat ke segala arah dari pusat gempa.

Tenaga eksogen merupakan tenaga pembentuk muka Bumi yang berlawanan dengan tenaga endogen. Tenaga ini berasal dari luar bumi dan bekerja di permukaan Bumi ini berasal dari unsur atmosfer, hidrosfer, dan biosfer.

Tenaga eksogen terdiri atas; Pelapukan, Pengikisan (erosi), *Masswasting*, dan Sedimentasi.

D. Penugasan Mandiri

Para Siswa yang saya banggakan, untuk memahami dengan baik diperlukan sumber belajar kontekstual (lingkungan nyata) di sekitar tempat tinggal Kalian. Untuk tujuan tersebut lakukan kegiatan berikut dengan baik dan sungguh-sungguh agar hasilnya bisa memperkuat pemahaman Kalian terhadap konsep-konsep materi dalam pembelajaran ini.

1. Buatlah peta wilayah sekitar tempat tinggal Kalian, misal wilayah RT!
2. Lakukan pengamatan pada lahan pada wilayah dimana Kalian tinggal!
3. Lakukan identifikasi areal tanah yang sudah mengalami kerusakan dan tidak/belum mengalami kerusakan dalam skala kecil/ringan!
4. Pada peta yang telah Kalian buat tandai areal pada peta sesuai dengan hasil pengamatan Kalian dengan symbol-simbol yang berbeda!
5. Berikan keterangan sesuai simbol areal yang telah Kalian tandai!
6. Tuliskan faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan tanah di sekitar tempat tinggal Kalian tersebut!

7. Tuliskan gagasan-gagasan upaya mengatasi kerusakan tanah disekitar tempat tinggal Kalian!
8. Sajikan dalam bentuk laporan dan kumpulkan kepada guru hasil kerja Kalian tersebut untuk mendapatkan tanggapan atau penilaian!

E. Soal Latihan

Soal Uraian.

1. Tuliskan uraian konsep tenaga geologi dengan jelas!
2. Jelaskan pengaruh gerak Epirogenetik negatif terhadap perubahan bentuk muka bumi!
3. Jelaskan perbedaan antara Antiklinal dan Sinklinal
4. Sebutkan 4 manfaat dari adanya gunung api!
5. Jelaskan bagaimanakah gempa bumi itu bisa memicu terjadinya Tsunami!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 DINAMIKA PEDOSFER

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan Kalian dapat menganalisis dinamika pedosfer dan konservasi tanah.

B. Uraian Materi

Para Siswa, pada kegiatan pembelajaran ke 3 ini Kalian akan mempelajari *pedosfer* dan dinamikanya. *Pedosfer* merupakan kulit terluar litosfer yang terdiri atas tanah dan batuan induk pembentuk tanah. Tanah banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Ada tanah yang cocok digunakan untuk pertanian, ada pula yang tidak mendukung pertanian. Berbagai macam pemanfaatan tersebut sangat tergantung pada ciri dan sifat tanah. Sifat dan ciri tanah sangat ditentukan oleh faktor-faktor dan proses pembentukan tanah.

Tahukah Kalian faktor apa saja yang berpengaruh pada proses pembentukan tanah?

1. Proses Pembentukan Tanah

Proses pembentukan tanah diawali dari pelapukan batuan, baik pelapukan fisik maupun pelapukan kimia. Dari proses pelapukan ini, batuan akan menjadi lunak dan berubah komposisinya. Pada tahap ini batuan yang lapuk belum dikatakan sebagai tanah, tetapi sebagai bahan tanah (*regolith*) karena masih menunjukkan struktur batuan induk.

Proses pelapukan terus berlangsung hingga akhirnya bahan induk tanah berubah menjadi tanah. Proses pelapukan ini menjadi awal terbentuknya tanah. Sehingga faktor yang mendorong pelapukan juga berperan dalam pembentukan tanah. Faktor apa sajakah itu? Faktor-faktor tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$T = f(i, o, b, t, w)$$

Keterangan:

T = tanah
f = faktor
i = iklim
o = organisme
b = bahan induk
t = topografi
w = waktu

a. Iklim

Unsur-unsur iklim yang memengaruhi proses pembentukan tanah terutama unsur suhu dan curah hujan.

1) Suhu/Temperatur

Suhu akan berpengaruh terhadap proses pelapukan bahan induk. Apabila fluktuasi suhu tinggi, maka proses pelapukan akan berlangsung cepat sehingga pembentukan tanah juga cepat.

2) Curah Hujan

Curah hujan akan berpengaruh terhadap kekuatan erosi dan pencucian tanah, sedangkan pencucian tanah yang cepat menyebabkan tanah menjadi asam (pH tanah menjadi rendah).

b. Organisme (Vegetasi, Jasad Renik/Mikroorganisme)

Organisme sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah dalam hal:

- 1) Membantu proses pelapukan baik pelapukan organik maupun pelapukan kimiawi. Pelapukan organik adalah pelapukan yang dilakukan oleh makhluk hidup (hewan dan tumbuhan), sedangkan pelapukan kimiawi terjadi oleh proses kimia seperti batu kapur yang larut oleh air.
- 2) Membantu proses pembentukan humus. Tumbuhan akan menghasilkan dan menyisakan daun-daunan dan ranting-ranting yang menumpuk di permukaan tanah. Daun dan ranting itu akan membusuk dengan bantuan jasad renik/ mikroorganisme yang ada di dalam tanah.
- 3) Pengaruh jenis vegetasi terhadap sifat-sifat tanah sangat nyata terjadi di daerah beriklim sedang seperti di Eropa dan Amerika. Vegetasi hutan dapat membentuk tanah hutan dengan warna merah, sedangkan vegetasi rumput membentuk tanah berwarna hitam karena banyak kandungan bahan organik yang berasal dari akar-akar dan sisa-sisa rumput.
- 4) Kandungan unsur-unsur kimia yang terdapat pada tanaman berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah. Contoh, jenis tanaman cemara akan memberi unsur-unsur kimia seperti Ca, Mg, dan K yang relatif rendah, akibatnya tanah di bawah pohon cemara, derajat keasamannya lebih tinggi daripada tanah di bawah pohon jati.

c. Bahan Induk

Bahan induk terdiri atas batuan vulkanik, batuan beku, batuan sedimen (endapan), dan batuan metamorf. Batuan induk itu akan hancur menjadi bahan induk, kemudian akan mengalami pelapukan dan menjadi tanah.

Tanah yang terdapat di permukaan Bumi sebagian memperlihatkan sifat (terutama sifat kimia) yang sama dengan bahan induknya. Bahan induk terkadang masih terlihat pada tanah baru, misalnya tanah bertekstur pasir berasal dari bahan induk yang kandungan pasirnya tinggi. Susunan kimia dan mineral bahan induk akan memengaruhi intensitas tingkat pelapukan dan vegetasi di atasnya.

Bahan induk yang banyak mengandung unsur Ca akan membentuk tanah dengan kadar ion Ca yang banyak pula, akibatnya pencucian asam silikat dapat dihindari dan sebagian lagi dapat membentuk tanah yang berwarna kelabu. Sebaliknya bahan induk yang kurang kandungan kapurnya membentuk tanah yang warnanya lebih merah.

d. Topografi/Relief

Keadaan relief suatu daerah akan memengaruhi:

- 1) Tebal atau Tipisnya Lapisan Tanah
Daerah yang memiliki topografi miring dan berbukit, lapisan tanahnya lebih tipis karena tererosi, sedangkan daerah yang datar lapisan tanahnya tebal karena terjadi sedimentasi.
- 2) Sistem Drainase/Pengaliran
Daerah yang drainasenya jelek seperti sering tergenang menyebabkan tanahnya menjadi asam.

e. Waktu

Tanah merupakan benda alam yang terus-menerus berubah, akibat pelapukan dan pencucian yang terus-menerus. Oleh karena itu, tanah akan menjadi semakin tua. Mineral yang banyak mengandung unsur hara telah habis mengalami pelapukan, sehingga tinggal mineral yang sukar lapuk seperti kuarsa. Karena proses pembentukan tanah yang terus berjalan, maka induk tanah berubah berturut-turut menjadi tanah muda, tanah dewasa, dan tanah tua.

Lamanya waktu yang diperlukan untuk pembentukan tanah berbeda-beda. Bahan induk vulkanik yang lepas-lepas seperti abu vulkanik memerlukan waktu 100 tahun untuk membentuk tanah muda dan 1.000–10.000 tahun untuk membentuk tanah dewasa.

2. Ciri-Ciri Tanah

Komposisi tanah beraneka ragam, mengakibatkan tanah memiliki sifat fisika, kimia, dan sifat biologi yang beragam.

Mari kita pelajari dahulu bagaimana sifat-sifat tersebut, agar Kalian mampu mengidentifikasi ciri-ciri tanah.

a. Sifat Fisika Tanah

Sifat Fisika Tanah terdiri atas:

1) Tekstur Tanah

Tekstur tanah ialah tingkat kasar dan halusnya partikel tanah. Misal Kalian menemukan tanah Pasir, mengapa disebut tanah pasir? Karena pada tanah tersebut terdapat kandungan partikel tanah berukuran 0,05–2 milimeter, dan ini dikategorikan pasir. Penamaan tanah pasir ataupun tanah lempung itu berdasarkan sifat tekstur tanah.

2) Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan cara pengikatan butir-butir tanah yang satu terhadap yang lain.

3) Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah merupakan sifat fisik tanah yang menyatakan besar kecilnya gaya kohesi dan adhesi dalam berbagai kelembapan. Konsistensi tanah dapat kamu ketahui dengan mencoba memecah tanah tersebut, apabila sulit dipecah berarti bahwa tanah mempunyai konsistensi yang kuat.

4) Lemas Tanah

Lemas tanah ialah tingkat kebasahan atau kelembaban tanah, yakni banyak sedikitnya air yang terikat secara absorbtif pada permukaan butir-butir tanah. Penyerapan air oleh perakaran tergantung pada persediaan kelembaban air dalam tanah. Kapasitas simpanan air tanah bergantung pada tekstur, kedalaman, dan struktur tanah.

5) Udara Tanah

Udara tanah : udara yang berada dalam ruang pori- pori tanah (merupakan fase gas dalam system dispersi)

Fungsinya : sebagai sumber O₂, CO₂, N₂

O₂ → untuk pernafasan akar, mikroorganisme, dan jasad/hewan dalam tanah

CO₂ → untuk dekomposisi dan pelarutan hara

N₂ → sebagai suplai N tanah

O₂ penting dalam tanah kadarnya $\geq 10\%$

6) Warna Tanah

Pada dasarnya, warna tanah tidak murni, melainkan campuran (contoh: kelabu, coklat, karat). Warna tanah merupakan gabungan warna-warna dari komponen tanah seperti oksida besi (merah, cokelat karat), humus (hitam, cokelat), kwarsa (putih), dan lempung (kelabu, putih).

b. Sifat Kimia Tanah

Tanah sebagai bagian dari tubuh alam mempunyai komposisi kimia berbeda-beda. Tanah terdiri atas berbagai macam unsur kimia. Penentu sifat kimia tanah antara lain kandungan bahan organik, unsur hara, dan pH tanah. Tanah yang kita lihat adalah suatu campuran dari material-material batuan yang telah lapuk (sebagai bahan anorganik), material organik, bentuk-bentuk kehidupan (jasad hidup tanah), udara, dan air. Bahan organik tanah terdiri atas sisa-sisa

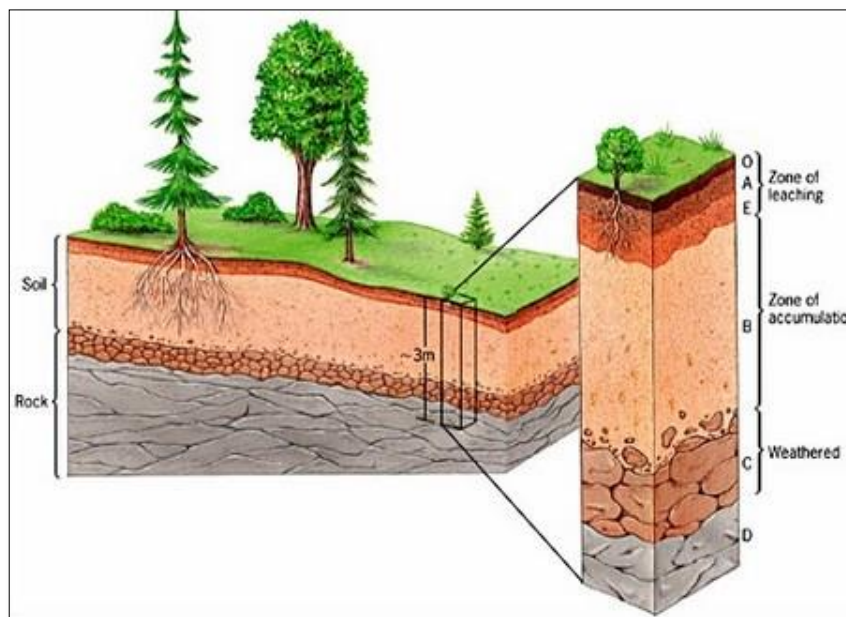
tanaman serta hewan dalam tanah, termasuk juga kotoran dan lendir-lendir serangga, cacing, serta binatang besar lainnya.

c. Sifat Biologi Tanah

Tanah sebagai tempat tumbuh tanaman dan tempat hidup organisme di dalamnya menyediakan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dan organisme lainnya. Di dalam tanah terjadi proses-proses yang menghasilkan sifat biologi tanah. Misalnya, adanya cacing tanah akan meningkatkan unsur nitrogen, fosfor, kalium, serta kalsium dalam tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Peranan cacing tanah yang lain berupa lubang yang ditinggalkan di tanah akan meningkatkan drainase tanah, hal ini penting dalam perkembangan tanah. Cacing-cacing mengangkut tanah, mencampur, serta menggumpalkan sejumlah bahan organik yang belum terombak seperti daun dan rumput yang digunakan sebagai makanan. Selain itu, secara tegas cacing dengan kotoran dan lendir-lendirnya mampu mengikat partikel-partikel tanah menjadi gumpalan tanah yang stabil terutama pada tanah asli.

3. Profil Tanah

Yang dimaksud dengan profil tanah di sini ialah susunan atau lapisan tanah secara vertikal. Tanah mempunyai persebaran secara horizontal, sehingga sifat-sifat tanah tersebut dapat berbeda-beda pada tiap tempat. Selain itu, sifat-sifat tanah secara vertikal juga bisa berbeda. Hal ini karena tanah mempunyai perlapisan-perlapisan.



Gambar 21. Penampang profil Tanah

(Sumber: <https://www.materi.carageo.com/pengertian-profil-tanah/>)

Perlapisan tanah secara umum seperti berikut ini.

1) Lapisan Tanah Atas atau Horizon A

Lapisan ini merupakan lapisan tanah teratas. Pada umumnya mengandung bahan organik, karena merupakan tanah yang muda (baru terbentuk), sehingga masih banyak dipengaruhi oleh kondisi di atas permukaan tanah. Lapisan ini ditandai dengan adanya zona perakaran dan kegiatan jasad hidup tanah.

2) Lapisan Tanah Bawah atau Horizon B

Lapisan ini juga mengandung bahan organik, tetapi kurang dibandingkan dengan lapisan tanah atas. Lapisan ini merupakan zona pengendapan partikel tanah yang tercuci dari horizon A.

3) Regolith

Pada lapisan ini terdiri atas tanah yang sudah terbentuk, tetapi masih menunjukkan ciri-ciri struktur batuan induk.

4) Bahan Induk (*bedrock*)

Lapisan ini merupakan lapisan batuan induk yang masih padu.

4. Jenis- jenis tanah.

Jenis tanah Interaksi antara faktor-faktor pembentuk tanah akan menghasilkan tanah dengan sifat-sifat yang berbeda. Berdasarkan pada faktor pembentuk dan sifat tanah inilah, beberapa ahli mengklasifikasikan tanah dengan klasifikasi yang berbeda.

Jenis-jenis tanah itu antara lain:

- a) *Tanah aluvial* = tanah yang terbentuk dari material halus hasil pengendapan aliran sungai. Persebaran tanah aluvial di Indonesia terdapat di pantai Timur Sumatra, pantai Utara Jawa, sepanjang Sungai Barito, sepanjang Sungai Mahakam, sepanjang Sungai Musi dan sepanjang Bengawan Solo.
- b) *Tanah andosol* = tanah yang berasal dari abu gunung api. Persebarannya terdapat di: Sumatra, Jawa, Bali, Lombok, Halmahera dan Minahasa.
- c) *Tanah regosol* = tanah berbutir kasar dan berasal dari material gunung api. Terdapat di Bengkulu, pantai Barat Sumatra, Jawa, Bali dan NTB.
- d) *Tanah kapur* = tanah yang terjadi karena hasil pelapukan batuan kapur dan sifatnya tidak subur. Terdapat di Jawa Tengah, Aceh, dan Sulawesi Selatan.
- e) *Tanah litosol* = tanah yang terbentuk dari batuan keras yang belum mengalami pelapukan secara sempurna.
- f) *Tanah argosol* (tanah gambut) = tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami pembusukan. Jenis tanah ini berwarna hitam sampai coklat. Terdapat di Kalimantan, Sumatra dan Papua.
- g) *Tanah grumusol* = tanah yang terbentuk dari material halus berlempung. Terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura, Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara.
- h) *Tanah latosol* = tanah yang banyak mengandung zat besi dan aluminium. Jenis tanah ini sering disebut tanah merah yang banyak dijumpai di daerah pegunungan. Tanahnya berwarna merah sampai kuning. Terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Lampung, Kalimantan Tengah, Sumatra Barat.

5. Manfaat Tanah

Pemanfaatan tanah antara lain sebagai berikut:

- a) Tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran
- b) Penyedia kebutuhan primer tanaman (air, udara, dan unsur-unsur hara)
- c) Penyedia kebutuhan sekunder tanaman (zat-zat pemacu tumbuh: hormon, vitamin, dan asam organik; antibiotik dan toksin anti hama; enzim yang dapat meningkatkan kesediaan hara)
- d) Sebagai habitat biota tanah, baik yang berdampak positif karena terlibat langsung atau tak langsung dalam penyediaan kebutuhan primer dan sekunder tanaman tersebut, maupun yang berdampak negatif karena merupakan hama & penyakit tanaman.

6. Lahan Potensial dan lahan Kritis

Perbedaan lahan potensial dengan lahan kritis. Lahan potensial adalah lahan yang secara fisis kimiawi dan ekonomi cukup menguntungkan, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Sedangkan lahan kritis adalah lahan yang sudah

tidak berfungsi lagi sebagai media pengatur tata air dan unsur pertanian yang baik.

Faktor penyebab terjadinya lahan kritis antara lain meluasnya lahan kritis atau degradasi lahan di permukaan bumi yaitu akibat proses alam dan perilaku manusia dalam memanfaatkan lingkungan.

Faktor penyebab lahan kritis sebagai akibat proses alam yaitu:

- 1) erosi,
- 2) tanah longsor,
- 3) pencucian tanah.

Sedangkan faktor penyebab lahan kritis sebagai akibat perilaku manusia misalnya:

- 1) perusakan hutan,
- 2) pertanian sistem ladang berpindah,
- 3) kegiatan pertambangan terbuka,
- 4) sistem pertanian di pegunungan yang tidak menggunakan terassering (sengkedan).

Ciri-ciri lahan kritis:

- 1) penutup vegetasinya kurang dari 25%,
- 2) tingkat kemiringan lebih dari 15%,
- 3) terjadi gejala aerasi lembar (sheet erosion),
- 4) terjadi gejala erosi parit (gully erosion).

Dampak degradasi lahan terhadap kehidupan :

- 1) akibat proses erosi yang merupakan penyebab lahan tanah menjadi tidak subur, karena lapisan topsoil hilang,
- 2) produktivitas pertanian menurun sehingga pendapatan petani berkurang,
- 3) terjadi banjir,
- 4) menurunnya kemampuan lahan untuk menyerap air tanah, dan
- 5) terganggunya ekosistem makhluk hidup.

7. Upaya Penanggulangan Kerusakan Tanah

Demi mempertahankan kelangsungan hidup kita, sudah saatnya tindakan penyelamatan lingkungan kita lakukan. Berikut ini contoh tindakan dalam menanggulangi beberapa kerusakan tanah.

a. Mengendalikan Erosi

Usaha untuk mencegah atau mengurangi erosi dilakukan dengan mengendalikan faktor-faktor penyebab erosi. Banyaknya tanah yang tererosi ditentukan oleh faktor curah hujan, erodibilitas tanah, kemiringan dan panjang lereng, tanaman penutup, pengelolaan lahan, serta praktik konservasi. Dengan mengendalikan faktor-faktor penyebab erosi tersebut, maka erosi tanah dapat dicegah atau dikurangi.

Dari seluruh faktor erosi, curah hujan merupakan faktor yang tidak dapat dikendalikan manusia. Sedang faktor erosi lainnya dapat dipengaruhi atau dikendalikan oleh manusia, seperti mengurangi panjang dan kemiringan lereng, menanam lahan dengan tanaman penutup, dan melakukan pengelolaan lahan. Kegiatan tersebut merupakan bagian dari praktik konservasi.

b. Mengawetkan Tanah

Tanah dapat mengalami penurunan kesuburan sehingga berpengaruh terhadap tumbuhnya tanaman. Erosi tanah menyebabkan tingkat kesuburan tanah menurun. Untuk mempertahankan tingkat kesuburan tanah maka perlu usaha pengawetan atau *konservasi*.

Cara pengawetan tanah secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu dengan metode *vegetatif* dan metode *mekanik*.

- a) Metode vegetatif.
 - 1) Penanaman tanaman secara berjalur tegak lurus terhadap arah aliran (*strip cropping*).
 - 2) Penanaman tanaman secara berjalur sejajar garis kontur (*contour strip cropping*). Cara penanaman ini bertujuan untuk mengurangi atau menahan kecepatan aliran air dan menahan partikel-partikel tanah yang terangkut aliran air.
 - 3) Penutupan lahan yang memiliki lereng curam dengan tanaman keras (*buffering*).
 - 4) Penanaman tanaman secara permanen untuk melindungi tanah dari tiupan angin (*wind breaks*).
- b) Metode mekanik
 - 1) Pengolahan lahan sejajar garis kontur (*contour tillage*).
Pengolahan lahan dengan cara ini bertujuan untuk membuat pola rongga-rongga tanah sejajar kontur dan membentuk igir-igir kecil yang dapat memperlambat aliran air dan memperbesar infiltrasi air.
 - 2) Penterasan lahan miring (*terracing*).
Penterasan bertujuan untuk mengurangi panjang lereng dan memperkecil kemiringan lereng sehingga dapat memperlambat aliran air.
 - 3) Pembuatan pematang (*guludan*) dan saluran air sejajar garis kontur.
Pembuatan pematang bertujuan untuk menahan aliran air.
 - 4) Pembuatan *cekdam*. Pembuatan *cekdam* bertujuan untuk membendung aliran air yang melewati parit-parit sehingga material tanah hasil erosi yang terangkut aliran tertahan dan terendapkan. Adanya *cekdam* maka parit-parit erosi lama-kelamaan mengalami pendangkalan, erosi tanah dapat dikendalikan, lapisan tanah menebal, dan produktivitas tanah meningkat.

C. Rangkuman

Pedosfer merupakan kulit terluar litosfer yang terdiri atas tanah dan batuan induk pembentuk tanah. Proses pembentukan tanah diawali dari pelapukan batuan, baik pelapukan fisik maupun pelapukan kimia. Dari proses pelapukan ini, batuan akan menjadi lunak dan berubah komposisinya.

Tanah terbentuk atas pengaruh faktor-faktor tertentu. Faktor-faktor pembentukan tanah itu, meliputi: Iklim, organisme, Bahan Induk, Topografi/Relief, Waktu

Upaya Penanggulangan Kerusakan Tanah diantaranya; mengendalikan Erosi, Mengawetkan Tanah. Cara pengawetan tanah secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu dengan metode vegetatif dan metode mekanik.

D. Latihan Soal

- a. Jawablah soal-soal berikut dengan benar!
 1. Apakah yang dimaksud dengan tanah itu?
 2. Usaha apa sajakah yang bisa dilakukan untuk menjagakesuburan tanah?
 3. Bagaimanakah mencegah erosi tanah dengan metode vegetatif?

- b. Pilihlah opsi jawaban yang paling tepat diantara opsi jawaban yang tersedia pada soal-soal pilihan ganda di bawah ini!
 1. Berikut adalah faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan tanah, *kecuali*...
 - A. pupuk
 - B. manusia
 - C. topografi
 - D. bahan induk
 - E. organik
 2. Pengendapan material halus oleh aliran sungai dari dataran rendah atau daerah lembah membentuk jenis tanah
 - A. organosol
 - B. aluvial
 - C. regosol
 - D. latosol
 - E. grumusol
 3. Suatu cara pengerjaan lahan pertanian yang miring dengan cara bertingkat-tingkat untuk mencegah erosi dan kelongsoran tanah, disebut
 - A. contour flowing
 - B. reboisasi
 - C. rotasi
 - D. tumpukan sari
 - E. terrasering