

BBM 1

LITOSFIR

Dra. Susilawati, M.Pd

Pendahuluan

Bahan belajar mandiri 1 ini membahas tentang Litosfir. Secara deskriptif anda akan mempelajari tentang stuktur lapisan kulit bumi, bentuk-bentuk muka bumi, perubahan bentang alam dan dampaknya terhadap kehidupan. Materi litosfir ini sangat penting untuk Anda pahami dalam mempelajari pengetahuan tentang lapisan bumi dan berbagai fenomena yang terjadi di dalamnya.

Sebagai calon guru profesional, sebaiknya Anda mempelajari pokok bahasan ini dengan sebaik-baiknya sehingga Anda mampu mengidentifikasi dan menganalisis berbagai gejala dan fenomena litosfir, sebagai materi pelajaran yang menarik untuk dibelajarkan kepada siswa. Dengan demikian, para siswa akan merasa terbantu proses pembelajarannya di kelas dan guru pun akan merasa bangga karena hasil belajar siswa meningkat. Karena itu, setelah mempelajari BBM ini Anda diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi struktur lapisan kulit bumi (litosfir) dan pemanfaatannya.
2. Menganalisis macam-macam bentuk muka bumi sebagai akibat proses vulkanisme, seisme, dan diastropisme.

Agar semua harapan di atas dapat terwujud, maka di dalam BBM 1 ini disajikan pembahasan dan latihan dengan butir uraian sebagai berikut:

1. Struktur lapisan kulit bumi
2. Bentuk muka bumi

Untuk mempelajari BBM ini, sebaiknya Anda perhatikan petunjuk berikut:

1. Pahami BBM ini dengan seksama, baik isi maupun tujuannya, sehingga Anda dapat mencapai tujuan yang diharapkan sebagai hasil belajar.
2. Setelah Anda merasa memahami, kemudian kerjakan latihan atau tugas yang terdapat dalam BBM ini sesuai dengan petunjuknya.
3. Tuntaskan mempelajari Kegiatan Belajar 1 sehingga Anda benar-benar memahaminya, untuk kemudian dapat dilanjutkan dengan mempelajari Kegiatan Belajar 2 hingga tuntas.
4. Masyarakat dan lingkungan sekitar Anda merupakan sumber belajar yang nyata dan tepat dalam mempelajari modul ini. Tentunya pengetahuan Anda juga harus diperkaya dengan sumber belajar lain yang dapat diambil dari buku-buku pedoman, surat kabar dan majalah, media elektronik seperti radio televisi, dan internet, termasuk pengalaman teman.

5. Diskusikan dengan teman atau tutor apabila Anda menemui kesulitan, karena melalui diskusi dan kerja kelompok dapat meringankan Anda untuk mengatasi dan menyelesaikan semua tugas dalam mempelajari modul ini.
6. Setiap akhir kegiatan, jangan lupa untuk mengisi soal yang terdapat dalam BBM ini.

Agar dapat mengetahui sejauhmana keberhasilan Anda dalam mempelajari BBM ini, cocokkan jawaban hasil pengisian latihan dengan kunci jawaban yang tersedia.

Selamat belajar dan semoga sukses!

Kegiatan Belajar 1

STRUKTUR LAPISAN KULIT BUMI

A. PENGANTAR

Makhluk hidup di planet bumi tinggal pada lapisan bumi yang keras dan kaku yang disebut kulit bumi atau litosfir. Litosfir ini terletak paling atas atau paling luar dari bagian bumi, sehingga sering disebut dengan kerak bumi. Meskipun kita tidak merasakan gerakan dari kerak bumi, tetapi kerak bumi memiliki sifat dinamis. Litosfir bukan merupakan suatu lapisan yang kompak, terutama kerak bumi, tetapi terpecah-pecah menjadi beberapa lempeng.

B. URAIAN MATERI

Istilah lithosfir berasal dari Bahasa Yunani yaitu *lithos* berarti batuan dan *sphera* berarti lapisan. Lithosfer mengandung pengertian sebagai lapisan kerak bumi paling luar dan terdiri atas batuan dengan ketebalan rata-rata 70 km. Dimaksud batuan di sini bukanlah benda yang keras saja berupa batu dalam kehidupan sehari-hari, namun juga dalam bentuk tanah liat, abu gunung api, pasir, kerikil dan sebagainya.

Tebal kulit bumi tidaklah merata, kulit bumi di bagian benua atau daratan lebih tebal dari bagian samudra. Litosfir merupakan lapisan yang tipis, jika Anda bandingkan kulit bumi yang keras seolah-olah cangkang telur, sedangkan di bawah litosfir terdapat lapisan-lapisan yang kental, panas dan tebal yang disebut astenosfir seolah-olah putih telurnya. Paling bawah merupakan lapisan inti sebagai kuning telurnya yang padat, karena tidak ada ruang gerak.

Litosfir terbentuk dari beberapa mineral yang disebut silikat (SiO_2) yang merupakan gabungan antara oksigen dan silikon. Selain itu terdapat senyawa lainnya, seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Konsentrasi unsur-unsur utama pada kerak bumi (Litosfir)

No	Unsur	Rumus Kimia	Berat (%)
1.	Oksigen	O	46,60
2.	Silikon	Si	27,72
3.	Aluminium	Al	8,13
4.	Besi	Fe	5
5.	Kalsium	Ca	3,63
6.	Sodium	Na	2,83
7.	Potassium	K	2,59
8.	Magnesium	Mg	2,09
9.	Titanium	Ti	0,44

10.	Hydrogen	H	0,14
11.	Posfor	P	0,12
12.	Mangan	Mn	0,10
13.	Sulfur	S	0,05
14.	Carbon	C	0,03

Sumber: Mason, B dan C. B. Moore, 1982 dalam Hamblin, 1985

Kulit bumi yang keras dinamakan kerak bumi, terbagi atas lempeng benua (*Continental Crust*) dan lempeng samudra (*Oceanic Crust*). Kedua lempeng ini memiliki karakteristik berbeda. Bahan utama pembentuk kulit bumi adalah magma. Magma merupakan batuan cair pijar yang bersuhu tinggi dan mengandung berbagai unsur mineral dan gas. Litosfir tersusun oleh sekitar 90 jenis unsur kimia yang satu dengan lainnya membentuk persenyawaan yang disebut Mineral.

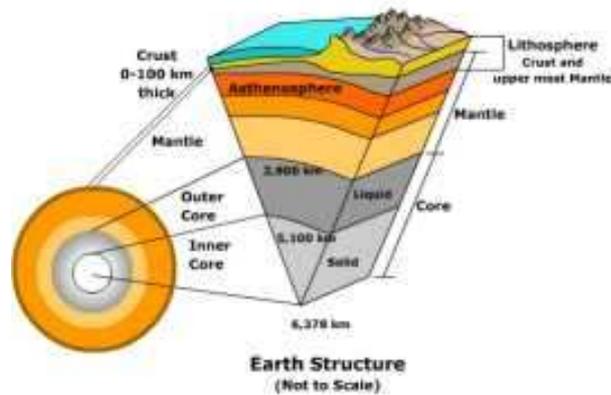
Litosfir juga tersusun atas lapisan *Sial* dan lapisan *Sima*. Lapisan *Sial* memiliki berat jenis lebih ringan dari lapisan *Sima* karena lapisan ini tersusun dari silisium dan alumunium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 . Sedangkan lapisan *Sima* tersusun dari silisium magnesium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Mg O .

Selain litosfir, Planet Bumi juga tersusun dari lapisan lainnya. Adapun struktur lapisan bumi sebagai berikut :

- 1) *Litosfir* (Lapisan batuan pembentuk kulit bumi atau *crust*)
Merupakan lapisan bumi paling atas dengan ketebalan lebih kurang 70 km yang tersusun dari batuan penyusun kulit bumi.
- 2) *Astenosfer* (Lapisan selubung atau *mantle*)
Astenosfer yaitu lapisan yang terletak di bawah litosfir dengan ketebalan sekitar 2.900 km berupa material cair kental dan berpijar dengan suhu sekitar $3.000\text{ }^{\circ}\text{C}$, merupakan campuran dari berbagai bahan yang bersifat cair, padat dan gas bersuhu tinggi.
- 3) *Barisfer* (Lapisan inti bumi atau *core*)
Barisfer, yaitu lapisan inti bumi yang merupakan bagian bumi paling dalam yang tersusun atas lapisan *Nife* (*Niccolum* atau nikel dan *ferrum* atau besi). Lapisan ini dapat pula dibedakan atas dua bagian yaitu *inti luar* dan *inti dalam*.
 - a) *Inti luar* (*Outer Core*)
Inti luar adalah inti bumi yang ada di bagian luar. Tebal lapisan ini sekitar 2.200 km, tersusun dari materi besi dan nikel yang bersifat cair, kental dan panas berpijar bersuhu sekitar $3.900\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - b) *Inti dalam* (*Inner Core*)

Inti dalam adalah inti bumi yang ada di lapisan dalam dengan ketebalan sekitar 2.500 km, tersusun atas materi besi dan nikel pada suhu yang sangat tinggi yakni sekitar 4.800°C , akan tetapi tetap dalam keadaan padat dengan densitas sekitar 10 gram/cm^3 . Hal itu disebabkan adanya tekanan yang sangat tinggi dari bagian-bagian bumi lainnya.

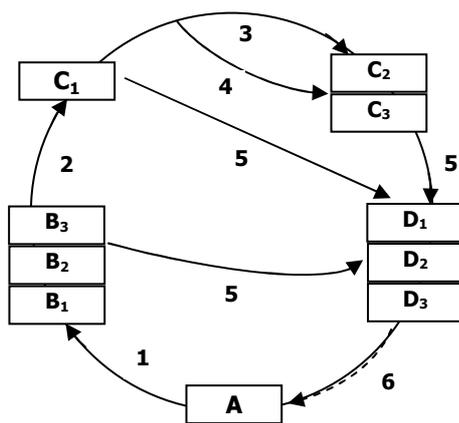
Untuk lebih jelasnya tentang karakteristik perlapisan bumi, dapat anda lihat pada ilustrasi gambar berikut.



Gambar 1. Struktur Lapisan Bumi

(Sumber: <http://www.gcsechemistry.com/Earth-Structure.gif>)

Batuan pembentuk kulit bumi selalu mengalami perubahan wujud melalui siklus (daur), karena magma, batuan beku, batuan sedimen, batuan malihan, dan kembali lagi menjadi magma yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Daur Batuan

Sumber: koleksi penulis, 2007.

Keterangan:

- A : Magma
- B₁ : Batuan beku dalam
- B₂ : Batuan beku korok
- B₃ : Batuan beku luar
- C₁ : Batuan sedimen klastik
- C₂ : Batuan sedimen organik
- C₃ : Batuan sedimen termik
- D₁ : Batuan malihan dinamik
- D₂ : Batuan malihan termik
- D₃ : Batuan malihan pneumatolitik
- 1 : pendinginan
- 2 : pengangkutan
- 3 : pelarutan
- 4 : organisma
- 5 : penambahan suhu dan tekanan yang lama
- 6 : penelanan oleh magma

1. Daur Batuan

Batuan sekitar magma itu dingin, sehingga mempengaruhi suhu magma. Secara berangsur-angsur magma mengalami pembekuan. Pembekuan terjadi mungkin di permukaan bumi atau di bawah permukaan bumi yang tidak begitu dalam,,apun dalam dapur magma bersama-sama dengan proses pembekuan magma. Karena itu, batuan yang berasal dari magma akan berbeda-beda.

Karena pengaruh atmosfer, batuan beku di permukaan bumi akan mengalami rusak, hancur, dan terbawa oleh aliran air, angin, gletser, hujan lebat, sehingga batuan hancur dan diangkut serta diendapkan di tempat baru, sehingga menjadi batuan endapan tertimbun di dataran rendah, sungai, danau atau di laut.

Batuan beku maupun batuan endapan mungkin akibat tenaga endogen, mencapai suatu tempat yang berdekatan dengan magma, sehingga persinggungan dengan magma, maka batuan sedimen maupun batuan beku berubah bentuk menjadi batuan *metamorf*.

Akibat tenaga endogen, terutama tenaga tektoni, batuan metamorf mengalami pengangkatan, sehingga batuan muncul ke permukaan bumi. Selanjutnya, karena pengaruh tenaga eksogen, akan terjadi pelapukan, pengangkutan, dan sebagainya, sehingga berubah lagi menjadi batuan sedimen. Dengan demikian, berdasarkan proses terjadinya, maka batuan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *batuan malihan (metamorf)*.

2. Klasifikasi Batuan

Secara umum komposisi batuan di pada litosfir didasarkan jenis batuannya didominasi oleh batuan sedimen yang menutupi hampir 66% permukaan bumi, sedangkan 34% berupa : batuan ekstursi 8%, batuan intrusi 9%, dan batuan metamorf 17 %.

Tabel 2. Persentase Batuan di Permukaan Bumi

Benua	Batuan Kristal			Sedimen
	Ekstrusi	Intrusi	Metamorf	
Asia	9	12	5	74
Afrika	4	16	22	58
Amerika Utara	11	6	31	52
Amerika Selatan	11	2	25	62
Eropa	3	7	3	87
Australia	8	11	11	70

Sumber: Geologi dan Mineralogi Tanah, 1996.

Coba Anda pahami tabel 2 di atas! Nampak bahwa batuan sedimen lebih banyak dijumpai di daratan Eropa. Hal ini, disebabkan hampir semua daratan Eropa terutama bagian daratan tidak dijumpai gunungapi. Batuan sedimen banyak dijumpai di daerah yang sudah berumur tua karena mengalami pelapukan lebih lanjut. Sedangkan batuan ekstrusi dan instruksi banyak dijumpai di daratan Asia, karena di kawasan ini, seperti di Indonesia, Jepang, Filipina, dan Italia, banyak terdapat gunungapi. Batuan ekstrusi dan intrusi akan dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik yang masih aktif.

Berdasarkan proses terjadinya, batuan dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu: *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *batuan malihan (metamorf)*.

a. Batuan Beku (*Igneous Rock*)

Batuan beku berasal dari bahasa latin *Inis* yang artinya api (*fire*). Batuan beku terbentuk akibat pembekuan cairan magma baik di dalam maupun di atas permukaan bumi yang mengalami pembekuan. Magma panas yang bergerak dari dalam bumi ke permukaan melalui kepundan gunungapi, karena suhunya rendah sehingga akan membeku.

Aktifitas magma yang mengalami pembekuan akan membentuk pada tempat berbeda dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

- 1) Batuan beku dalam atau *plutonik*;
- 2) Batuan beku korok atau *porfirik*; dan
- 3) Batuan beku luar (lelehan atau *epusif*).

Material magma yang mengalami pembekuan di permukaan bumi disebut batuan beku luar atau *batuan ekstrusi* atau *batuan vulkanis*. Material magma yang membeku pada lubang kepundan atau retakan kulit bumi disebut batuan korok atau porfirik. Material magma yang membeku berada jauh di dalam bumi (15-50 km) disebut batuan beku dalam atau *plutonik* yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Umumnya berbutir lebih kasar dibandingkan batuan ekstrusi.
- 2) Jarang memperlihatkan struktur visikular (mengandung lubang-lubang benda gas).
- 3) Batuan dapat merubah batuan yang berbatasan pada semua sisinya.

Berdasarkan ukurannya (diameter), batuan plutonik dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu plutonik tabular dan plutonik masif. Batuan beku plutonik tabular berukuran relatif kecil dan biasanya terletak agak dekat ke permukaan bumi. Kalau diperhatikan dari letak dan bentuknya di dalam batuan sekitarnya membeku dikenal ada dua macam yaitu Sill dan Dike. Sill merupakan batuan plutonik tabular yang jika dilihat dari posisinya bersifat *concordant* selaras dengan lapisan batuan sekitarnya. Letaknya ada yang mendatar, miring atau tegak sesuai arah lapisan. Sedangkan *Dike* merupakan tabular yang jika dilihat dari posisinya

bersifat *discordant* atau memotong lapisan batuan sekitar. Hal ini terjadi karena dorongan magma ketika memasuki lapisan batuan itu cukup kuat sehingga batuan sulit sekali untuk dihancurkan.

Batuan korok atau gang, yaitu batuan yang mengalami proses pembentukannya melalui pembekuan pada retakan dan rekahan batuan. Batuan ini terdiri dari kristal besar, kristal kecil dan ada yang tidak mengkristal, seperti granit fosfir.

Batuan beku luar, yaitu proses pembentukan batuan di luar permukaan bumi, karena magma yang keluar dari permukaan bumi dan mengalami pembekuan. Pembekuan yang cepat menyebabkan magma membentuk kristal-kristal kecil, seperti; andesit dan riolit, bahkan sama sekali tidak mempunyai kristal (amorf), seperti; batu apung dan batu kaca. Batuan beku luar memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Umumnya memiliki butir kristal yang halus bahkan amorf.
- 2) Memperlihatkan struktur visikular (adanya lubang-lubang bekas materi gas yang terperangkap)
- 3) Kristal mineral batumannya menunjukkan tekstur *Aphanitis* (kristal yang halus dan amorf)

Adapun jenis-jenis batuan beku sangat penting yang tersebar di alam ini adalah :

1) *Granit*

Granit merupakan batuan beku dalam, dengan mineral berbutir kasar sampai sedang. Warna terang disebabkan karena kandungan feldspar, umumnya putih, kelabu, merah jambu atau merah. Granit dalam bumi dan tersingkap di permukaan, karena erosi dan tektonik. Granit dapat digunakan sebagai bahan peneras jalan, galangan kapal, bahan pemoles lantai, pondasi serta pelapis dinding.

2) *Granodiorit*

Granodiorit seperti granit yang termasuk batuan beku dalam, mineral berbutir kasar sampai sedang, warna terang. Granodiorit dapat digunakan untuk peneras jalan, pondasi dan lain-lain. Granodiorit banyak terdapat di alam dalam bentuk batolit, stock, sill dan retas.

3) *Diorit*

Diorit termasuk batuan beku dalam, mineralnya berbutir kasar sampai sedang, warnanya agak gelap.. Diorit merupakan batuan yang banyak terdapat di alam yang digunakan untuk peneras jalan, pondasi dan sebagainya.

4) *Andesit*

Andesit terbentuk dari dari leleran diorit, mineralnya berbutir halus, komposisi mineral sama dengan diorit, warnanya kelabu. Gunungapi di Indonesia

umumnya mengeluarkan batuan andesit dalam bentuk lava maupun piroklastika. Batuan mengandung mineral hornblenda dan ada yang mengandung piroksin. Andesit digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, bendungan, kongresi beton, dan yang berstruktur lembar banyak digunakan sebagai batu tempel.



Batuan granit

Batuan andesit

Gambar 3 Contoh jenis-jenis batuan beku

5) *Gabro*

Gabro berwarna hitam, mineralnya berbutir kasar sampai sedang. Batuan ini digunakan untuk pengeras jalan, pondasi dan baik untuk lantai atau pelapis dinding.

6) *Basal*

Basal merupakan batuan leleran dari Gabro, mineralnya berbutir halus dan berwarna hitam. Gunungapi di Indonesia sebagian besar mengeluarkan basal dalam bentuk lava maupun piroklastik. Basal berstruktur lembar sebagai batu tempel pada bangunan. Basal umumnya berlubang bekas gas, terutama bagian muka. Batuan ini digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, bendungan, kongresi beton dan bangunan lainnya.

7) *Batukaca (Obsidian)*

Batukaca merupakan batuan yang tidak memiliki susunan dan kristal (*metamorf*). Batuan ini terbentuk akibat lava membeku tiba-tiba. Batukaca berwarna coklat, kelabu, kehitaman atau putih seperti kaca. Batuan ini banyak digunakan untuk membuat mata lembing dan mata panah pada zaman purba.

8) *Batuapung*

Batuapung terbentuk dari lava yang mengandung gas. Cairan lava membeku, maka gas keluar, sehingga berlubang-lubang. Lubang-lubang bekas gas menyebabkan batuapung ringan. Di Indonesia batuapung yang terkenal dihasilkan oleh Gunung Krakatau. Batuapung dapat digunakan untuk memperhalus kayu.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen atau endapan terbentuk karena proses pengendapan material hasil erosi. Sekitar 80% permukaan benua tertutup oleh batuan sedimen. Material batuan endapan terdiri dari berbagai jenis partikel, ada yang halus, kasar, berat, dan ada juga yang ringan.

Berdasarkan Proses Pengendapannya, batuan endapan diklasifikasikan menjadi: *batuan sedimen klastik*, *batuan sedimen kimiawi*, dan *batuan sedimen organik*.

1) *Batuan sedimen klastik*

Batuan ini memiliki susunan kimia yang sama dengan susunan kimia batuan asalnya. Artinya, proses pembentukan batuan hanya mengalami penghancuran secara mekanik. Batu yang besar mengalami lapuk atau hancur menjadi lebih kecil. Pecahan batu ini terangkut hujan, longsor atau berguling-guling masuk ke dalam sungai. Arus sungai menghancurkan batu menjadi kerikil, pasir, lumpur serta mengendapkan di tempat lain, seperti konglomerat. Selain itu ada batuan sedimen non klastik yang dibedakan atas dasar komposisinya. Batuan sedimen non klastik akibat batuan mengalami pemanasan, sehingga air menguap, maka sisa material tersebut membeku, seperti; batu gamping dan dolomit, batu garam, denhidrit dan gipsum dan batubara.

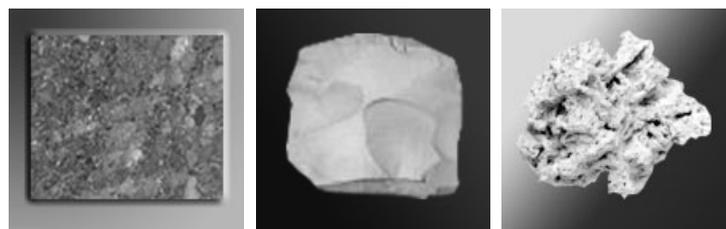
2) *Batuan sedimen kimiawi*

Batuan ini terbentuk karena proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, oksidasi, dehidrasi, dan sebagainya. Hasil pengendapan secara kimiawi, seperti; batu kapur. Hujan yang mengandung CO₂ terjadi di gunung kapur air hujan meresap ke dalam retakan halus (diaklas) batu gamping (CaCO₃). Batu gamping larut dengan air menjadi larutan air kapur atau Ca(HCO₃)₂ sampai ke atap gua kapur. Tetesan air kapur itu membentuk stalaktit di atap gua dan stalagmit di dasar gua. Kedua bentukan sedimen kapur tersebut disebut batuan sedimen kimiawi.

3) *Batuan sedimen organik*

Batuan ini terbentuk karena sebagian material berasal dari organisme, seperti, daun, ranting atau bangkai binatang tertendapkan dan tertimbun di dasar laut. Berdasarkan tenaga pengangkutnya, batuan sedimen dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

- (a) Angin membentuk *Batuan sedimen aerik(aeolis)*, seperti; tanah los, tuf, dan pasir di gurun.
- (b) Es membentuk *Batuan sedimen glasial*, seperti ; Moraine.



Breksi

Batu kapur

Batu koral

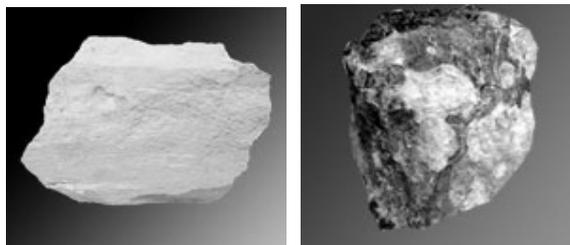
Gambar 4. Contoh jenis-jenis batuan sedimen

- (c) Air yang mengalir membentuk *Batuan sedimen aquatik*, seperti; *batu pasir, batu lempung dan sebagainya..*
- (d) Air laut membentuk *Batuan sedimen marin*, seperti batu pasir.

c. **Batuan Metamorf**

Batuan metamorf diakibatkan oleh proses metamorfosis. Batuan ini berasal dari batuan beku atau sedimen, karena adanya tekanan atau temperatur, sehingga susunan struktur maupun kimianya berubah. Batuan Metamorfik diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

- 1) Metamorfik termik (kontak), terbentuk karena adanya kenaikan suhu, seperti; batu pualam atau marmer.
- 2) Metamorfik Dinamik (sintektonik), terbentuk karena adanya tekanan tinggi, biasanya tenaga tektonik.. Jenis batuan metamorfisa banyak ditemui di daerah patahan dan lipatan, seperti; batu sabak dan batubara.
- 3) Metamorfik termik pneumatolitik, terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan, seperti; azurit mineral (pembawa tembaga), topas, dan turmalin (batu permata)



Batu gamping

Batu marmer

Gambar 5. Contoh jenis-jenis batuan malihan

Litosfir merupakan bagian bumi yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan dan memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan di bumi. Litosfir bagian atas merupakan tempat hidup bagi manusia, hewan dan tanaman. Manusia melakukan aktifitas di atas litosfir. Selanjutnya litosfir bagian bawah mengandung bahan bahan mineral yang sangat bermanfaat bagi manusia. Bahan bahan mineral atau tambang yang berasal dari lithosfer bagian bawah diantaranya minyak bumi dan gas, emas, batu bara, besi, nikel dan timah.

Melihat manfaat litosfir yang demikian besar tersebut sepantasnyalah kita selalu bersyukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

C. LATIHAN

Jawablah pertanyaan ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan susunan lapisan bumi?
2. Apakah sial itu?
3. Sebutkan tiga jenis batuan litosfir?
4. Sebutkan 3 jenis batuan metamorf berdasarkan proses pembentukannya?

Petunjuk jawaban latihan

1. Susunan lapisan bumi:
 - 1) Litosfir (0 – 70 km)
 - 2) Astenosfer (70 – 700 km)
 - 3) Mantel bawah (700 – 2900 km)
 - 4) Inti besi cair (2900 – 4980 km)
 - 5) Inti besi padat (4980 – 6370 km)
2. Sial adalah lapisan kulit bumi yang tersusun atas logam silisium dan alumunium.
3. Tiga jenis batuan litosfir, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan atau metamorf.
4. Batuan metamorf berdasarkan proses terbentuknya:
 - a. Metamorfik termik (kontak), terbentuk karena adanya kenaikan suhu, seperti; batu pualam atau marmer.
 - b. Metamorfik Dinamik (sintektonik), terbentuk karena adanya tekanan tinggi, biasanya tenaga tektonik.. Jenis batuan metamorfisa banyak ditemui di daerah patahan dan lipatan, seperti; batu sabak dan batubara.
 - c. Metamorfik termik pneumatolitik, terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan, seperti; azurit mineral (pembawa tembaga),topas, dan turmalin (batu permata)

RANGKUMAN

Litosfir yaitu lapisan kerak bumi paling luar dan terdiri atas batuan dengan ketebalan rata-rata 70 km. Tebal kulit bumi tidak merata, kulit bumi di bagian benua atau daratan lebih tebal dari di bawah samudra. Litosfir juga tersusun atas lapisan *Sial* dan lapisan *Sima*. Lapisan *Sial* memiliki berat jenis lebih ringan dari lapisan *Sima* karena lapisan ini tersusun dari silisium dan alumunium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 . Sedangkan lapisan *Sima* tersusun dari silisium magnesium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Mg O .

Planet Bumi tersusun dari beberapa lapisan, yaitu litosfir, astenosfir, dan barisfir. Bagian litosfir yang merupakan kulit bumi, terbagi atas lempeng benua

(*Continental Crust*) dan lempeng samudra (*Oceanic Crust*). Kedua lempeng ini memiliki karakteristik berbeda.

Litosfir dibentuk oleh berbagai jenis batuan utama, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. Batuan beku berdasarkan tempat pembekuan magma, dapat dibedakan menjadi batuan beku kerak dan batuan beku luar. Batuan sedimen/endapan terbentuk melalui proses pengendapan. Batuan metamorf adalah batuan yang sudah mengalami perubahan wujud dan susunan kimia akibat peningkatan suhu dan tekanan.

Litosfir merupakan lapisan bumi yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan di bumi, seperti tempat hidup bagi manusia, hewan dan tanaman. Manusia melakukan aktifitas di atas litosfir, selain itu didalamnya terdapat batuan dan mineral yang sangat berharga untuk kesejahteraan manusia.

TES FORMATIF 1

Jawablah salah satu yang paling tepat pada pertanyaan di bawah ini!

1. Lapisan kulit bumi yang keras dan kaku, yang biasa bergerak disebut...
 - a. astenosfir
 - b. litosfir
 - c. hidrosfir
 - d. mantel
 - e. barisfir
2. Batuan granit, diorit, gabro, memiliki bentuk kristal yang sempurna, batuan tersebut termasuk batuan beku yang mengalami proses pembekuan...
 - a. berlangsung lambat pada bagian dalam kulit bumi
 - b. pada lapisan kulit bumi dekat permukaan dan relatif lebih cepat
 - c. di permukaan bumi dan relatif cepat
 - d. bervariasi antara lambat dan cepat di dalam lapisan kulit bumi
 - e. mengandung banyak mineral batuan
3. Lapisan bumi di bawah litosfir yang berbentuk cair disebut...
 - a. astenosfir
 - b. litosfir
 - c. barisfir
 - d. hidrosfir
 - e. mantel
3. Batuan yang telah mengalami pelapukan disebut batuan ...
 - a. malihan
 - b. metamorf
 - c. korok
 - d. sedimen

- e. pasir
- 4. Material magma yang mengalami pembekuan di permukaan bumi disebut...
 - a. batuan beku dalam
 - b. batuan ekstrusi
 - c. batuan malihan
 - d. batuan beku korok
 - e. batuan beku forfirik
- 5. Batuan beku plutonik memiliki ciri-ciri sebagai berikut, *kecuali*...
 - a. membeku jauh di dalam bumi
 - b. banyak mengandung lubang-lubang benda gas
 - c. umumnya berbutir lebih kasar
 - d. jarang memperlihatkan struktur visikular
 - e. batuan dapat merubah batuan yang berbatasan pada semua sisinya
- 6. Manakah yang bukan merupakan contoh jenis batuan sedimen...
 - a. batu gamping
 - b. dolomit
 - c. batu apung
 - d. konglomerat
 - e. batu koral
- 7. Batuan sedimen yang memiliki susunan kimia yang sama dengan susunan kimia batuan asalnya disebut...
 - a. sedimen klastik
 - b. sedimen aerik
 - c. sedimen aquatik
 - d. sedimen kimiawi
 - e. sedimen organik
- 8. *Moraine* merupakan contoh batuan sedimen...
 - a. sedimen klastik
 - b. sedimen aerik
 - c. sedimen aquatik
 - d. sedimen marin
 - e. sedimen glasial
- 9. Batuan metamorf yang terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan...
 - a. metamorf kontak
 - b. metamorf dinamik
 - c. metamorf termik
 - d. metamorf sintektonik
 - e. metamorf termik pneumatolitik

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir BBM ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Keterangan:

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90% - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Bila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Kegiatan Belajar 2

BENTUK MUKA BUMI

A. PENGANTAR

Mengapa bentuk permukaan bumi tidak merata? Anda sering melihat bahwa bumi ini terdiri dari berbagai bentuk permukaan, seperti gunung, bukit, lembah, dataran, dan lainnya. Apa yang menyebabkan semua itu?

Anekaragam bentuk muka bumi yang pernah Anda lihat tersebut merupakan hasil pengerjaan tenaga geologi, baik tenaga yang berasal dari dalam bumi (endogen) maupun dari luar bumi (eksogen). Tenaga endogen bersifat membangun atau membentuk permukaan bumi dalam wujud pegunungan, perbukitan, lembah, dataran, dan lainnya. Sedangkan tenaga eksogen bersifat sebaliknya, yaitu merubah bentuk-bentuk permukaan bumi yang sudah dibangun oleh tenaga endogen, sehingga nampak terlihat seperti torehan atau sayatan-sayatan di permukaan.

Di dalam kegiatan belajar 2 ini, anda akan membahas tentang bagaimana bentuk-bentuk permukaan bumi sebagai hasil dari proses tektonisme (diatropisme) vulkanisme, gempa (seisme), dan hasil pengerjaan erosi serta sedimentasi.

B. URAIAN MATERI

1. Tenaga pembentuk permukaan bumi

Bentuk permukaan bumi bersifat dinamis, karena bentuk permukaan bumi mengalami perubahan. Perubahan bentuk diakibatkan oleh tenaga yang sangat besar yaitu tenaga geologi. Tenaga geologi yang menyebabkan perubahan bentuk permukaan bumi, yaitu : tenaga endogen endogen dan tenaga eksogen.

Tenaga endogen merupakan tenaga yang berasal dari dalam bumi, seperti: tektonisme (aktivitas kulit bumi), vulkanisme (aktivitas gunungapi), dan gempa. Sedangkan tenaga eksogen meliputi pengikisan dan pengendapan. Termasuk kedalam tenaga eksogen ini adalah pelapukan (*weathering*) dan erosi, baik yang diakibatkan oleh angin, air, gletser, iklim dan sebagainya.

2. Gejala tektonisme (*diatropisme*)

Tektonisme atau diatropisme merupakan tenaga dari dalam bumi yang mengakibatkan perubahan letak (*dislokasi*) dan bentuk (*deformasi*) pada kulit bumi. Sudah Anda pahami sebelumnya, bahwa permukaan bumi paling atas kulit bumi atau litosfir. Kulit bumi yang bersifat keras dan kaku akibat tekanan dari dalam bumi, pada akhirnya kulit bumi terpecah menjadi lempengan-lempengan besar yang tidak sama ukurannya kemudian disebut lempeng tektonik. Lempeng-

lempeng ini bergerak secara horizontal maupun vertikal karena pengaruh cairan astenosfir yang panas di bawahnya.

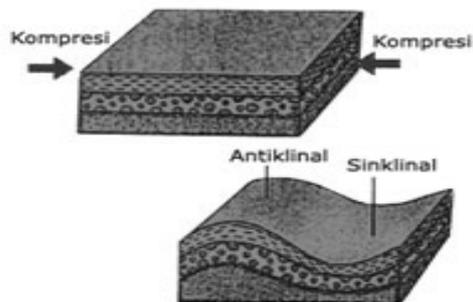
Berdasarkan luas dan waktu kejadian, gerakan lempeng tektonik dapat dibedakan menjadi, gerak *Epirogenetik* dan gerak *Orogenetik*. Gerak Epirogenetik merupakan pergeseran lempeng tektonik secara perlahan dan meliputi wilayah yang luas, seperti penenggelaman benua Gondwana menjadi Sesar Hindia. Gerak epirogenetik dibedakan atas:

- Epirogenetik Positif*, yaitu gerak turunnya daratan sehingga tampak permukaan air laut yang naik. Contoh: turunnya pulau-pulau di Indonesia bagian timur (Kepulauan Maluku dari pulau-pulau barat daya sampai ke pulau Banda).
- Epirogenetik Negatif*, yaitu gerak naiknya daratan sehingga tampak permukaan air yang turun. Contoh: naiknya Pulau Buton dan Pulau Timor.



Gambar 1. Gerak epirogenetik positif dan negatif

Gerak Orogenetik merupakan proses pembentukan pegunungan yang meliputi luas areal yang sempit dan waktu relatif singkat, dibandingkan epirogenesis, seperti pembentukan rangkaian pegunungan yang ada sekarang. Gerak orogenetik disebabkan adanya tekanan secara vertikal pada lempeng dan pecah, lempeng yang pecah mengalami pergeseran secara horisontal. Pergeseran ini mengakibatkan terjadinya lapisan kulit bumi atau salah satu lempeng terlipat dan patah.

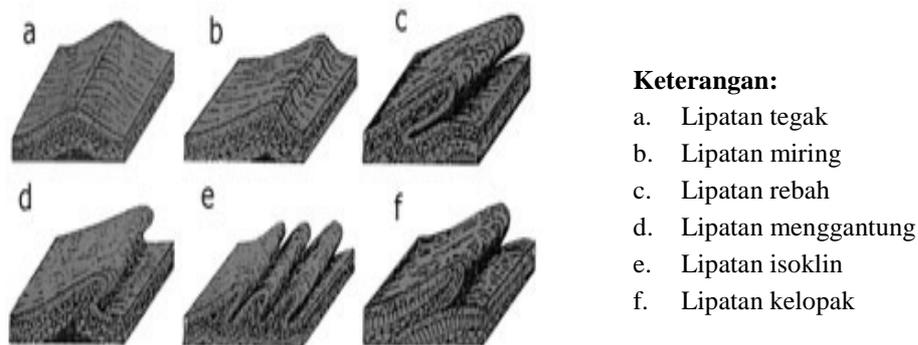


Gambar 2. Proses Lipatan

Sumber: Frank Press & Raymond, 1985.

Proses Lipatan (*Folded Process*), merupakan kulit bumi berbentuk lipatan (gelombang) yang disebabkan pergeseran salah satu lempeng secara horisontal menumbuk lempeng lainnya. Pada gambar kalian bisa melihat puncak lipatan disebut *antiklin* jika banyak disebut *antiklinorium* dan lembah disebut sinklin jika banyak disebut *sinklinorium*.

Berdasarkan bentuk dan puncak lipatan, maka lipatan ada beberapa, seperti; Lipatan Tegak, Lipatan Miring, Lipatan Menggantung, dan Lipatan. Contoh dari Pegunungan lipatan ini adalah Pegunungan seperti; Pegunungan Ural, Pegunungan Mediteranian dan Sirkum Pasifik.

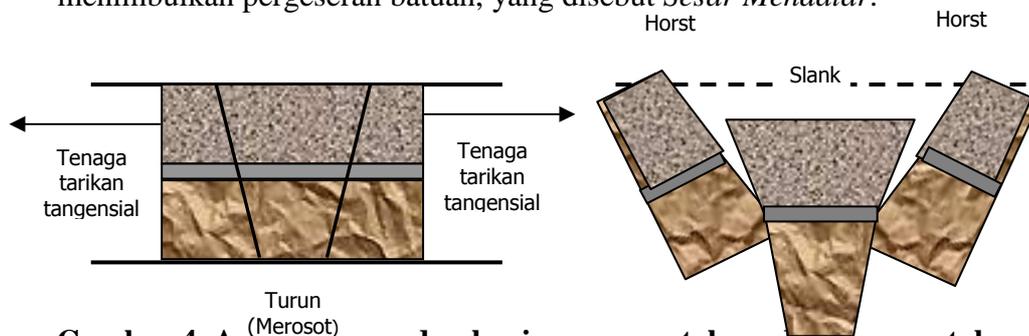


Gambar 3. Bentuk-bentuk lipatan

Sumber: Moh. Ma'mur, 1988.

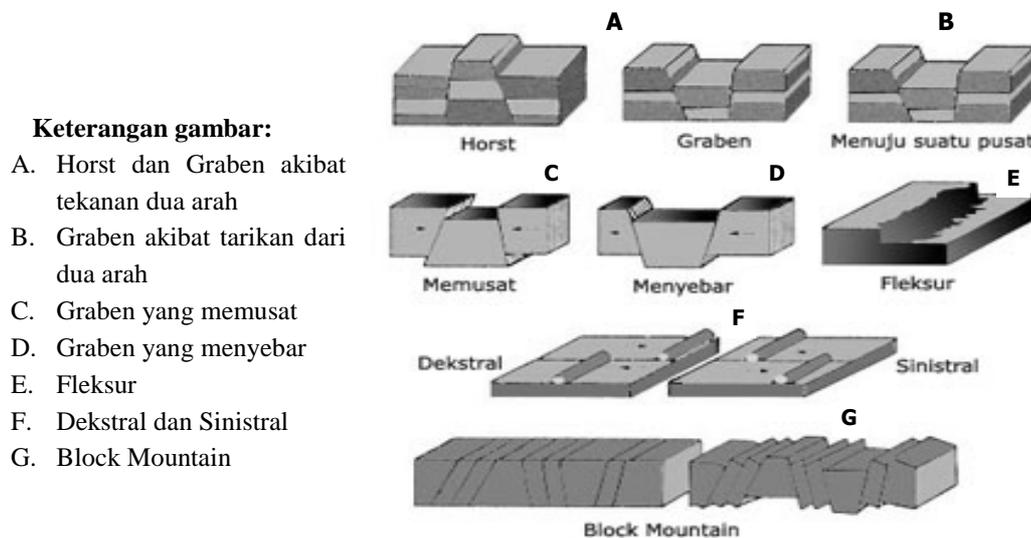
Selain membentuk lipatan, tenaga tektonik menyebabkan terjadinya patahan (sesar) pada kulit bumi. Proses patahan ini cepat, sehingga kulit bumi tidak sempat terlipat. Berdasarkan arah dan kekuatan tenaga tekanan, patahan dapat dibedakan, seperti berikut:

- 1) tenaga tektonik dengan arah horisontal dan saling menjauh, maka pada bongkah batuan terjadi retakan-retakan dan patah membentuk bagian yang merosot (*graben* dan *slenk*) dan bagian yang menonjol (*horst*);
- 2) tenaga tektonik yang berarah vertikal;
- 3) dua tenaga tektonik secara horisontal dengan arah berlawanan, sehingga menimbulkan pergeseran batuan, yang disebut *Sesar Mendatar*.



Gambar 4. Arah tekanan dan bagian yang patah pada proses patahan

Sumber: Koleksi penulis, 2007.



Gambar 5. Bentuk-bentuk patahan

Sumber: Moh Ma'mur, 1988.

Alur patahan adalah alur pecahnya batuan pada proses patahan. Alur patahan bisa dalam dan panjang atau dangkal. Patahan besar membelah batuan saat lempeng bergerak, mendorong naik wilayah daratan, atau membuatnya amblas. Setelah terjadi gempa saat energi dilepaskan, maka batuan di kedua sisi patahan terkunci menjadi satu di posisinya yang baru.

Relief geologis akibat patahan yang terkenal di dunia adalah *Patahan San Andreas* di California, AS dengan panjang 1.200 km. Patahan ini menjadi batas antara Lempeng Pasifik dan Lempeng benua Amerika Utara. Kedua lempeng terus berlangsung dengan arah berlawanan dengan pergeseran sekitar 5 cm/tahun., juga terdapat alur patahan yang lebih kecil dan berhubungan dengan San Andreas. Wilayah ini merupakan salah satu wilayah gempa dengan kekuatan besar serta 20.000 gempa tercatat setiap tahun. Patahan San Andreas nampak dari udara, seperti goresan luka di permukaan bumi.

3. Gejala vulkanisme

Vulkanisme merupakan peristiwa yang berhubungan dengan gunungapi. Terjadinya gunungapi karena adanya beberapa mineral yang bereaksi menimbulkan panas. Panas dalam bumi akhirnya membentuk dapur magma. Magma adalah cairan silikat pijar, artinya panas dalam magma. Akibat panas ini menimbulkan dorongan pada batuan yang mengalami retakan dan rekahan, sehingga material dalam dapur magma keluar. Kedalaman dan besar dapur magma berbeda, yang menyebabkan perbedaan kekuatan letusan.

Silikat pijar pada Magma terdiri dari bahan padat (batuan), cairan, dan gas yang berbeda di dalam lapisan kulit bumi (litosfir). Gas yang terkandung dalam

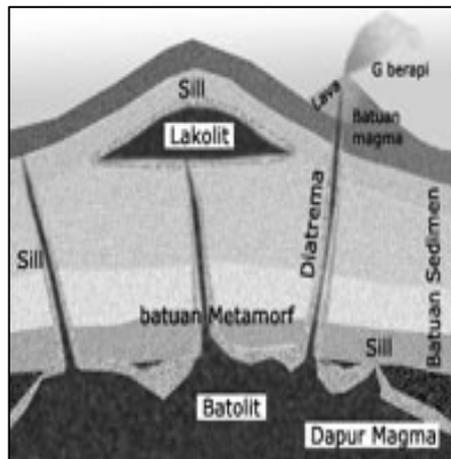
magma antara lain: uap air, *Oksida Belerang* (SO_2), *Gas Hidrokarbon* atau *Asam Klorida* (HCL), *Gas Hidrosulfat* atau *Asam Sulfat* (H_2SO_4).

Ada dua bentuk gerakan magma yang berhubungan dengan vulkanisme, yaitu *intrusi magma* dan *ekstrusi magma*.

a. Intrusi magma

Intrusi magma merupakan terobosan magma yang mendorong lapisan litosfira, tetapi tidak sampai ke permukaan bumi. Intrusi magma dapat dibedakan menjadi empat, yaitu:

- 1) Sill merupakan magma menyusup dan membeku antara dua lapisan batuan secara mendatar searah lapisan batuan.
- 2) Lakolit merupakan magma menyusup di antara lapisan bumi paling atas dengan bentuk cembung.
- 3) Gang (korok) merupakan magma yang menyusup dan membeku di sela-sela lipatan.
- 4) Diaterma merupakan lubang (pipa) di antara dapur magma seperti silinder memanjang.



Gambar 6. Intrusi magma

b. Ekstrusi magma

Ekstrusi magma merupakan proses keluarnya magma sampai ke permukaan bumi dengan mengeluarkan material seperti ;

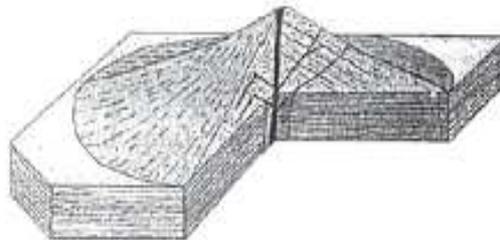
- 1) *Lava*, merupakan magma yang keluar dan mengalir di permukaan bumi.
- 2) *Lahar* merupakan material campuran antara lava yang panas dengan material di permukaan bumi, seperti; batu besar, pasir, kerikil, debu dan lain-lain dengan air sehingga membentuk lumpur.
- 3) *Eflata* dan *Piroklastika* merupakan material padat, seperti; Bom, Lapili, Kerikil dan debu.
- 4) *Ekshalasi* (gas) merupakan berupa gas yang dikeluarkan gunungapi saat meletus.

Ekstrusi merupakan proses keluarnya material saat gunungapi meletus(*erupsi*) dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

- 1) *Erupsi efusif*, merupakan letusan gunungapi yang mengeluarkan lelehan lava yang mengalir di permukaan gunungapi
- 2) *Erupsi Eksplosif*, merupakan letusan gunungapi dengan ledakan serta mengeluarkan bahan-bahan padat (*Eflata/ Piroklastika*), seperti: bom, lapili, kerikil, debu serta gas.

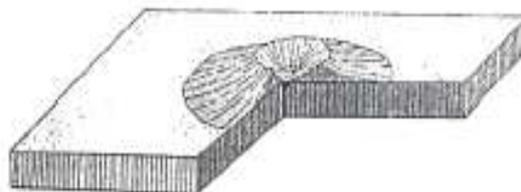
Letusan gunungapi pun berbeda, karena dipengaruhi letak dan tempat magma keluar, yaitu :

- 1) *Erupsi Linear*, yaitu letusan yang menyebabkan keluarnya magma melalui celah atau retakan yang memanjang. sehingga membentuk deretan gunungapi.
- 2) *Erupsi Areal*, yaitu letusan yang terjadi, karena letak magma dangkal, sehingga membakar dan melelehkan lapisan batuan di atasnya, sehingga terbentuk kaldera.
- 3) *Erupsi Sentral*, letusan yang terjadi dimana material keluar melalui sebuah lubang yang membentuk gunung api yang terpisah-pisah. Erupsi sentral menghasilkan 3 jenis gunungapi, yaitu :
 - a) *Gunungapi strato* merupakan gunungapi yang mengalami beberapa kali letusan, sehingga berbentuk kerucut dan bantuannya berlapis-lapis, seperti; Gunungapi kerinci, Tangkubanparahu, Merapi, Ceremai, Semeru, Batur.



Gambar 8. Gunungapi Strato (kerucut)

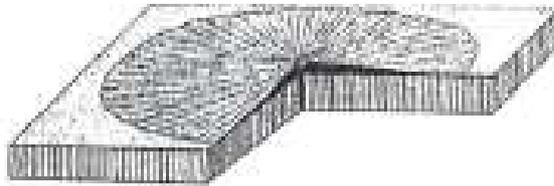
- b) *Gunung api maar* merupakan gunungapi dengan letusan eksplosif yang tidak terlalu kuat dan terjadi hanya 1kali, seperti : Gunungapi Lamongan, Galunggung.



Gambar 9. Gunungapi Maar

- c) Gunungapi perisai (*Shield Volcanoes*) merupakan letusan gunungapi secara efusif, sehingga cairan lava dan lahar lama membeku, karena itu

memiliki dasar yang luas dengan lereng tidak curam, seperti; Gunungapi Kalileau, Mamaleau di Kep. Hawaii.



Gambar 10. Gunungapi Perisai

- 4) *Erupsi freatik*, letusan yang terjadi dari dalam litosfir akibat tekanan uap air meningkat.

Dari beberapa gunungapi, baik dari kedalaman magma, volume dapur magma, dan kekentalan (*Viscositas*) magma, maka letusan gunungapi dibagi menjadi beberapa tipe. Viscositas magma bergantung pada susunan dan tingginya suhu. Semakin tinggi suhunya semakin besar viscositasnya.

Letusan gunungapi berbeda, maka tipe letusan gunungapi pun dibedakan menjadi:

1) *Tipe Hawaii*

Letusan efusif dengan mengeluarkan lava cair dan mengalir di permukaan gunungapi (letusan air mancur), seperti; Gunungapi Mauna Loa, Kalileau di Kepulauan Hawaii.

2) *Tipe Stromboli*

Letusan eksplosif dan sering terjadi letusan kecil dengan kekuatan kecil, material yang dikeluarkan eflata, seperti; Gunung Vesuvius di Italia, Gunung Raung di Jawa, dan Gunung Batur di Bali.

3) *Tipe Vulkano*

Letusan Tipe vulkano bersifat efusif dengan mengeluarkan cairan magma kental, dapur magma dari dangkal sampai dalam, sehingga tekanan yang terjadi sedang sampai tinggi, seperti; Contoh, Gunung Semeru di Jawa Timur.

4) *Tipe Perret*

Tipe perret merupakan letusan eksplosif yang besar, sehingga mengeluarkan material padat dan gas yang sangat tinggi dan membentuk awan menyerupai bunga kol di ujungnya, seperti; letusan Gunung Krakatau (1883). Awan yang terbentuk letusan ini setinggi 50 km. Karena letusannya sangat hebat, menyebabkan puncak gunung tenggelam dan merosotnya dinding kawah.

5) *Tipe Merapi*

Letusan eksplosif dengan mengeluarkan bahan padat dan cair dan mengalir keluar perlahan-lahan dan membentuk sumbat kawah. Karena tekanan gas dari dalam kuat, sehingga kawah terangkat dan pecah-pecah bagian luarnya disertai awan panas.

6) *Tipe St. Vincent*

Letusan efusif dengan mengeluarkan lava yang kental, tekanan gas sedang dan dapur magma yang dangkal, seperti; Gunung Kelud dan St. Vincent.

7) *Tipe Pelle*

Letusan efusif dengan mengeluarkan lava kental, tekanan gas tinggi, karena dapur magma dalam, seperti; Gunung Montagne Pelee di Amerika Tengah.

LAVA	DAYA PEMBANGUN			Tipe Perret
	Tipe Hawai	Tipe Stromboli		
Cair Encer				
Cair Kental		Tipe Vulkanok lemah 		
Kental	Tipe Merapi  Merapi 1920-1930	Tipe St. Vincent  St. Vincent 1902-1919	Tipe Pelee  Pelee 1902-1903	
Tekanan Gas	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Kedalaman magma	Sangat dalam	Dangkal	Dalam	

Gambar 11. Tipe-tipe letusan gunungapi

Sumber: Moh. Ma'mur, 1988.

Untuk mengurangi risiko dari letusan gunungapi, maka anda perlu mengetahui suatu gunungapi yang akan meletus memperlihatkan tanda-tanda, sebagai berikut :

- 1) suhu di sekitar gunung meningkat;
- 2) mengeluarkan suara gemuruh;
- 3) kadang kadang disertai getaran (gempa);
- 4) tumbuhan di sekitar gunung layu, dan
- 5) binatang di sekitar gunung bermigrasi.

Selain proses vulkanisme menyebabkan terjadinya ledakan dengan mengeluarkan berbagai material. Setelah terjadi letusan, maka gunungapi mengalami fase istirahat atau mati. Setelah terjadinya letusan juga dapat menimbulkan gejala-gejala pasca letusan yang disebut Pasca Vulkanik, seperti; Fumarol, Solfatar, Geyser, Mofet.

- 1) Fumarol merupakan gejala pasca letusan, dimana celah gunungapi mengeluarkan air panas dan zat lemas.
- 2) Solfatar merupakan gejala pasca letusan, dimana celah gunungapi mengeluarkan air panas yang mengandung gas belerang.
- 3) Mofet merupakan gejala pasca letusan, dimana celah gunungapi mengeluarkan gas beracun.
- 4) Geyser merupakan gejala pasca letusan, dimana celah gunungapi mengeluarkan air yang memancar dan panas.

Selain Letusan gunungapi banyak menimbulkan bahaya dan dampak yang lainnya, juga terdapat dampak positif dari letusan gunungapi, seperti;

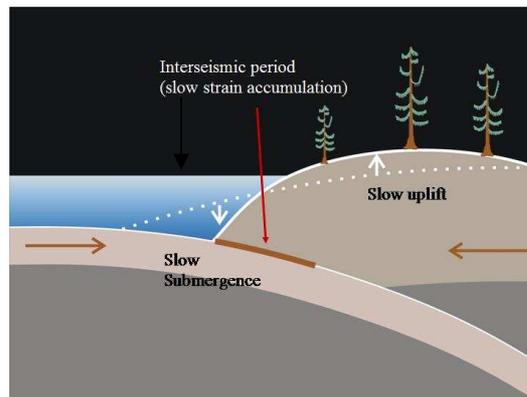
- 1) Sumber energi, sumber panas dari gunungapi yang mengeluarkan gas berupa uap air dapat dijadikan pembangkit listrik, seperti : PLTU di Gunungapi Kamojang Jawa Barat dan Gunungapi Dieng di Jawa Tengah.
- 2) Sumber mineral dan bahan galian, seperti intan, timah, tembaga, belerang, batu apung, pasir, batu.
- 3) Obyek wisata dan olahraga, seperti : hiking, climbing, layang gantung dan bersepeda gunung.
- 4) Tanah mengalami pembaharuan, karena banyak mineral yang berasal dari letusan gunungapi, sehingga tanah menjadi subur kembali.
- 5) Terbentuknya hujan orografis, karena ketinggiannya, maka angin yang membawa uap air dipaksa naik menyebabkan terbentuknya awan yang menimbulkan hujan serta berfungsi sebagai penangkap hujan, reservoir air dan tata air.
- 6) Sumber plasma nutfah, karena ketinggian yang berbeda, maka suhu, kelembaban dan curah hujan berbeda mengakibatkan plasma nutfah yang hidup menjadi sangat bervariasi.
- 7) Sanatorium untuk penderita penyakit tertentu, karena gunung ataupun pegunungan mempunyai udara yang sejuk dan segar.

4. Gempa Bumi

Gempa bumi (*Earthquake*) merupakan getaran yang yang ditimbulkan dari dalam bumi yang merambat dan menyebabkan pergeseran kulit bumi. Alat pengukur gempa bumi disebut *Seismograf*. Kulit bumi yang terpecah menjadi beberapa lempeng. Pergeseran lempeng secara perlahan dengan saling bergesekan, menekan, dan mendesak bebatuan, sehingga pergeseran ini menyebabkan getaran yang disebut gempa bumi.

Gempa terbesar terjadi karena proses subduksi dimana salah satu lempeng samudra menumbuk lempeng benua. Lempeng samudra menumbuk dan menyusup di bawah lempeng benua, sedangkan lempeng benua terangkat dan

terjadi retakan. Terangkatnya lempeng benua menyebabkan terbentuknya pegunungan. Jika tumbukan lempeng ini menimbulkan bercampurnya beberapa mineral yang menyebabkan reaksi panas dapat membentuk magma, sehingga magma akan keluar melalui retakan dan patahan.



Gambar 12. Proses terjadinya Gempa

a. Klasifikasi Gempa

Getaran pada lempeng ini disebabkan oleh beberapa tenaga, karena itu gempa diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

- 1) Gempa Tektonik (*Tectonic Earthquake*) diakibatkan oleh pergeseran lempeng. Gempa ini sangat berbahaya, karena meliputi wilayah luas.
- 2) Gempa Vulkanik (*Volcanic Earthquake*) diakibatkan letusan gunungapi. Gempa ini sangat berbahaya untuk daerah sekitar gunungapi.
- 3) Gempa Runtuhan (*Fall Earthquake*) diakibatkan runtuhnya batu-batu raksasa di sisi gunung, atau akibat runtuhnya gua-gua besar. Gempa ini dapat dirasakan hanya di sekitar daerah tersebut dan sempit.

b. Gelombang Gempa

Titik bawah secara vertikal batuan yang menyebabkan gempa bumi disebut pusat atau *Hiposentrum*, meskipun jaraknya ratusan km. Gerakan batuan menyebabkan getaran yang disebut *Gelombang Seismik*. Gelombang seismik sangat cepat ke segala arah, dan yang bisa dirasakan saat mencapai permukaan. Gelombang paling kuat terjadi di atas (vertikal) dari Hiposentrum, semakin jauh, gelombang seismik semakin lemah.

Retakan batuan di sepanjang patahan menimbulkan gempa kecil yang terjadi sebelum gempa besar. Gempa kecil itu disebut gempa awal dan menjadi peringatan penduduk sekitar.

- 1) Gelombang Longitudinal atau Gelombang Primer (P), merupakan gelombang yang merambat dari hiposentrum ke segala arah yang tercatat oleh seismograf dengan kecepatan antara 7-14 km/detik dengan periode gelombang 5-7 detik.

- 2) Gelombang Transversal atau Gelombang Sekunder (S), merupakan gelombang yang merambat dari hiposentrum ke segala arah yang tercatat sebagai gelombang kedua oleh seismograf dengan kecepatan antara 4-7 km/detik daengan periode gelombang 11-13 detik.
- 3) Gelombang Panjang atau Gelombang Permukaan, merupakan gelombang yang merambat dari episentrum menyebar ke segala arah di permukaan bumi dengan kecepatan 3,5-3,9 km/detik dengan periode gelombang relatif lama.

Untuk menentukan letak pusat terjadinya gempa di permukaan bumi atau letak episentrum dilakukan dengan menggunakan metoda homoseista, yaitu suatu metoda untuk menentukan letak episentrum dengan mencatat waktu rambatan pertama gelombang gempa minimal tiga tempat yang berbeda.

Contoh:

Stasiun pencatat gempa di Kota Bogor, Cianjur dan Sukabumi mencatat gelombang gempa pertama jam 9.30, itu menunjukkan ke-3 tempat berada pada satu homoseista. Untuk menentukan episentrum, buat garis yang menghubungkan Bogor, Cianjur dan Sukabumi. Selanjutnya buat garis tegak lurus pada titik tengah garis yang menghubungkan kota-kota tersebut. Titik perpotongan dua garis tegak lurus itulah episentrum gempa.

Pencatatan dilakukan pada beberapa tempat minimal 3 tempat berbeda, sehingga pusat gempa dan episentrumnya bisa diketahui secara tepat. Jarak stasiun ke episentrum dapat dihitung dengan menggunakan **Hukum Laska** berikut:

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

- 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:

Gempa tercatat pada seismograf stasion di Sukabumi sebagai berikut:

- 1) Gelombang longitudinal tercatat pada jam 09 28' 10"
- 2) Gelombang transversal tercatat pada jam 09 29' 25"
- 3) Berapa jarak dari Sukabumi ke episentrum gempa?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Delta} &= (09\ 29'\ 25'' - 09\ 28'\ 10'') - 1 \times 1.000 \text{ km} \\ &= (01'\ 15'' - 1) \times 1.000 \text{ km} \\ &= 15/60 \times 1.000 \text{ km} = 250 \text{ km} \end{aligned}$$

Jadi jarak dari Sukabumi ke episentrum gempa sekitar 250 km.

Model pengukuran gempa ditemukan oleh *Guisepe Mercalli* tahun 1902 dengan menggunakan *Skala Richter*. Alat untuk mengukur getaran gempa adalah seismograf. Seismograf dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- 1) Seismograf Horizontal, alat ukur pencatat gempa bumi secara mendatar.
- 2) Seismograf Vertikal, alat ukur pencatat gelombang secara berarah vertikal.

c. Intensitas Kekuatan Gempa

Intensitas kekuatan gempa dapat digunakan skala intensitas gempa dengan *Richter Magnitude Scale*. Richter mengklasifikasikan intensitas gempa menggunakan angka 1 sampai 9, semakin besar angka semakin besar magnitudo.

Tabel 1. Skala gempa menurut Richter

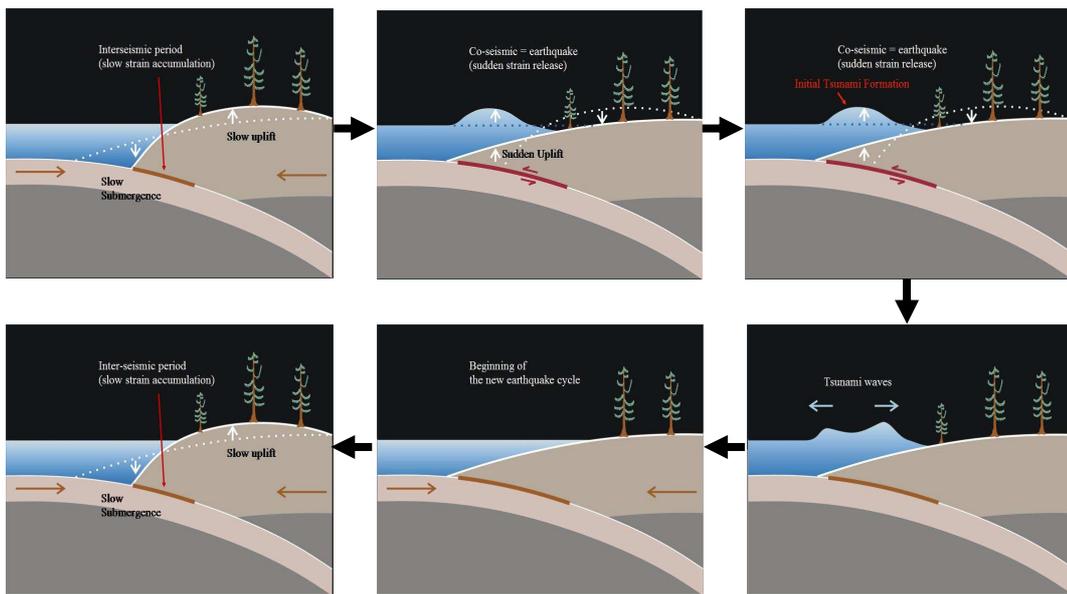
Magnitudo	Keterangan	Rata-rata per Tahun	Klasifikasi Umum
0 – 1,9	-	700.000	Goncangan Kecil (<i>Small Shock earthquake</i>)
2 – 2,9	-	300.000	Goncangan Kecil (<i>Small Shock Earthquake</i>)
3 – 3,9	Kecil	40.000	Gempa Keras (<i>Strongly Felt Earthquake</i>)
4 – 4,9	Ringan	6.200	Gempa Merusak (<i>Damaging Earthquake</i>)
5 – 5,9	Sedang	800	Gempa Destruktif (<i>Destructive Earthquake</i>)
6 – 6,9	Kuat	120	Gempa Destruktif (<i>Destructive Earthquake</i>)
7 – 7,9	Besar	18	Gempa Besar (<i>Major Earthquake</i>)
8 – 8,9	Dahsyat	1 dalam 10-20 tahun	Bencana Nasional (<i>National Disaster</i>)

d. Proses Terjadinya Tsunami

Anda pernah menyaksikan peristiwa Tsunami di Aceh dan Pangandaran Jawa Barat? Tsunami merupakan gelombang laut, dimana air laut naik ke daratan. Proses terjadinya tsunami, karena adanya tumbukan lempeng di dasar samudra. Dari tumbukan lempeng tersebut ada bagian yang naik atau turun, maka air di dasar samudra mengalami goncang yang berpengaruh terhadap arus laut. Gelombang laut bergerak secara cepat dan naik dengan gelombang cukup tinggi, sehingga arus permukaan air laut bergerak masuk ke daratan. Kecepatan gelombang ini tergantung pada kedalaman dasar laut dan gaya gravitasi bumi. Ketika tsunami bergerak cepat melintasi samudera, gelombangnya tetap rendah. Tetapi ketika mencapai pantai, gelombang tersebut naik sehingga membentuk

dinding air raksasa. Gelombang bergerak cepat menuju daratan, merusak segala sesuatu yang dilaluinya. Tinggi gelombang tsunami bisa mencapai 30 meter.

Dampak dari gempa ini yang menyebabkan terjadinya gelombang yang meluluh-lantahkan wilayah Aceh akhir bulan Desember 2004 yang menelan korban jiwa lebih dari 200.000 orang. Pada pertengahan tahun 2006, tsunami terjadi di wilayah pantai selatan Pulau Jawa, seperti; Pangandaran Kabupaten Ciamis Jawa Barat Cilacap, Yogyakarta, meski tidak sebesar kejadian di Aceh. Gambar berikut merupakan proses kejadian tsunami di Aceh.



Gambar 13. Proses terjadinya tsunami di Aceh tahun 2004

Jalur gempa sebagian besar di sepanjang pantai Samudera Pasifik disebut Sabuk Pasifik, karena seluruh gempa bumi yang terjadi di dunia 80% terjadi di sabuk Pasifik, seperti gempa di Chili (1960), Peru (1970), Guatemala (1976), San Fransisco (1906), Alaska (1964), Tokyo (1923), Taiwan (1963), Filipina (1976), Irian Jaya (1971), Nabire(2004) dan sebagainya. Gempa pada jalur selatan sabuk pasifik juga ada sabuk Hindia yang berasal dari Samudra Hindia, sehingga nampak gempa yang terjadi seperti di Irian, Sumatra, Jawa dan Nusa Tenggara. Kedua sabuk ini sampai sekarang terus berlangsung intensif.

C. LATIHAN

1. Jelaskan tentang tektonisme?
2. Apakah perbedaan epirogenetik dengan orogenetik, sebutkan contohnya?
3. Jelaskan tentang intrusi magma?
4. Sebutkan tiga tipe gunungapi berdasarkan erupsi sentral?

Petunjuk jawaban latihan

1. Tektonisme atau diastropisme merupakan tenaga dari dalam bumi yang mengakibatkan perubahan letak (*dislokasi*) dan bentuk (*deformasi*) pada kulit bumi.
2. Gerak Epirogenetik merupakan pergeseran lempeng tektonik secara perlahan-lahan dengan waktu lama dan daerah luas, seperti; penenggelaman benua Gondwana menjadi Sesar Hindia. Sedangkan gerak orogenetik merupakan proses pembentukan pegunungan yang meliputi luas areal yang sempit dan waktu relatif singkat, dibandingkan epirogenesis, seperti pembentukan rangkaian pegunungan yang ada sekarang. Gerak orogenetik disebabkan adanya tekanan secara vertikal pada lempeng dan pecah, lempeng yang pecah mengalami pergeseran secara horisontal. Pergeseran ini mengakibatkan terjadinya lapisan kulit bumi atau salah satu lempeng terlipat dan patah.
3. Intrusi magma merupakan terobosan magma yang mendorong lapisan litosfir, tetapi tidak sampai ke permukaan bumi.
4. Tiga tipe gunungapi berdasarkan erupsi sentral:
 - 1) *Gunungapi strato* merupakan gunungapi yang mengalami beberapa kali letusan, sehingga berbentuk kerucut dan bantuannya berlapis-lapis, seperti; Gunungapi kerinci, Tangkubanparahu, Merapi, Ceremai, Semeru, Batur.
 - 2) *Gunung api maar* merupakan gunungapi dengan letusan eksplosif yang tidak terlalu kuat dan terjadi hanya 1kali, seperti : Gunungapi Lamongan, Galunggung.
 - 3) Gunungapi perisai (*Shield Volcanoes*) merupakan letusan gunungapi secara efusif, sehingga cairan lava dan lahar lama membeku, karena itu memiliki dasar yang luas dengan lereng tidak curam, seperti; Gunungapi Kalileau, Mamaleau di Kep. Hawaii.

RANGKUMAN

Tenaga geologi dibedakan atas tenaga endogen dan tenaga eksogen yang menyebabkan terjadinya bentuk muka bumi. Muka bumi adalah bagian terluar dari lapisan bumi, baik yang berupa daratan maupun perairan.

Tektonisme adalah terjadinya dislokasi batuan di dalam bumi, atau perubahan posisi atau letak dari kompleks batuan, baik yang mengakibatkan putusannya hubungan batuan atau tidak. Berdasarkan bentuk alam yang dihasilkan, diastropisme dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu patahan dan lipatan. Patahan (sesar) terdiri dari sesar naik, sesar normal, dan sesar mendatar.

Vulkanisme adalah aktivitas magma di dalam kulit bumi, baik yang bergerak meresap diantara batuan di dalam kulit bumi maupun yang sampai keluar permukaan bumi. Jenis-jenis letusan gunungapi ada yang erupsi eksplosif dan

erupsi epusif. Cara keluarnya magma, dapat dibedakan menjadi erupsi sentral, erupsi linear, dan erupsi areal. Berdasarkan penyebab terjadinya letusan, dibedakan menjadi erupsi magmatik dan erupsi preatik. Material gunung api dapat dibedakan menjadi material cair, material gas dan material padat.

Gempa bumi adalah getaran asli yang berasal dari lapisan kulit bumi bagian dalam, yang dirambatkan di antara lapisan batuan dalam kulit bumi kemudian sampai ke permukaan. Gempa bumi dapat terjadi karena tektonik, vulkanik dan runtuhan.

TES FORMATIF 2

1. Tenaga pembentuk permukaan bumi yang berasal dari dalam bumi disebut...
 - a. tenaga endogen
 - b. tenaga hidrologi
 - c. tenaga geologi
 - d. tenaga gempa
 - e. tenaga eksogen
2. Pergeseran lempeng menyebabkan terlipatnya lempeng, jika adanya mineral yang bereaksi membentuk dapur magma, sehingga terbentuklah gunungapi, Letusan gunungapi termasuk...
 - a. pengikisan
 - b. erosi
 - c. pelapukan
 - d. sedimentasi
 - e. vulkanisme
3. Peristiwa letusan gunungapi, dimana letusan tersebut mengeluarkan material melalui retakan yang memanjang dinamakan erupsi...
 - a. linier
 - b. strato
 - c. areal
 - d. memusat
 - e. sentral
4. Sumber terjadinya gempa yang letaknya jauh di dalam bumi dinamakan...
 - a. seismogram
 - b. hipotermia
 - c. hiposentrum
 - d. tsunami
 - e. episentrum
5. Gejala pasca letusan, dimana celah gunungapi mengeluarkan air panas yang mengandung gas belerang disebut...

- a. geyser
 - b. fumarol
 - c. solfatar
 - d. gletsyer
 - e. mofet
6. Jenis batuan intrusi yang bentuknya cembung dan berada diantara lapisan-lapisan batuan dinamakan...
- a. gang
 - b. lakolit
 - c. dikes
 - d. korok
 - e. apofisa
7. Intrusiva yang mengisi cerobong gunungapi atau pipa letusan, mulai dari dapur magma sampai batas kawah dinamakan...
- a. diatrema
 - b. korok
 - c. lopolit
 - d. gang
 - e. lakolit
8. Bagian puncak sebuah lipatan disebut...
- a. sinklin
 - b. slenk
 - c. graben
 - d. antiklin
 - e. horst
9. Penjelasan dari fenomena alam tsunami ialah...
- a. gempa yang disebabkan oleh massa batuan yang ambruk di dalam litosfir
 - b. gempa yang sangat dahsyat karena hiposentrumnya dangkal
 - c. gempa yang terjadi karena aktivitas magmatik
 - d. gempa yang sangat dahsyat karena hiposentrumnya dalam
 - e. gelombang pasang yang terjadi akibat gempa di dasar laut
10. Gempa yang terjadi akibat dari proses gunungapi disebut...
- a. gempa tektonik
 - b. gempa runtuhan
 - c. gempa terban
 - d. gempa vulkanik
 - e. gempa samudera

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian BBM ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Keterangan:

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90% - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Bila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan BBM selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Kegiatan Belajar 1

No	Jawaban	Alasan Jawaban
1	a	
2	b	
3	a	
4	d	
5	b	
6	b	
7	c	
8	a	
9	e	
10	e	

2. Kegiatan Belajar 2

No	Jawaban	Alasan Jawaban
1	a	
2	e	
3	a	
4	c	
5	a	
6	b	
7	a	
8	d	
9	e	
10	d	

GLOSARIUM

- Astenosfir** : lapisan bumi di bawah litosfir antara lain dicirikan oleh kecepatan rambat getaran gempa yang rendah dan merupakan lapisan yang lunak dengan bagian-bagian yang cair.
- Atmosfir** : Selubung udara di sebelah luar litosfir serta bagian-bagiannya pada rongga, pori, dan celah di dalam litosfir.
- Batolit** : massa batuan beku dalam yang berukuran besar terjadi dari butiran hablur mineral yang kasar.
- Biosfir** : semua makhluk hidup serta bagian bumi tempat hunian makhluk hidup itu, yaitu bagian bawah atmosfir, bagian paling atas litosfir dan seluruh bagian hidrosfir.
- Bom** : batuan produk vulkanik berbutir besar, berasal dari magma yang terlompat ketika gunungapi meletus dan membeku di luar. Produk vulkanik lain berturut-turut makin kecil ialah lapili, pasir vulkanik, dan abu vulkanik. Berbagai produk vulkanik itu dinamakan juga eflata atau piroklastik.
- Continental drift** : pergeseran horizontal benua-benua yang menyebabkan perubahan letak satu benua terhadap benua yang lain.
- Continental shelf** : bagian benua yang tergenang laut, merupakan dasar laut yang dalamnya kurang dari 200 meter dan reliefnya hampir datar berbatasan dengan slope.
- Diatrema** : pipa kepundan gunungapi. Ketika gunungapi masih aktif, diatrema merupakan tempat magma mengalir ke luar dan jika gunung telah tidak aktif lagi, diatrema merupakan batuan beku pengisi pipa tersebut.
- Ekstrusi** : proses peresapan magma melalui lapiaan litosfer sampai ke permukaan bumi.

Episentrum	:	titik di permukaan bumi tepat di atas hiposentrum sebuah gempa tempat gelombang permukaan mulai dirambatkan.
Geyser	:	sumber air panas yang memancar berkala sebagai gejala pasca vulkanik. Gletser aliran es pada palung berbentuk U di daerah yang bersuhu kurang dari 0°C. Graben bagian yang turun di daerah tektonik patahan berdampingan dengan Horst.
Horst	:	bagian yang terangkat di daerah tektonik patahan bersebelahan dengan slenk atau Graben.
Intrusi	:	batuan beku yang terjadi karena peresapan magma ke dalam lapisan litosfer memotong atau menyisip di antara lapisan litosfer itu, di antaranya dikes, Bills (keping intrusi), apofisis, dan lakolit.
Kaldera	:	kepundan gunungapi yang sangat luas, merupakan lembah yang relatif datar dikelilingi tepi kepundan yang curam. Terjadi karena ledakan vulkanik yang kuat diikuti robohan tepi kepundan ke dalam lubang kepundan.
Kerak bumi	:	bagian paling luar litosfer terdiri atas batuan dengan berat jenis yang relatif kecil. Kerak benua umumnya terjadi dari batuan granit dan granodiorit (lebih asam), sedangkan kerak dasar samudra pada umumnya terjadi dari batuan basal (basa).
Lahar	:	aliran lumpur yang mengangkut material vulkanik dari lereng gunung api karena aliran air hujan (lahar hujan) atau aliran air danau kepundan bercampur magma.
Lapili	:	benda vulkanik berbentuk kerikil lebih besar dari pasir vulkanik dan abu vulkanik, tetapi lebih kecil dari bom.
Lava	:	magma yang telah sampai ke permukaan bumi.
Magma	:	batuan cair pijar yang terjadi dari berbagai mineral yang terdapat di dalam dapur magma dan akan menjadi batuan beku setelah mengalami pendinginan.
Meander	:	kelokan setengah lingkaran pada alur sungai yang terjadi karena erosi di bagian luar dan sedimentasi pada bagian dalam kelokan sungai. Dalam perkembangan selanjutnya dapat terbentuk meander cut off dan sungai mati (oxbow lake).
Mélange	:	sedimen yang terjadi dari campuran berbagai batuan dan terdapat di suatu areal yang dapat dipetakan. Fragmen-fragmen pembentuk melange itu bermacam-macam dalam susunan, ukuran besar maupun bentuknya serta tempat fragmen itu terbentuk.
Orogenesa	:	pembentukan pegunungan.
Pasca Vulkanik	:	peristiwa vulkanisme setelah aktivitas gunungapi berhenti, meliputi sumber termal, sumber air mineral, geiser, sumber gas (fumarol, mofet, dan solfatar).

Tektonik Lempeng : teori tentang kedudukan, pergerakan, interaksi dan perusakan lempeng-lempeng; menerangkan kegiatan gempa, kegunungapian, pembentukan pegunungan dan peristiwa gunung api pada masa lalu dalam hubungannya dengan pergerakan lempeng.

DAFTAR PUSTAKA

- Asep Soedjoko, 1977. *Geologi Umum 1*, Surabaya: University Press IKIP Surabaya.
- Budisantoso, P. 1987. *Panduan Mengenal Batuan Bekuan*. Bandung: Direktorat Geologi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum
- Ibrahim Gunawan, 1991, *Tektonik Lempeng*, Bandung :Makalah Penataran IPBA. ITB Bandung.
- Karta Saputra, *Tehnologi Konservasi Tanah dan Air*, Jakarta: PT Bina Aksara.
- Marbun MA., 1982, *Kamus Geografi*, Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Munir, Moch. 1996 *Geologi & Mineralogi Tanah*. Jakarta: Dunia Pustaka Jaya
- Strahler, Athur. 1976. *Physical Geography*. United States of America: Wiley International Edition.
- Strahler, Alan & Strahler, Arthur. 2003. *Introducing Physical Geography Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Tisnasomantri, A. 1999. *Geomorfologi Umum Jilid 1 (Konsep Dasar dan Morfologi Fluvial)*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS-IKIP Bandung.
- Tisnasomantri, A. 1999. *Geologi Umum*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS-IKIP Bandung.
- Totok Gunawan dkk, 2004, *Fakta dan Konsep Geografi*, Jakarta: Ganexa Exact.