



## B. Litosfer

Perhatikan Gambar 5.18 berikut ini. Bagaimanakah struktur tanah pada Gambar 5.18 tersebut? Dari gambar terlihat bahwa tanah memiliki lapisan-lapisan tertentu. Bagaimana dengan struktur tanah pada setiap lapisan? Kamu juga dapat melihat bahwa setiap lapisan tanah memiliki struktur tanah yang berbeda. Pada bagian atas merupakan tanah humus yang dapat digunakan untuk bercocok

tanam. Pada bagian tengah terdapat tanah dengan struktur yang lebih keras. Pada lapisan ketiga tanah tersebut tersusun dari bebatuan keras. Dengan demikian, kamu dapat mengetahui bahwa tanah di Bumi memiliki lapisan-lapisan tertentu dengan struktur tanah dan batuan yang berbeda.



Sumber: Kebumen2013.com

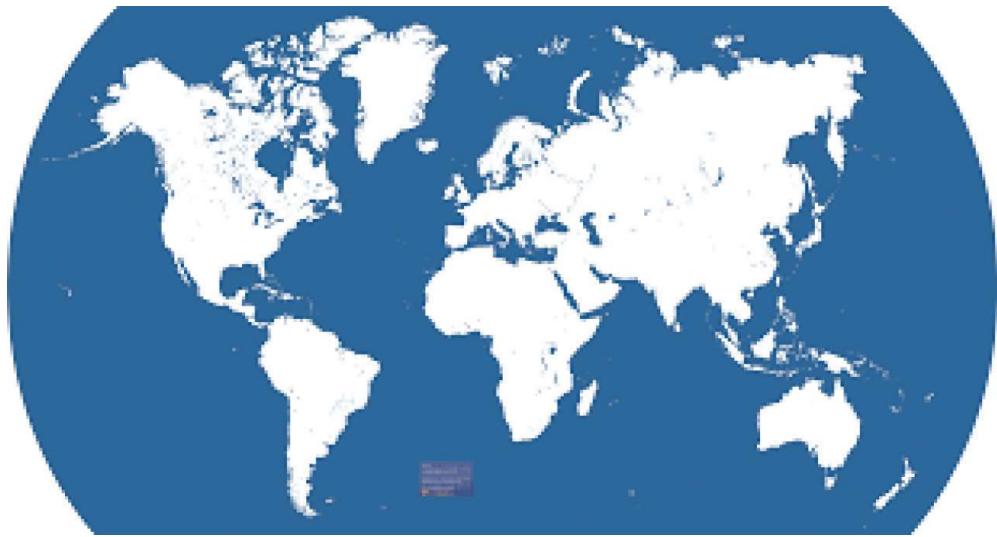
Gambar 5.18 Tanah memiliki lapisan dengan struktur yang berbeda

Dalam ilmu pengetahuan alam (IPA) tentang kebumian, tanah atau bebatuan yang ada di Bumi disebut **Litosfer**. Litosfer berasal dari bahasa Yunani yakni *lithos* (batuan) dan *sphaira* (lapisan). Jadi, litosfer merupakan lapisan batuan yang ada di Bumi. Dalam pengertian luas, litosfer diartikan sebagai seluruh bagian padat Bumi, termasuk intinya. Struktur padat Bumi terdiri atas kerak Bumi, mantel, dan inti Bumi.

Masing-masing struktur padat Bumi tersebut dibedakan lagi menjadi bagiannya masing-masing. Kerak Bumi dibedakan menjadi kerak benua dan kerak samudra. Kerak benua merupakan kerak Bumi yang berada di daratan. Kerak samudra merupakan kerak Bumi yang berada di dalam lautan. Mantel Bumi terdiri atas mantel atas dan mantel bawah. Inti Bumi dibedakan menjadi 2, yakni inti luar yang berupa cairan pekat dan inti dalam yang bersifat pekat hampir menyerupai padatan. Berdasarkan struktur Bumi, ada dua teori mendasar yang perlu kamu pelajari, yaitu teori tektonik lempeng serta teori gempa bumi, dan gunung berapi.

## 1. Teori Tektonik Lempeng

Perhatikan peta dunia pada Gambar 5.19. Jika kamu memotong gambar masing-masing benua yang ada, kemudian menyatukannya kembali, apakah yang terjadi? Ternyata potongan benua tersebut akan membentuk kesatuan seperti sebuah *puzzle*.



Sumber: vectortemplates.com

Gambar 5.19. Peta dunia

Berdasarkan fakta tersebut, seorang ahli meteorologi asal Jerman bernama Alfred Wegener mengajukan sebuah teori yang dikenal dengan teori pergerakan benua (*continental drift*). Dalam teorinya, Wegener menjelaskan bahwa pada zaman dahulu, semua benua di Bumi menyatu membentuk sebuah daratan yang sangat luas (*Pangeae*). Sekitar 200 juta tahun lalu benua tersebut terpisah dan bergerak menjauh secara perlahan.

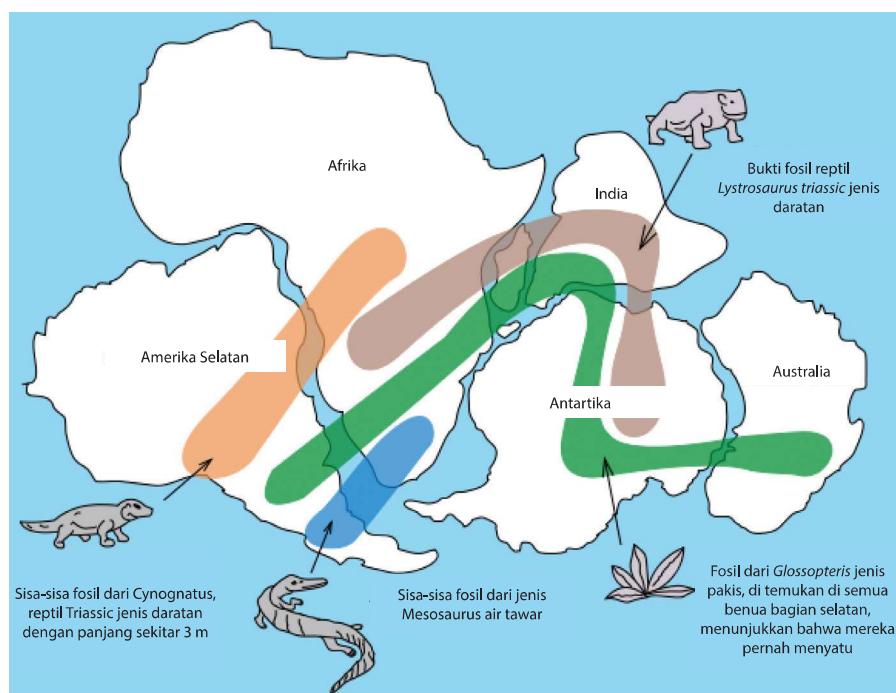


Sumber: Biggs, 2008

Gambar 5.20 Ilustrasi benua yang menyatu membentuk Pangeae

Selain fakta benua yang ada di Bumi seperti puzzle, penemuan fosil juga mendukung teori pergerakan benua. Salah satu buktinya dengan adanya penemuan fosil *Mesosaurus* di Amerika Selatan dan di Afrika. *Mesosaurus* merupakan jenis reptil yang hidup di darat dan di air tawar. Wegener beranggapan bahwa *Mesosaurus* tidak mungkin berenang di samudra untuk sampai ke benua lain. Oleh karena itu, Wagener beranggapan bahwa *Mesosaurus* hidup di benua tersebut pada saat benua masih menyatu.

Selain fosil *Mesosaurus*, penemuan fosil lainnya juga mendukung teori pergerakan lempeng. Beberapa penemuan fosil tersebut, antara lain (a) Fosil *Cynognathus* yang ditemukan di Amerika Selatan dan Afrika, (b) Fosil *Lystrosaurus* yang ditemukan di Afrika, India, dan Antartika, (c) Fosil tumbuhan *Glossopteris* yang ditemukan di Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia.



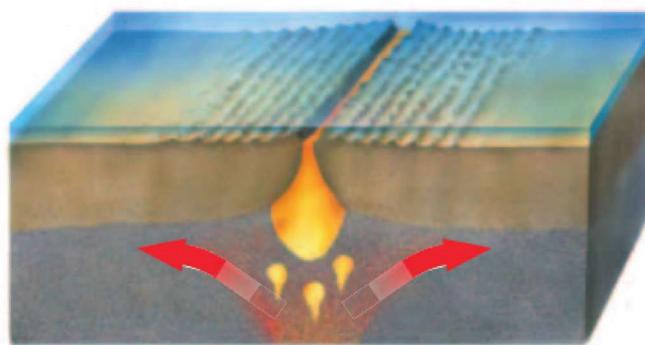
Sumber: wikipedia.org

Gambar 5.21 Penyebaran penemuan fosil *Cynognathus*, *Lystrosaurus*, dan *Glossopteris*

Jika benua pernah menyatu, maka bebatuan yang menyusun benua tersebut akan memiliki kesamaan. Misalnya, struktur bebatuan pegunungan *Appalachian* di Amerika Serikat memiliki kesamaan dengan batuan di Greenland dan Eropa Barat. Selain itu, struktur batuan di Amerika Selatan dan Afrika juga memiliki kesamaan. Kesamaan struktur batuan juga salah satu fakta pendukung bahwa benua pernah

menyatu. Akan tetapi, teori pergerakan benua yang diajukan Wagener tidak dapat menjelaskan bagaimana benua berpisah dan bergerak menjauh. Oleh karena itu, teori pergerakan benua Wagener ditolak oleh para ahli pada saat itu.

Pada awal tahun 1960, seorang ilmuwan dari Princeton University yang bernama Harry Hess mengajukan teori yang bernama *Seafloor Spreading* atau pergerakan dasar laut. Hess menjelaskan bahwa di bawah kerak Bumi tersusun atas material yang panas dan memiliki massa jenis yang rendah. Akibatnya, material tersebut naik ke punggung kerak samudra. Kemudian material bergerak ke samping bersama dasar kerak samudra, sehingga bagian dasar kerak samudra tersebut menjauh dari punggung kerak samudra dan membentuk sebuah patahan. Proses tersebut diilustrasikan pada Gambar 5.22.

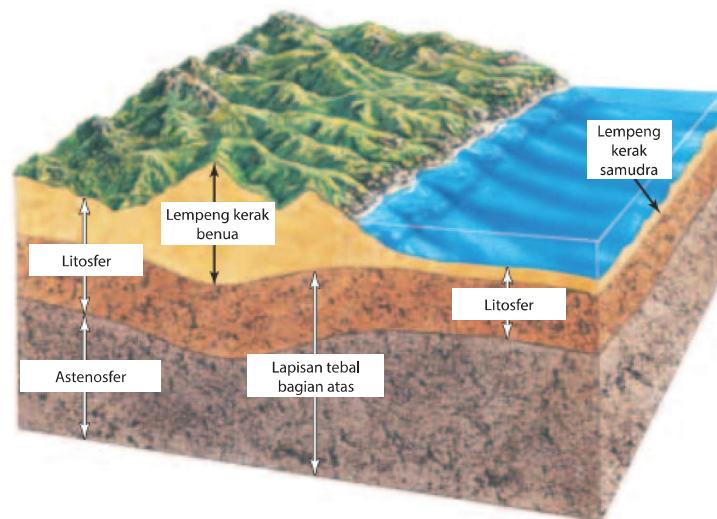


Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.22 Dasar kerak samudra yang menjauh dari punggung kerak samudra

Karena dasar kerak samudra menjauh sehingga terbentuk patahan, maka magma akan naik ke atas dan mengisi patahan tersebut. Magma yang telah sampai ke patahan akan mendingin dan membentuk kerak yang baru.

Teori *seafloor spreading* ini mampu menjelaskan bagaimana proses terbentuknya lembah maupun gunung bawah laut. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian ternyata usia batuan dasar laut dengan kapal *Glomar Challenger* (1968) juga memperkuat teori ini. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa usia batuan pada punggung kerak samudra lebih tua dari usia batuan pada dasar kerak. Hal ini menunjukkan bahwa batuan di punggung kerak samudra baru terbentuk karena efek *seafloor spreading*.

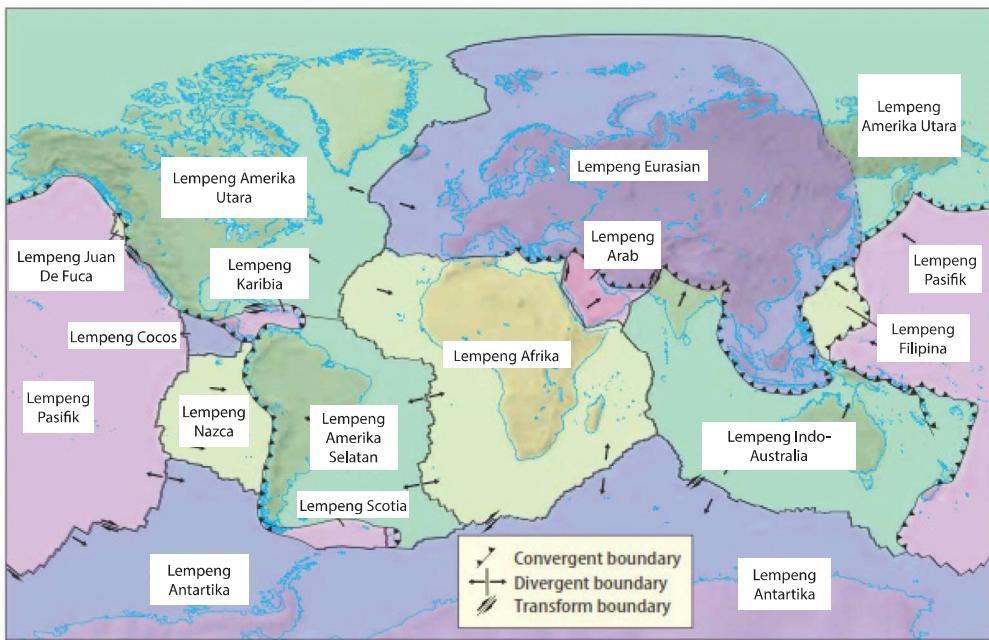
Sekitar tahun 1960, para ilmuwan mengembangkan sebuah teori berdasarkan teori *continental drift* dan *seafloor spreading*. Teori ini disebut teori tektonik lempeng. Berdasarkan teori ini, kerak Bumi dan bagian atas dari mantel Bumi terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian ini disebut lempeng. Lempeng bersifat plastis dan dapat bergerak di lapisan ini. Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi, seperti terlihat pada Gambar 5.23.



Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.23 Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi

Berdasarkan teori tektonik lempeng, bagian luar Bumi tersusun atas litosfer yang dingin dan kaku (lempeng) serta tersusun oleh astenosfer. Astenosfer bersifat plastis yang berada di bawah lempeng. Akibatnya, lempeng seolah-olah mengapung dan bergerak di atas astenosfer.

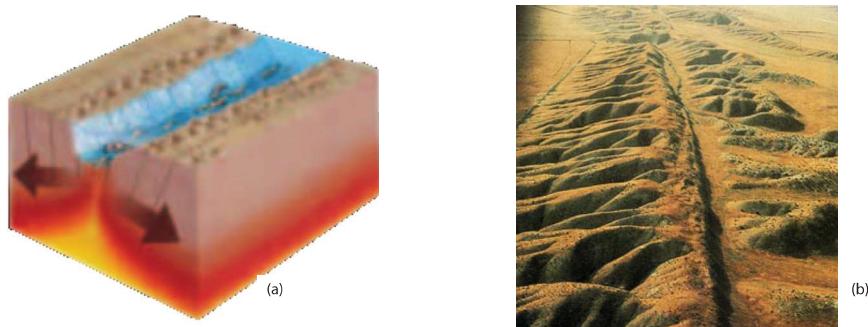
Ketika lempeng bergerak, akan terjadi interaksi antarlempeng. Lempeng dapat bergerak saling menjauh dan memisah. Selain itu, lempeng juga bisa saling mendekat hingga terjadi terburukan antarlempeng. Jenis pergerakan lempeng tersebut dapat diamati pada Gambar 5.24.



Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.24 Diagram lempeng di dunia beserta jenis pergerakannya

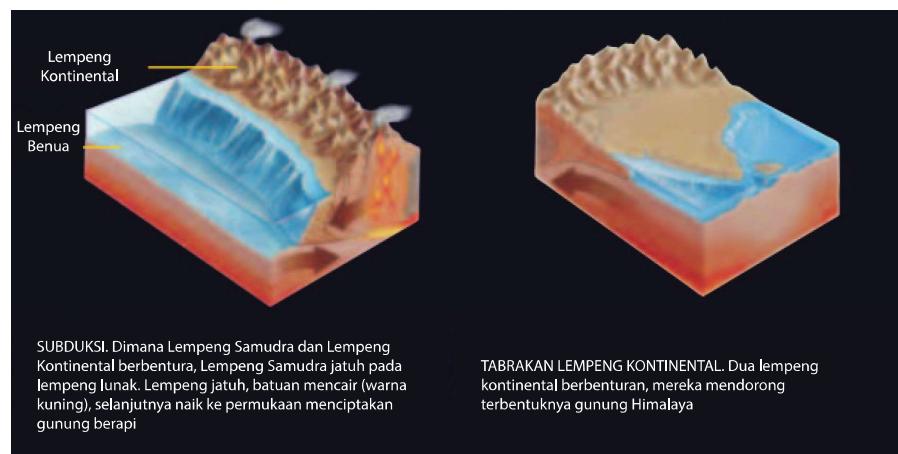
Pergerakan sebuah lempeng akan mengakibatkan perubahan pada lempeng lainnya. Berbagai lempeng yang ada di atas dapat bergerak secara terpisah dan juga bersamaan.

Apabila 2 lempeng bergerak saling menjauh, lempeng tersebut bersifat *divergent*. Jika kamu amati pada Gambar 5.24, lempeng Indo-Australia bergerak menjauh dari lempeng Antartika. Selain itu, lempeng Amerika Utara juga bergerak menjauh dari lempeng Eurasia. Adanya pergerakan *divergent* ini akan mengakibatkan peristiwa patahan/retakan (Gambar 5.25). Salah satu patahan yang terbesar di dunia adalah patahan San Andreas di California Amerika Serikat yang panjangnya 1.300 km.



Sumber: Nationalgeographic.com  
Gambar 5.24. Proses terjadinya patahan (a), dan patahan San Andreas (b)

Jika terdapat 2 lempeng yang saling mendekat, maka pergerakan tersebut disebut *convergent*. Beberapa lempeng yang bergerak konvergen antara lain, lempeng Indo-Australia dengan lempeng Filipina serta lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng secara konvergen akan mengakibatkan tabrakan antarlempeng. Akibatnya terjadi fenomena Subduksi dan tabrakan antarbenua. Subduksi merupakan hasil tabrakan lempeng Samudra dengan lempeng Benua yang mengakibatkan lempeng Samudra menyelusup ke bawah lempeng Benua seperti pada Gambar 5.26. Salah satu akibatnya adalah terbentuknya palung laut.



Sumber: Nationalgeographic.com  
Gambar 5.26 Subduksi dan tabrakan antarlempeng benua

Tabrakan antarbenua terjadi ketika kerak benua bergerak saling mendekat. Salah satu fakta terjadinya tabrakan antarbenua adalah terbentuknya pegunungan Himalaya. Pegunungan Himalaya terbentuk karena ada 2 lempeng benua yang bertabrakan, sehingga mengakibatkan salah satu kerak benua ter dorong ke atas dan membentuk pegunungan.

### Penyebab Terjadinya Pergerakan Lempeng Tektonik

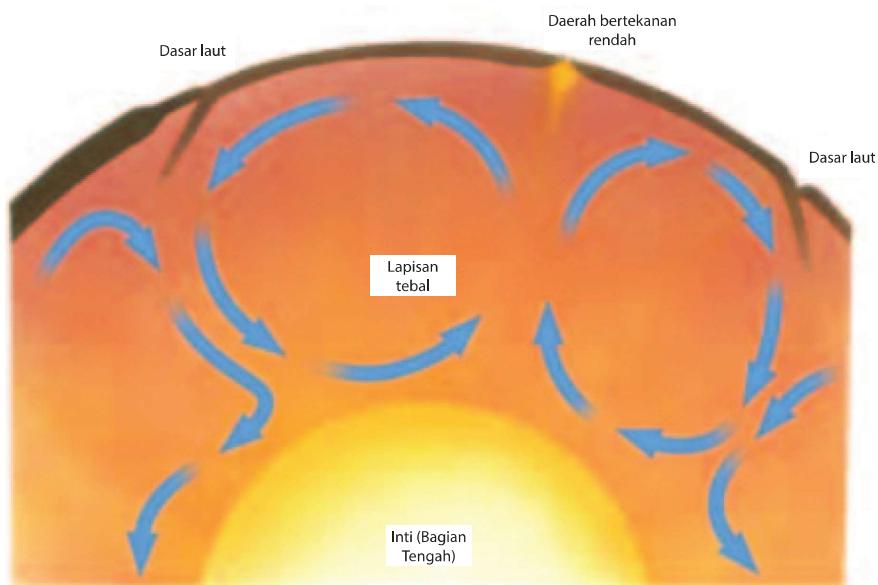
Coba perhatikan dan amati ketika kamu memasak air hingga mendidih. Apa yang akan terjadi? Ketika air mendidih akan timbul gelembung-gelembung udara yang bergerak naik dan hilang di permukaan. Bagaimana hal itu dapat terjadi? Berdasarkan prinsip



Sumber: <http://pubs.usgs.gov/>  
Gambar 5.27. Proses konveksi pada air yang dipanaskan

kalor, ketika air dipanaskan maka air di dasar piringan akan berubah menjadi uap air (gelembung) yang massa jenisnya lebih kecil. Karena massa jenis uap air lebih kecil dibandingkan air, maka udara akan bergerak naik ke permukaan. Sesampainya di permukaan, suhu uap air akan turun sehingga akan kembali ke wujud air (Gambar 5.27). Hal tersebut terus berlangsung jika air dipanaskan. Perpindahan kalor tersebut dinamakan konveksi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa Wegener belum dapat menjelaskan bagaimana lempeng bergerak. Akan tetapi, dengan adanya teknologi yang ada saat ini para ilmuwan telah menemukan beberapa penjelasan tersebut. Salah satu teori yang diajukan ilmuwan adalah terjadinya perpindahan panas dari inti Bumi ke lapisan mantel secara konveksi. Hal ini mirip seperti peristiwa mendidihnya air yang dimasak.



Sumber: Biggs, 2008

Gambar 5.28. Proses konveksi yang terjadi di dalam Bumi

Inti Bumi yang memiliki suhu hingga  $6.000^{\circ}\text{C}$  akan memanaskan material mantel Bumi bagian bawah, sehingga massa jenis material tersebut berkurang. Akibatnya, material tersebut bergerak naik dari dasar ke permukaan mantel. Sesampainya di permukaan, material tersebut akan mengalami penurunan suhu, sehingga massa jenis material akan bertambah. Karena massa jenisnya bertambah, maka material tersebut akan turun ke dasar mantel. Di dasar mantel, material tersebut akan terkena panas Bumi kembali, sehingga proses konveksi terjadi terus menerus seperti pada Gambar 5.28. Berdasarkan teori ini, ilmuwan berhipotesis bahwa konveksi inti Bumi menyebabkan pergerakan lempeng.



## Ayo Mencoba

### Simulasi Konveksi Inti Bumi

#### Tujuan

Mensimulasikan proses konveksi yang terjadi di inti Bumi

#### Alat dan Bahan

1. Gelas kimia 1.000 mL atau panci bening
2. Kaki tiga dan kasa
3. Pembakar spiritus/bunsen
4. Pewarna makanan
5. Kertas HVS
6. Gunting

#### Cara Kerja

1. Gambar bentuk benua pada kertas HVS.
2. Potong kertas tersebut sehingga membentuk sebuah benua.
3. Isi gelas kimia atau panci bening dengan air sebanyak 800 mL.
4. Letakkan kasa di atas kaki tiga.
5. Nyalakan api pada pembakar spiritus/bunsen dan meletakkannya di bawah kaki tiga.
6. Panaskan gelas kimia/panci bening di atas kaki tiga dan kasa.
7. Teteskan pewarna makanan ke dalam air.
8. Letakkan potongan kertas di permukaan air.
9. Amati perubahan yang terjadi hingga air mendidih dan catat hasil pengamatannya di buku tugasmu.

#### Analisis

1. Gambarkan proses yang terjadi pada percobaan tersebut.
2. Bagaimana posisi potongan kertas sebelum dan sesudah air mendidih? Mengapa demikian? Jelaskan.

Berdasarkan penjelasan di atas, kamu dapat mengetahui bahwa Bumi merupakan planet yang dinamis dengan bagian inti yang panas. Panas dari inti Bumi akan berpindah secara konveksi, sehingga mengakibatkan pergerakan lempeng. Ketika lempeng bergerak, maka akan terjadi interaksi antarlempeng. Interaksi tersebut dapat membentuk sebuah palung laut, pegunungan, maupun sebuah gunung berapi. Ketika lempeng bergerak, maka sebuah energi akan dilepaskan berupa gelombang seismik atau yang dikenal dengan gempa. Kamu dapat melihat efek dari pergerakan lempeng di daerah pegunungan, erupsi gunung berapi, atau sebuah tempat yang berubah setelah terjadi gempa atau aktivitas gunung berapi.

## 2. Gempa Bumi dan Gunung Berapi

### a. Gempa Bumi

#### 1) Seluk Beluk tentang Gempa Bumi

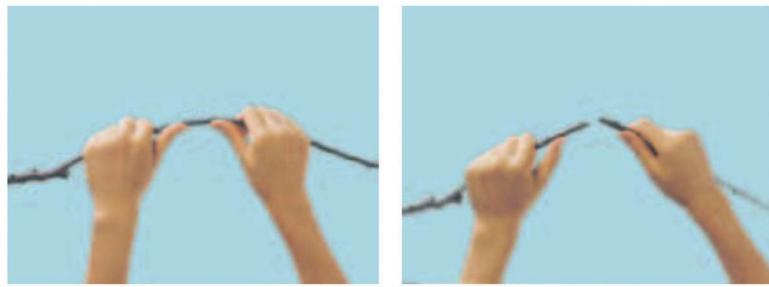
Untuk memahami tentang gempa bumi, kamu dapat melakukan kegiatan berikut.



Ayo Melakukan

Ambillah sebuah ranting yang jatuh dari pohonnya. Kemudian bengkokkan ranting tersebut secara perlahan. Berhentilah membengkokkan sebelum ranting tersebut patah. Amati yang terjadi. Kemudian, bengkokkan kembali ranting tersebut secara perlahan hingga patah. Apa yang kamu rasakan?

Jika kamu membengkokkan secara perlahan, kamu akan menemukan bahwa ranting dapat kembali ke bentuk normal apabila kamu berhenti membengkokkan ranting tersebut. Namun, jika kamu terus membengkokkan ranting secara perlahan maka ranting akan patah, seperti pada Gambar 5.29. Ketika ranting patah, kamu dapat merasakan ada getaran pada ranting tersebut.

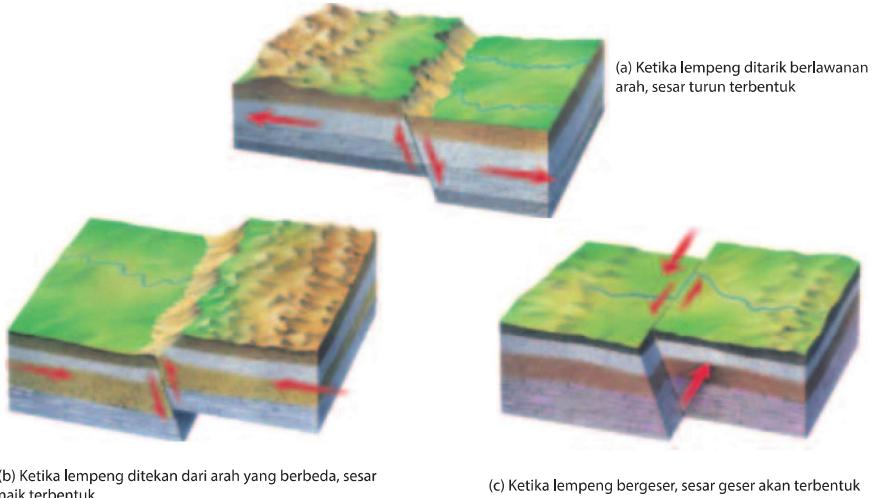


Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.29 Ketika ranting dibengkokkan secara perlahan hingga patah, akan terasa getaran pada ranting

Pergerakan lempeng memberikan efek getaran yang sama seperti mematahkan ranting. Ketika terdapat gaya yang cukup besar yang berasal dari pergerakan lempeng, maka bebatuan di lempeng akan menegang. Akibatnya, lempeng tersebut berubah bentuk. Bahkan, lempeng dapat patah atau kembali ke bentuk semula jika gaya tersebut hilang.

Batuhan pada lempeng mengalami perubahan bentuk atau deformasi secara perlahan dalam jangka waktu tertentu. Ketika batuan tersebut mengeras/menegang maka energi potensialnya terus bertambah. Ketika lempeng bergerak atau patah, maka energi tersebut dilepaskan. Energi tersebut mengakibatkan terjadinya getaran yang merambat melalui material Bumi lainnya. Getaran ini disebut **gempa Bumi**. Semakin besar energi yang dilepaskan, maka getarannya akan semakin terasa.

Ketika lempeng patah menjadi 2 bagian, maka masing-masing bagian akan bergerak menjauh. Daerah lempeng yang patah tersebut dinamakan *fault* (patahan/sesar). Sesar yang terjadi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, bergantung pada bagaimana sebuah gaya bekerja pada lempeng.



Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.30 Jenis sesar berdasarkan gaya yang bekerja pada lempeng

Ketika sebuah lempeng ditarik berlawanan oleh sebuah gaya, maka akan terbentuk sesar normal seperti pada Gambar 5.30a. Pada sesar normal, struktur batuan lempeng yang ada di atas sesar akan bergeser turun dibandingkan struktur batuan lempeng yang ada di bawah sesar.

Sebuah gaya yang mendorong lempeng saling mendekat akan menekan lempeng tersebut dari arah yang berlawanan. Gaya dorong ini menyebabkan struktur batuan lempeng di bagian atas sesar bergerak naik. Fenomena ini disebut *reverse fault* (sesar terbalik) seperti pada Gambar 5.30b.

Sebuah gaya geser yang bekerja pada lempeng akan membentuk *strike-slip fault* (sesar geser). Gaya geser mengakibatkan lempeng di kedua sisi sesar geser bergerak berlawanan pada permukaan Bumi. Fenomena tersebut diilustrasikan pada Gambar 5.30c.

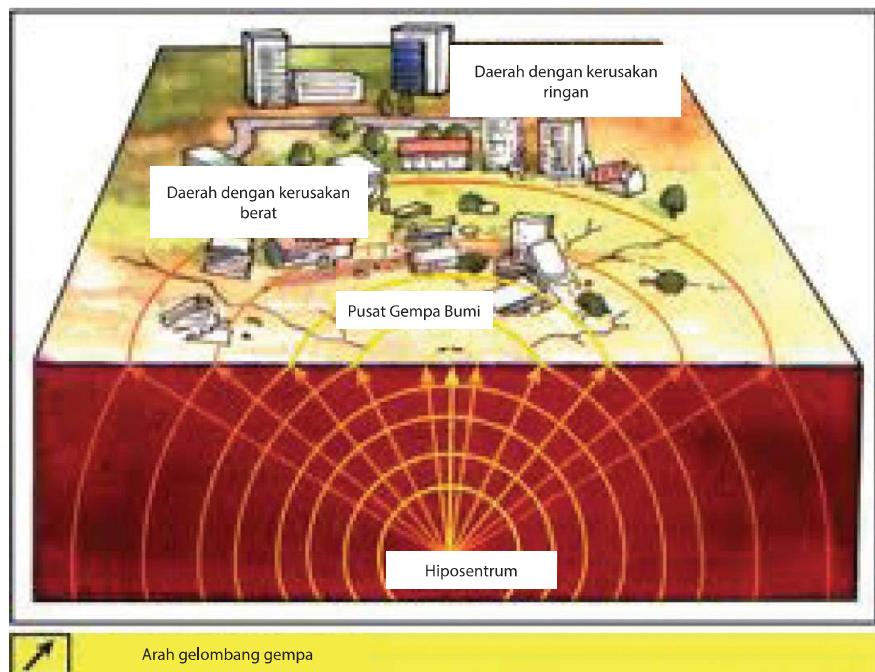
Ketika kamu membengkokkan ranting secara perlahan hingga patah, maka kamu akan merasakan ada getaran di sepanjang ranting. Getaran tersebut bersumber dari patahan kayu yang dibuat. Kemudian, getaran merambat sepanjang ranting hingga terasa di tangan. Sama halnya dengan patahnya ranting, ternyata gempa Bumi juga melepaskan gelombang (getaran yang merambat). Gelombang ini merambat sepanjang permukaan Bumi dan gelombang gempa Bumi disebut **gelombang seismik**.

Pergerakan lempeng di sepanjang sesar melepaskan sebuah energi. Energi ini merupakan energi potensial saat lempeng terkena gaya. Kemudian, energi potensial tersebut merambat dalam bentuk gelombang seismik. Sebuah titik pada kedalaman Bumi yang menjadi pusat gempa disebut **hiposentrum**. Permukaan Bumi yang berada di atas hiposentrum disebut **episentrum**. Dua titik tersebut diilustrasikan seperti pada Gambar 5.31.

Saat terjadi pergerakan lempeng, gelombang seismik muncul di hiposentrum. Kemudian gelombang tersebut merambat dari hiposentrum ke segala arah seperti yang diilustrasikan Gambar 5.31. Gelombang seismik merambat ke bagian dalam Bumi serta ke permukaan Bumi. Gelombang yang merambat di permukaan Bumi menyebabkan kerusakan saat terjadi gempa.

Gelombang seismik yang merambat di bagian dalam Bumi dibedakan menjadi gelombang primer dan sekunder. Gelombang primer (*p-wave*) bergerak melalui material batuan. Partikel batuan akan bergetar searah dengan arah rambat gelombang seismik. Dengan kata lain, gelombang primer merupakan gelombang longitudinal. Gelombang sekunder (*s-wave*) merambat melalui batuan dengan menggetarkan partikel batuan tegak lurus dengan arah rambat gelombang

seismik. Gelombang sekunder merupakan gelombang transversal. Gelombang lainnya merambat di permukaan Bumi dengan menggetarkan batuan dan tanah sejajar permukaan Bumi. Gerakan tersebut dapat menghancurkan bangunan yang ada di atasnya.



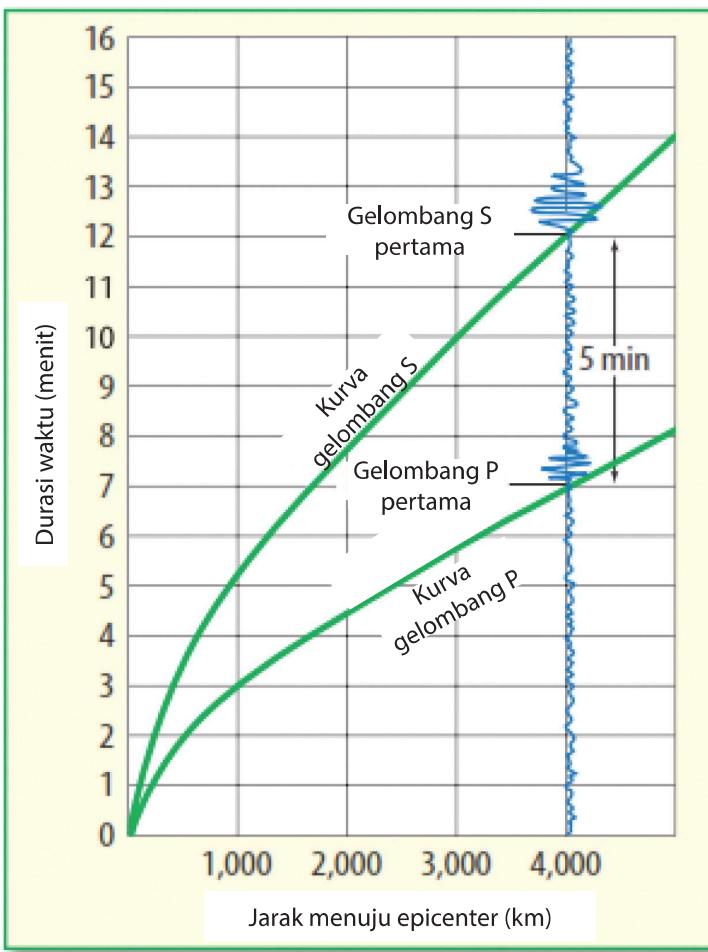
Sumber: <http://geograph88.blogspot.co.id/>  
Gambar 5.31 Letak hiposentrum dan episentrum sebuah gempa

Gelombang seismik di permukaan Bumi merambat pelan dan memiliki kekuatan penghancur yang besar. Perambatan gelombang di permukaan Bumi begitu kompleks. Beberapa gelombang merambat di permukaan Bumi dengan cara menggerakkan batuan dan tanah seperti ombak.

Ilmu yang mempelajari tentang gempa Bumi adalah **seismologi**. Ilmuwan yang mengkaji gempa Bumi disebut **ahli seismologi**. Alat yang digunakan untuk mencatat data gelombang seismik adalah **seismograf**.

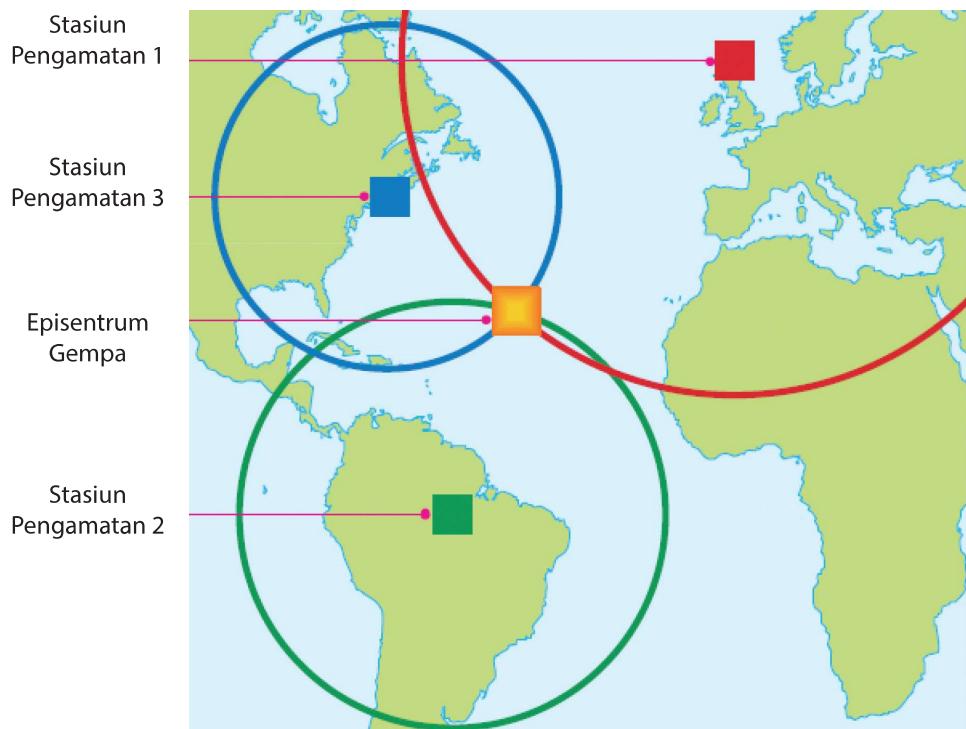
Pada sebuah seismograf terdapat gulungan kertas yang terpasang pada sebuah tabung berputar. Di atas kertas tersebut terdapat jarum dengan sebuah pena. Ketika terdapat gelombang seismik, gulungan kertas akan bergetar, namun jarum tetap diam. Jarum dengan pena yang terpasang akan meggambarkan grafik gelombang seismik pada kertas. Ketinggian garis pada kertas menggambarkan besarnya energi yang dilepaskan saat gempa yang dikenal sebagai **magnitude**. Grafik hasil pencatatan seismograf dinamakan **seismogram**.

Hasil pencatatan aktivitas gelombang seismik yang berupa seismogram dapat menentukan jarak episentrum dan stasiun seismik. Ketika terdapat aktivitas gelombang seismik, gelombang primer merambat lebih cepat dibandingkan gelombang sekunder. Gelombang primer tercatat lebih dulu di seismograf. Dalam seismogram, gelombang primer dan sekunder digambarkan terpisah (Gambar 5.32). Adanya jarak antara gelombang primer dan sekunder menggambarkan adanya perbedaan waktu datangnya gelombang. Semakin jauh perbedaan waktu datangnya gelombang, maka semakin jauh pula letak episentrumnya.



Sumber: Biggs, 2008  
Gambar 5.32 Gelombang primer dan sekunder merambat dengan kecepatan yang berbeda. Perbedaan kecepatan ini digunakan untuk mengukur jarak stasiun seismik dengan episentrum

Oleh karena itu, apabila menggunakan informasi dari seismogram, maka ahli seismologi menggambarkan lingkaran dengan radius yang sama dengan jarak gempa untuk 3 stasiun seismik. Seperti terlihat pada Gambar 5.33. Titik temu dari 3 lingkaran tersebut merupakan episentrum. Untuk memastikan letak dari episentrum sebuah gempa, dapat digunakan data dari berbagai stasiun seismik.



Sumber: physicsedulab.files.wordpress.com

Gambar 5.33 Cara menentukan episentrum sebuah gempa

Kekuatan gempa (*magnitude*) pada sebuah daerah dinyatakan dengan Skala Richter. Pengukuran kekuatan gempa didasarkan pada amplitudo atau grafik gelombang seismik di seismogram. Skala Richter menunjukkan besarnya energi gempa yang dilepaskan. Berdasarkan gempa yang terjadi sampai saat ini, rentang Skala Richter antara 1,0 – 10,0. Setiap kenaikan 1,0 skala, energi gempa yang dihasilkan 32 kali lebih besar. Misalnya, sebuah gempa dengan kekuatan 6,8 Skala Richter melepaskan energi 32 kali lebih besar dibandingkan energi yang dilepaskan gempa dengan kekuatan 5,8 Skala Richter. Pencatatan di seismogram juga akan menunjukkan gelombang gempa 6,8 Skala Richter lebih tinggi dibandingkan gelombang gempa berkekuatan 5,8 Skala Richter.

Besarnya *magnitude* sebuah gempa akan memengaruhi besarnya energi yang dilepaskan. Semakin besar *magnitude* sebuah gempa, maka energi yang dilepaskan juga semakin besar. Akibatnya, kerusakan yang terjadi juga semakin besar. Berdasarkan besar *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan, gempa dikategorikan seperti pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.**

**Tabel 5.1.** Kategori gempa berdasarkan besarnya *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan

Magnitude	Deskripsi	Efek Gempa Bumi
Di bawah 2,0	Mikro	Tidak terasa
2,0 - 2,9	Minor	Biasanya tidak terasa, tetapi tercatat
3,0 - 3,9	Minor	Sering terasa, tetapi jarang menyebabkan kerusakan. Dirasakan oleh masyarakat di sekitar pusat gempa. Lampu gantung mulai goyang.
4,0 - 4,9	Ringan	Terasa sekali getarannya di dalam ruangan. Jendela bergetar, permukaan air beriak-riak, pintu terbuka-tertutup sendiri.
5,0 - 5,9	Sedang	Menyebabkan kerusakan pada bangunan yang lemah. Sangat sulit untuk berdiri tegak. Kaca pecah, dinding yang lemah runtuh, dan permukaan air di daratan membentuk gelombang air.
6,0 - 6,9	Kuat	Menyebabkan kerusakan dalam range area 160 km. Batu runtuh bersama-sama, runtuhan bangunan bertingkat tinggi, robohnya bangunan lemah, retakan di dalam tanah.
7,0 - 7,9	Major	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada area yang luas. Seperti tanah longsor, jembatan roboh, bendungan rusak dan hancur. Beberapa bangunan tetap, keretakan besar di tanah, rel kereta api rusak.
8,0 - 8,9	Great	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius dalam radius seratus kilometer wilayah gempa.
9,0 - 9,9	Great	Menyebabkan kehancuran dalam radius ratusan kilometer.
10,0+	Massive	Belum pernah tercatat. Luas wilayah kehancuran sangat luas.

Sumber: <http://blog.abimayu.com/>



### Penerapan Konsep

**Bacalah berita berikut.**

#### Gempa 5,1 Skala Richter Goyang Lombok Utara (NTB)

Liputan6.com, Jakarta - Gempa 5,1 Skala Richter (SR) menggoyang Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat (NTB), Senin dinihari. Hal itu diinformasikan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

"Gempa terjadi pada pukul 00.45 WIB," tulis situs BMKG yang dikutip Liputan6.com, Jakarta, Senin (5/10/2015).

Gempa berada pada lokasi dengan koordinat 7,82 derajat Lintang Selatan (LS) – 116,99 derajat Bujur Timur (BT) dengan kedalaman pusat gempa 323 km.

Gempa itu berada pada 80 km Timur Laut Lombok Utara, 112 km Timur Laut Sumbawa Barat, NTB dan 1.144 km Tenggara Jakarta.

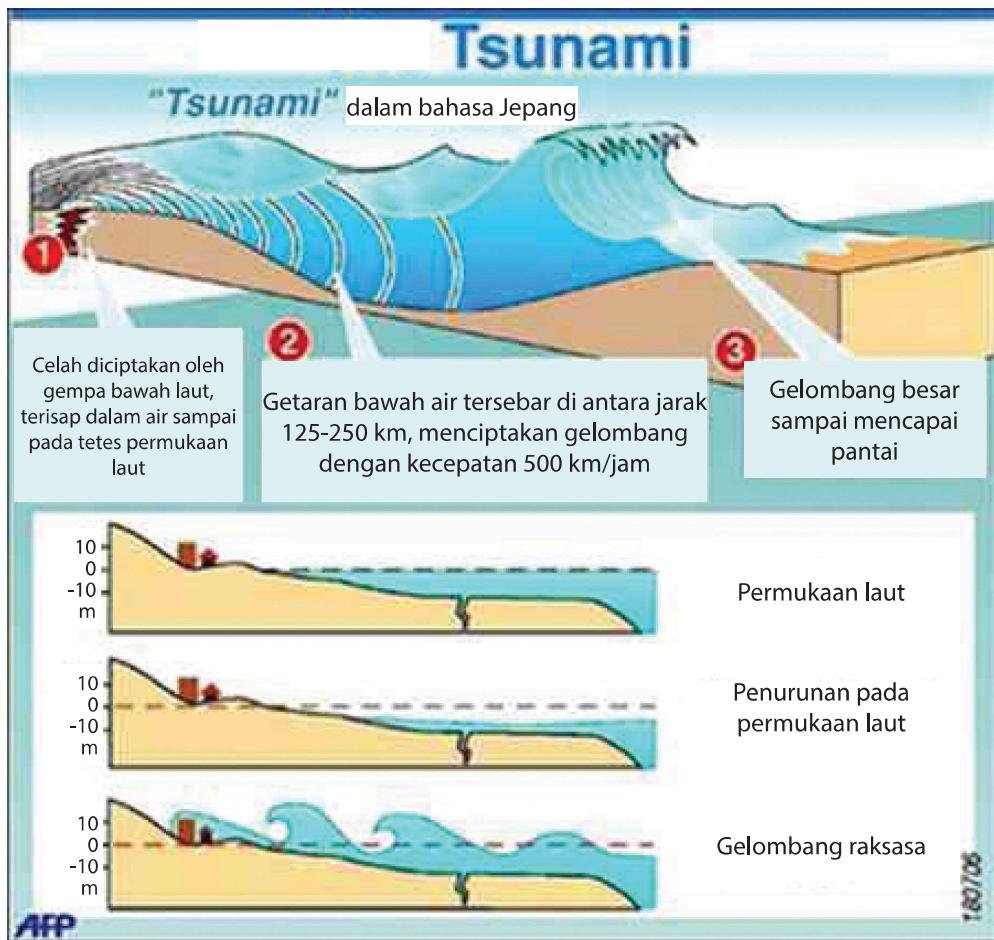
BMKG menegaskan, gempa ini tidak berpotensi menimbulkan ancaman tsunami.

### Analisis

1. Berdasarkan berita di atas, identifikasi besarnya magnitude gempa, kategori, serta efek dari gempa tersebut.
2. Dimanakah letak hiposentrum dan episentrum gempa tersebut?

Sumber: <http://blog.abimayu.com/>

Sebagian besar kerusakan akibat gempa Bumi diakibatkan oleh gelombang yang merambat di permukaan Bumi. Bangunan serta jalan raya dapat rusak. Ketika gempa terjadi di dasar laut, gerakan lempeng tersebut akan mendorong air laut ke atas, sehingga timbul gelombang yang besar dan kuat. Gelombang air laut dapat mengalir ratusan kilometer ke segala arah dari episentrum. Gelombang air laut ini disebut **tsunami**. Pusat gelombang tsunami adalah episentrum yang berada di laut yang jauh dari pantai. Ketinggian gelombang tsunami di tengah lautan, hanya sekitar 1 meter. Namun, gelombang tersebut dapat merambat dengan kecepatan 500-1.000 km/jam. Ketika mendekati pantai, kecepatan gelombang tsunami menurun hingga sekitar 30 km/jam. Akan tetapi, tinggi gelombang tsunami di dekat pantai meningkat hingga puluhan meter. Sebelum gelombang tsunami sampai di pantai, air laut yang ada di pantai surut seketika. Hal tersebut merupakan pertanda bahaya akan terjadi gelombang tsunami. Proses terjadinya gelombang tsunami dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut.



Sumber: fst.undip.ac.id  
Gambar 5.34 Proses terjadinya gelombang tsunami

### 1) Pengurangan Risiko Bencana

Kamu telah belajar tentang gempa dan bagaimana kerusakan yang ditimbulkannya. Selain kerusakan bangunan dan benda-benda di dalamnya, gempa juga menyebabkan kematian. Dalam beberapa kejadian, seperti di Iran, korban meninggal akibat gempa sampai mencapai 50.000 jiwa. Jika dijumlahkan seluruhnya, gempa Bumi mengakibatkan kematian mencapai jutaan jiwa. Beberapa catatan gempa kuat yang terjadi pada tahun 1989-2003 disajikan pada Tabel 5.2.

Gempa lain yang menimbulkan tsunami juga memakan korban yang sangat banyak. Salah satu tsunami yang terjadi adalah tsunami tahun 2004 yang menerjang 14 negara termasuk Indonesia, tepatnya di Aceh dan Sumatra Utara. Gelombang tsunami ini menewaskan lebih dari 230.000 jiwa.

**Tabel 5.2.** Data kejadian gempa dan jumlah korban tahun 1989-2003

Tahun	Negara	Kekuatan	Korban yang Meninggal
1989	Loma Prieta, CA	7,1	62
1990	Iran	7,7	50.000
1993	Guam	8,1	none
1993	Maharashtra, India	6,4	30.000
1994	Northridge, CA	6,7	61
1995	Kobe, Japan	6,8	5.378
1999	Taiwan	7,7	2.400
2000	Indonesia	7,9	103
2001	India	7,7	20.000
2003	Iran	6,6	30.000

Sumber:

Jumlah korban jiwa saat gempa terjadi dapat dikurangi, setidaknya memulai dengan menyelamatkan diri sendiri. Banyak cara untuk mengurangi risiko kematian dan kerusakan saat gempa. Hal pertama yang harus kamu lakukan adalah mempelajari sejarah gempa Bumi di daerah dimana kamu berada. Jika kamu mengetahui di daerah tersebut sering terjadi gempa sebelumnya, maka kamu dapat mempersiapkan diri karena memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terjadi gempa lagi.

Indonesia merupakan salah satu daerah yang sering mengalami gempa Bumi. Seperti yang kamu ketahui dari media massa bahwa dalam setahun Indonesia diguncang gempa sebanyak 8.000 kali, baik gempa kecil maupun gempa dengan kekuatan yang besar. Untuk itu, apa yang harus kamu lakukan untuk meminimalisir kerusakan akibat gempa? Untuk memahami hal ini lebih jauh, coba lakukan diskusi berikut.

Tindakan untuk mengurangi risiko kerusakan maupun korban jiwa dapat kamu lakukan sebelum, saat, dan sesudah gempa berlangsung. Namun, hal yang terpenting adalah kamu harus belajar terlebih dahulu apa yang disebut dengan gempa Bumi. Kamu juga harus memerhatikan lingkungan tempat kamu berada. Dengan demikian, ketika terjadi gempa kamu dapat mengetahui tempat yang paling aman untuk berlindung. Selain itu, untuk mengurangi risiko akibat dari gempa Bumi kamu harus mempelajari beberapa keterampilan. Misalnya, belajar melakukan P3K dan menggunakan alat pemadam kebakaran. Kamu juga sebaiknya menyimpan nomor darurat yang dapat dihubungi saat terjadi gempa, seperti ambulans, pemadam kebakaran, tim SAR, dan lain-lain. Secara garis besar tindakan tanggap sebelum terjadi gempa seperti diilustrasikan pada Gambar 5.35.

Negara kita merupakan salah satu negara yang paling sering terjadi gempa. Oleh karena itu, kamu harus mempersiapkan diri untuk mengurangi kerugian akibat gempa. Usaha tersebut dapat dimulai dari rumahmu masing-masing. Kamu harus memastikan apakah rumahmu cukup aman dari bahaya akibat gempa Bumi, seperti tanah longsor. Kamu juga dapat merenovasi rumahmu agar tahan gempa.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengurangi kerusakan saat gempa adalah rekayasa bangunan tahan gempa. Bangunan ini dapat menahan kekuatan getaran yang dihasilkan gempa, sehingga mengurangi kerusakan yang terjadi. Saat ini banyak gedung yang berdiri di atas pondasi yang tersusun atas baja dan karet. Selain itu, penataan struktur bangunan juga direkayasa sedemikian rupa agar tahan gempa. Dengan demikian, bangunan tahan gempa tersebut dapat menahan getaran gempa Bumi dan mengurangi risiko kerusakan dan kematian penghuni di dalamnya.



Sumber: inatews.bmkg.go.id  
Gambar 5.35. Tindakan tanggap sebelum gempa Bumi terjadi

Untuk mengurangi kerusakan harta benda yang ada di rumah kita akibat gempa kita harus menata barang-barang yang ada di rumah. Akan lebih baik jika kita memastikan bahwa perabotan rumah seperti lemari, kabinet, dan lain-lain tidak roboh saat terjadi gempa. Selain itu, kita juga harus memastikan benda-benda yang tergantung di rumah agar tidak mudah jatuh saat terjadi gempa. Kita juga bisa menyimpan barang-barang yang berat dan mudah pecah berada di bagian bawah lemari atau rak. Pastikan kita mematikan listrik, air, dan gas ketika tidak digunakan. Serta, selalu sediakan kotak P3K, senter, dan makanan sebagai perlengkapan darurat jika terjadi gempa.

Gempa merupakan salah satu bencana yang dapat terjadi setiap saat. Ada kalanya gempa datang di saat kamu di sekolah, saat kamu bermain, atau di saat kamu berlibur di pantai. Untuk menyelamatkan diri dari bahaya gempa, kamu dapat melakukan tindakan berikut sesuai tempatmu berada. Hal yang paling utama yang harus dilakukan adalah tetap tenang saat terjadi gempa. Jika kamu panik terhadap situasi yang dialami, pikiranmu tidak akan jernih dan tidak tahu harus berbuat apa.

Jika kamu berada dalam ruangan saat terjadi gempa, carilah tempat berlindung yang kuat dan mampu menahan reruntuhan seperti di bawah meja atau tempat tidur. Jika tidak ada tempat berlindung, kamu dapat menggunakan bantal atau benda lainnya untuk melindungi kepala. Akan lebih aman jika kamu menjauhi lemari, rak buku, dan jendela. Selain itu, kamu harus berhati-hati terhadap atap yang mungkin runtuh, benda yang tergantung, dan sebagainya.



Sumber: inatews.bmkg.go.id  
Gambar 5.36 Tindakan yang harus dilakukan ketika gempa terjadi

## Setelah Gempa Bumi



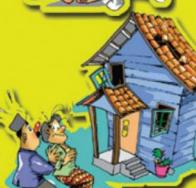
Keluar ruangan dengan teratur



Perhatikan lingkungan sekitar, apakah terjadi kebakaran, gas bocor, atau korsleting listrik



Jangan berjalan di daerah gempa, karena ada kemungkinan reruntuhan menimpamu



Jangan memasuki rumah yang telah terkena gempa



Mengisi angket dari instansi terkait



Mengikuti informasi terkait gempa yang terjadi



Selalu berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa

Ketika kamu sedang berada di luar ruangan saat gempa, kamu dapat mencari ruang terbuka yang jauh dari gedung tinggi, tebing terjal, tiang listrik, papan reklame, atau pepohonan yang besar. Jika tidak ada ruang terbuka, tetaplah di luar ruangan. Pastikan tempatmu aman dari reruntuhan benda-benda yang ada di sekitarnya. Jika kamu sedang berada di pantai, kamu dapat menjauhi pantai untuk menghindari bahaya tsunami akibat gempa. Apabila terjadi gempa di daerah pegunungan, kamu dapat mencari tempat yang aman dari tanah longsor akibat dari gempa tersebut.

Gempa Bumi juga dapat terjadi saat kamu di dalam perjalanan menuju suatu tempat. Apabila gempa terjadi saat kamu di dalam kendaraan, kamu harus segera menghentikan dan keluar dari kendaraan. Akan tetapi, jangan menghentikan kendaraan di jalan layang atau jembatan. Gunakan rem tangan jika kendaraan kita berada di jalan yang miring. Hal tersebut mencegah kendaraanmu tergelincir dan menimpa kendaraan lain.

Jika gempa telah berhenti, maka hal-hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menuju titik evakuasi. Titik evakuasi merupakan daerah aman dan di titik evakuasi biasanya bantuan baik materi maupun medis dikumpulkan.

Sumber: inatews.bmkg.go.id

Gambar 5.37 Tindakan yang harus dilakukan setelah gempa

Apabila kamu terjebak dalam bangunan atau reruntuhan, kamu dapat menyingkirkan reruntuhan terlebih dahulu. Tutuplah mulut dan hidungmu dengan kain atau masker agar aman dari debu reruntuhan. Kemudian kamu harus memeriksa adakah yang terluka, lakukan dengan P3K jika ada yang terluka. Selain itu, kamu juga harus memeriksa lingkungan sekitarmu. Hal-hal yang perlu diperiksa, antara lain kebakaran, gas bocor, korsleting listrik, saluran air, serta jangan pernah menyalaikan api dalam ruangan. Gunakan telepon untuk meminta pertolongan darurat. Jika telepon tidak berfungsi, kamu dapat menggunakan benda yang ada di sekitar untuk memberi sinyal kepada orang lain. Misalnya membunyikan kentongan. Langkah selanjutnya adalah keluar ruangan dengan tenang dan tertib.

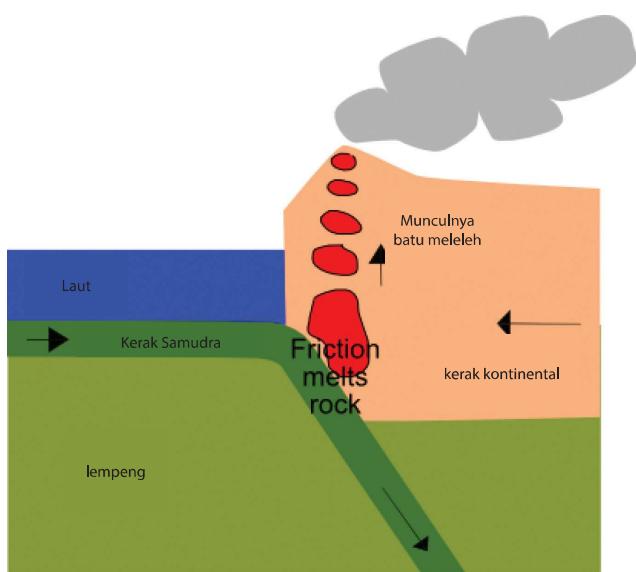
Jika kamu berada di luar ruangan saat gempa, jangan memasuki bangunan setelah gempa. Karena ada kemungkinan bangunan tersebut dapat runtuh. Selain itu, kamu juga harus memerhatikan situasi lingkungan sekitarmu. Sebaiknya, kamu tidak berada di daerah sekitar gempa karena kemungkinan bahaya akibat gempa masih ada. Misalnya reruntuhan bangunan. Apabila kamu berada di pantai atau di daerah pesisir, perhatikan kondisi air laut setelah gempa. Jika air laut tiba-tiba surut dalam sesaat, segeralah menjauh dari pantai sejauh mungkin karena adanya kemungkinan gelombang tsunami akan terjadi.

Selain itu, hendaknya kamu juga terus mengikuti informasi terkait gempa Bumi yang terjadi. Dengan mengikuti informasi tersebut, kamu akan mengetahui apakah akan ada gempa susulan atau gempa tersebut berpotensi menimbulkan tsunami. Ada kalanya kamu juga harus mengisi angket dari instansi terkait. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui besar kerusakan akibat gempa, sehingga instansi terkait dapat memberikan bantuan dengan efektif. Sangat penting untuk terus berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa demi keselamatan kita bersama.

### b) Gunung Berapi

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa gelembung udara pada air mendidih dapat naik ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil. Sama halnya dengan air mendidih, batuan cair atau magma juga bergerak ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil dari batuan yang ada di sekitarnya. Naiknya magma ke permukaan menyebabkan erupsi. Erupsi terjadi pada **gunung berapi**. Magma yang keluar dan mengalir di permukaan Bumi saat terjadi erupsi disebut lava. Gunung berapi memiliki lubang yang berbentuk melingkar di daerah puncaknya yang disebut **kawah**. Saat erupsi terjadi, magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung berapi.

Ketika erupsi gunung berapi (gunung meletus) terjadi, lava dan beberapa material dimuntahkan hingga ribuan meter kubik ( $m^3$ ) ke udara. Partikel-partikel dari material dan lava yang mendingin akan terlontar ke atas, kemudian berjatuhan dari langit. Fenomena ini yang disebut hujan debu vulkanik (*tephra*).



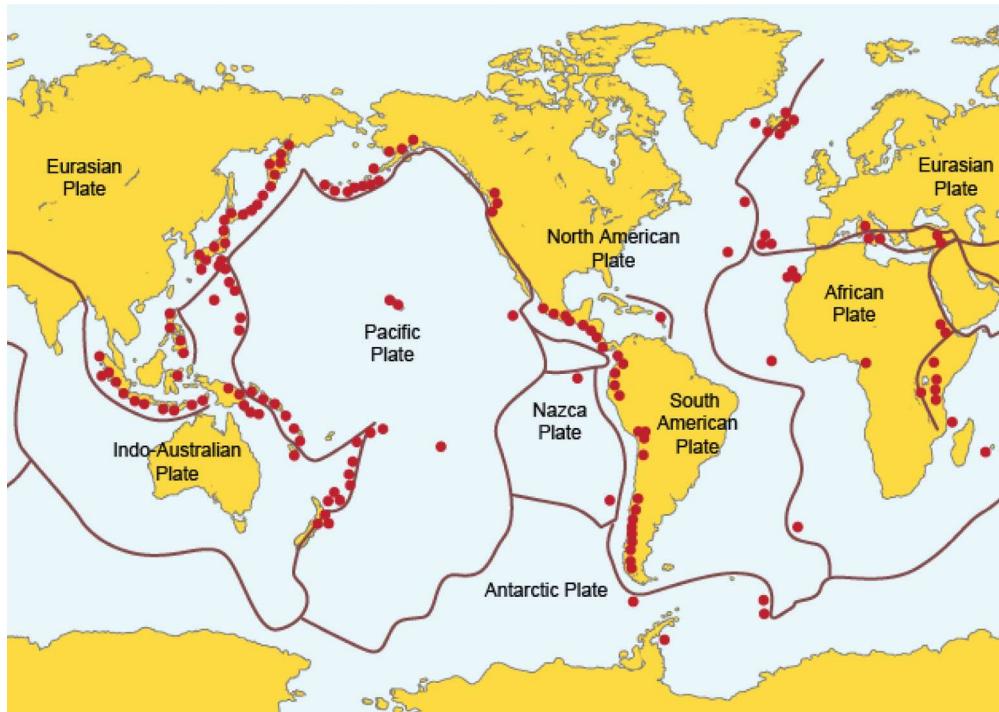
Sumber: historyofuniverse.com  
Gambar 5.38. Proses pembentukan gunung berapi

batuan pada lempeng yang menekuk akan melebur menjadi magma. Magma tersebut akan naik menuju permukaan karena perbedaan massa jenis, seperti pada Gambar 5.38.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, aktivitas lempeng dapat membentuk serangkaian gunung api. Salah satu rangkaian gunung api yang dikenal adalah cincin api pasifik (*ring of fire*). Cincin api pasifik merupakan pusat gempa dan rangkaian gunung berapi di sekitar samudra Pasifik (Gambar 5.39). Hampir 90% pusat gempa berada di sepanjang cincin api Pasifik. Rangkaian gunung berapi diilustrasikan dengan titik merah pada Gambar 5.39.

Berdasarkan gambar tersebut, ternyata Indonesia terletak di dalam cincin api pasifik. Akibatnya, di Indonesia banyak terbentuk gunung api. Hal tersebut dikarenakan letak Indonesia berada di jalur pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia. Gunung api tersebut membentuk sebuah barisan yang membentang dari bagian barat hingga timur Indonesia. Rangkaian gunung berapi membentang dari pulau Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi hingga kepulauan Maluku, seperti terlihat pada gambar 5.40.

Beberapa gunung berapi terbentuk karena tabrakan dua lempeng. Proses tersebut akan menghasilkan serangkaian gunung berapi. Hal ini seperti yang telah kamu pelajari sebelumnya. Jika terdapat dua lempeng yang bertabrakan, maka lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih besar akan menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih rendah. Ketika sebuah lempeng menekuk dibawa lempeng lainnya, maka



Sumber: bbc.co.uk

Gambar 5.39. Cincin api pasifik yang mengitari samudra Pasifik. Keberadaan gunung berapi ditandai dengan titik merah



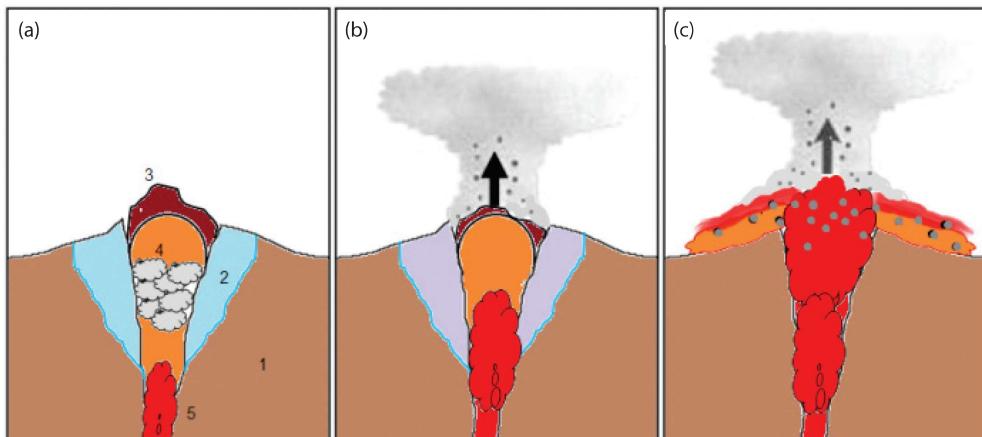
Sumber: wikipedia.org

Gambar 5.40. Persebaran gunung api di Indonesia

Indonesia memiliki sekitar 150 gunung berapi, baik yang aktif maupun yang dorman (tidur). Gunung api aktif merupakan gunung api yang memiliki aktivitas vulkanik yang tinggi dan meletus dalam jangka waktu yang pendek. Salah satu contohnya adalah gunung Merapi. Sejak tahun 1000 M, gunung Merapi telah meletus sebanyak 80 kali. Gunung api dorman adalah gunung api yang tidak terdapat aktivitas vulkaniknya dalam waktu yang lama. Akan tetapi, gunung tersebut dapat meletus sewaktu-waktu. Salah satu gunung api dorman di Indonesia adalah gunung Sinabung yang hingga September 2015 erupsinya belum selesai. Gunung Sinabung terakhir kali meletus pada tahun 1600, kemudian tiba-tiba aktif lagi pada tahun 2010 dan meletus kembali pada tahun 2013.

Erupsi merupakan keluarnya magma dan material lainnya dari dalam Bumi oleh letusan gunung berapi. Namun, istilah erupsi di masyarakat lebih dikenal dengan gunung meletus. Letusan gunung api akan memuntahkan material dengan kekuatan yang dahsyat dan lava pijar maupun lahar dingin yang keluar akan menyapu segala sesuatu yang dilewatinya. Akibatnya, letusan gunung berapi dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat besar.

Erupsi disebabkan oleh tekanan gas yang kuat dari dalam Bumi yang terus menerus mendorong magma (Gambar 5.41a). Dengan demikian, magma akan terus naik menuju ke permukaan. Dalam perjalannya, magma yang memiliki suhu hingga  $1200^{\circ}\text{C}$  akan melelehkan batuan di sekitarnya. Akibatnya, terjadilah penumpukan magma (Gambar 41b). Tekanan udara yang berasal dari dalam Bumi lambat laun semakin besar, sehingga tersimpan energi yang besar untuk mendorong magma keluar. Jika litosfer yang berada di atas magma tidak mampu menahan tekanan dari dalam Bumi, maka terjadilah erupsi (Gambar 5.41c). Magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung api. Energi yang tersimpan tersebut dilepaskan dalam bentuk ledakan dan semburan yang kuat saat erupsi. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.41.



Sumber: mountmerapi.net  
Gambar 5.41. Proses erupsi



### Ayo Berdiskusi

Bukalah link berikut untuk mempelajari proses erupsi.

[http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/static/guides/volcanoes/swf/volcano\\_ani\\_guide\\_1.swf](http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/static/guides/volcanoes/swf/volcano_ani_guide_1.swf)

Diskusikanlah dengan temanmu, bagaimana erupsi pada gunung api yang dorman dan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi erupsi pada gunung yang dorman?

Material yang dikeluarkan saat letusan gunung berapi meliputi material padat, cair, dan gas. Letusan gunung berapi akan mengeluarkan material padatan berupa batuan dan mineral dari dalam Bumi. Hasil lainnya dari letusan gunung api adalah lava dan lahar. Lahar merupakan lava yang telah bercampur dengan batuan, air, dan material lainnya. Selain itu, letusan gunung berapi juga menghasilkan gas beracun, yakni Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ), Sulfur dioksida ( $SO_2$ ), dan Nitrogen dioksida ( $NO_2$ ).

Selain material tersebut, letusan gunung berapi juga menghasilkan awan panas (aliran piroklastik) atau yang dikenal oleh masyarakat dengan nama "*wedhus gembel*". Awan panas merupakan hasil letusan seperti awan yang mengalir bergulung. Awan panas terdiri atas batuan pijar, gas panas, serta material lainnya. Awan panas memiliki suhu yang mencapai  $700^\circ C$ . Awan panas ini mengalir menuruni lereng gunung api dengan kecepatan mencapai 200 km/jam. Perhatikan Gambar 5.42.



Sumber: jogja.co

Gambar 5.42 Awan panas pada letusan gunung Merapi

Letusan gunung berapi memiliki daya penghancur yang besar. Material berbahaya seperti lahar dan abu vulkanik dapat merusak segala sesuatu yang dilewatinya. Lava pijar yang keluar saat erupsi juga dapat menyebabkan hutan di sekitar gunung terbakar. Hal ini akan mengancam ekosistem alami di hutan tersebut. Selain itu, suhu tinggi awan panas yang mengalir menuruni bukit dapat merusak ekosistem serta membunuh makhluk hidup. Gas beracun dan hujan debu akibat gunung meletus juga dapat mencemari udara dan mengganggu pernapasan.

Kamu perlu mengetahui bahwa letusan gunung berapi sangat berbahaya bagi kita. Hampir tidak mungkin menghindari kerusakan saat terjadi gunung meletus. Untuk mempermudah membaca aktivitas gunung api dan proses evakuasi, dibuatlah tingkatan isyarat atau status gunung berapi. Badan geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM) membedakan status gunung api menjadi empat (4) tingkatan. Level terendah adalah status NORMAL dengan warna isyarat hijau. Tingkatan level paling tinggi adalah status AWAS dengan isyarat warna merah. Secara lengkap, deskripsi status gunung api dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**TABEL 5.3.** Tingkatan status gunung berapi menurut Badan Geologi Kementerian ESDM

Status	Makna	Tindakan
AWAS	<ul style="list-style-type: none"><li>Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana</li><li>Letusan pembukaan dimulai dengan debu dan asap</li><li>Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Wilayah yang terancam bahaya direkomendasikan untuk dikosongkan</li><li>Koordinasi dilakukan secara harian</li><li>Piket penuh</li></ul>

SIAGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana</li> <li>Peningkatan intensif kegiatan seismik</li> <li>Semua data menunjukkan bahwa aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang dapat menimbulkan bencana</li> <li>Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2 minggu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sosialisasi di wilayah terancam</li> <li>Penyiapan secara darurat</li> <li>Koordinasi harian</li> <li>Piket penuh</li> </ul>
WASPADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ada aktivitas apapun bentuknya</li> <li>Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal</li> <li>Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya</li> <li>Sedikit perubahan aktivitas yang diakibatkan oleh aktivitas magma, tektonik, dan hidrotermal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyuluhan/sosialisasi</li> <li>Penilaian bahaya</li> <li>Pengecekan sarana</li> <li>Pelaksanaan tindak terbatas</li> </ul>
NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma</li> <li>Level aktivitas dasar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengamatan rutin</li> <li>Survey dan penyelidikan</li> </ul>

Sumber:pbs.twimg.com

Jika kamu tinggal di daerah dekat gunung api, maka kamu harus dapat membaca alam sebagai pertanda gunung tersebut akan meletus. Gunung api yang akan meletus memiliki tanda-tanda yang dapat kamu pelajari. Di daerah sekitar gunung api yang akan meletus akan memiliki suhu yang terus meningkat. Akibatnya, air dari sumber air pegunungan menjadi hangat dan beberapa sumber air dapat mengering. Suhu di daerah pegunungan berapapun yang terus meningkat akan menyebabkan tumbuhan yang hidup di daerah tersebut layu. Gunung yang akan meletus juga menimbulkan suara gemuruh.

Selain itu, gempa kecil yang terjadi terus menerus di sekitar gunung api juga merupakan tanda bahwa gunung tersebut akan meletus. Kita juga dapat memprediksi bahwa gunung api akan meletus dengan melihat perilaku hewan yang tinggal di gunung. Jika hewan yang tinggal di atas pegunungan mulai bermigrasi turun gunung, maka itu merupakan pertanda bahwa gunung akan meletus. Jika kita sudah mengetahui gunung api akan meletus, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengungsi ke tempat yang aman atau ke titik evakuasi.

Selain pertanda alam di atas, kamu juga harus mengikuti arahan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) terkait aktivitas gunung api. PVMBG terdapat di masing-masing gunung berapi. Dengan mengetahui status gunung api, kamu akan mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan. Kamu juga hendaknya mempersiapkan peralatan dan dukungan logistik untuk mengungsi

saat terjadi letusan. Kamu juga harus mengetahui di mana pos evakuasi dan bagaimana jalur evakuasi yang telah disiapkan pihak terkait. Pastikan kamu telah berada di pos evakuasi sebelum gunung tersebut meletus dan mengikuti arahan dari pihak terkait untuk mengurangi bahaya akibat letusan.

Bagi penduduk yang bertempat tinggal jauh di lereng gunung, ada kalanya badan penanggulangan bencana merekomendasikan mengungsi saat terjadi letusan. Hal ini karena dampak letusan melebihi perkiraan para ahli. Selama proses evakuasi kamu harus menghindari jalan yang berada dekat dengan sungai. Karena sungai berpotensi akan dilalui oleh lahar dingin. Selain itu, kamu juga harus menggunakan masker, sapu tangan, atau kain untuk melindungi pernafasan dari debu vulkanik. Secara garis besar tindakan siaga bencana gunung meletus seperti terlihat pada Gambar 5.43 berikut.



Sumber: <http://ringgapridiatama94.blogspot.co.id/>

Gambar 5.43 Tindakan siaga bencana gunung meletus

Proses evakuasi dapat dilakukan secara individu maupun kelompok sesuai arahan pihak terkait, seperti badan penanggulangan bencana. Selalu *update* informasi tentang status gunung api. Dengan demikian, kamu dapat melakukan persiapan dan tindakan yang tepat untuk proses evakuasi. Secara lengkap, berikut

tindakan yang harus dilakukan sesuai dengan status gunung berapi.

**TINDAKAN TANGGAP DARURAT BAHAYA LAHAR DINGIN**

[www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id) | [www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id)

STATUS	TINDAKAN	PERSIAPAN PRIBATI	PERSIAPAN RUMAH	PERSIAPAN KELompOK
	NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelajari dan pahami:</li> <li>Jenis-jenis bahaya sungai</li> <li>Prosedur tanggap bencana sungai</li> <li>Prosedur evakuasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelajari dan pahami:</li> <li>Jarak rumah dan sungai</li> <li>Menerapkan pola rumah ramah banjir</li> <li>Siapkan penerangan darurat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bentuk tim siaga bencana di setiap RW</li> <li>Pasang peta jalur petunjuk evakuasi</li> <li>Pelajari dan pahami jalur komando, tugas, dan tanggung jawab masing-masing</li> <li>Siapkan perlengkapan tanggung bencana tiap kelompok</li> <li>Lalihan secara teratur</li> </ul>
WASPADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siapkan tas cangking dan bekal darurat</li> <li>Ketahui jalur evakuasi dan titik kumpul</li> <li>Ketahui pimpinan kelompok evakuasi</li> <li>Ketahui keberadaan keluarga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pindahkan barang ke tempat lebih tinggi</li> <li>Selamatkan binatang peliharaan</li> <li>Simpan barang-barang elektronik yang tidak diperlukan</li> <li>Siapkan/pindahkan kendaraan untuk evakuasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerja kelompok mulai menyiapkan sesuai arahan</li> <li>Jalin komunikasi sesuai rata organisasi tanggap bencana</li> <li>Pastikan anggota kelompok melaksanakan persiapan pribadi dan rumah</li> <li>Cek dan siapkan perlengkapan tanggung bencana</li> <li>Aktifkan titik kumpul</li> </ul>	
SIAGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perhatikan pengumuman pemimpin kelompok</li> <li>Kumpulkan anggota keluarga lansia, wanita, anak-anak mulai menuju titik kumpul</li> <li>Perhatikan komando</li> <li>Tetap tenang dan siaga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mulai mengunci pintu dan jendela</li> <li>Memastikan gas dan listrik</li> <li>Cabut sekring listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketua kelompok menyiapkan evakuasi warga</li> <li>Petugas evakuasi siap diposisi masing-masing sepanjang jalur evakuasi</li> </ul>	
AWAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tertib dan tenang mengikuti komando ketua kelompok</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketua kelompok pimpin warga mengikuti komando, tetap tenang dan tegar</li> </ul>

Sumber: mountmerapi.net

Gambar 5.44. Tindakan evakuasi sesuai status gunung berapi

Ketika letusan gunung berapi telah usai, ada kalanya kita belum boleh kembali ke rumah. Apabila hal itu terjadi, kita harus memerhatikan persediaan makanan dan lain-lainnya mencukupi untuk tinggal lebih lama di pos evakuasi. Selain itu, kita juga hendaknya mengikuti perkembangan informasi terkait status gunung berapi maupun bahaya lainnya akibat letusan. Seperti banjir lahar dingin. Hal lainnya yang penting adalah terus mengikuti arahan dari pihak berwenang.

Jika kita berada di daerah yang terkena hujan debu vulkanik, lebih baik tetap di dalam ruangan hingga hujan debu mereda. Apabila berada di luar ruangan, kita harus mencari tempat berlindung. Misalnya di gedung atau mobil. Kita juga hendaknya memakai masker, sapu tangan, atau kain untuk menutup mulut dan hidung. Hal tersebut bertujuan agar debu vulkanik tidak mengganggu pernapasan. Jika kita menggunakan lensa kontak, maka harus melepasannya. Karena debu dapat menempel pada lensa kontak tersebut dan akan merusak mata. Dengan

demikian, kamu telah berupaya untuk mengurangi risiko bahaya akibat letusan gunung berapi.

Walaupun efek kerusakan akibat letusan gunung berapi sangat besar, namun letusan gunung berapi juga memberi dampak positif bagi kita. Tanah yang dilalui oleh material vulkanik gunung berapi dapat digunakan sebagai lahan pertanian. Akibat letusan gunung berapi, maka mineral yang berada dalam tanah akan keluar bersama lahar dingin dan material lainnya. Akibatnya, tanah yang dilalui lahar dingin atau material lainnya yang mengandung mineral tinggi akan menjadi tanah yang cukup subur secara alamiah.

Selain itu, letusan berdampak positif bagi bisnis dan perekonomian. Abu vulkanik hasil letusan gunung berapi dapat dimanfaatkan sebagai campuran adonan semen bahan bangunan. Selain itu, sisa-sisa letusan juga menghasilkan bahan tambang yang bernilai tinggi, seperti belerang, pualam, dan lain-lain. Bisnis pariwisata juga dapat berkembang pasca letusan gunung berapi. Daerah di sekitar gunung berapi pasca erupsi bisa dijadikan sebagai objek wisata yang menyajikan suasana khas erupsi gunung berapi. Dengan berkembangnya bisnis tersebut, lapangan pekerjaan juga semakin terbuka. Kesejahteraan ekonomi masyarakat sekitar gunung berapi juga meningkat. Untuk memahami tentang erupsi, lakukan kegiatan berikut.



### Ayo Kita Lakukan

#### Erupsi

##### Tujuan

Mensimulasikan terjadinya erupsi gunung berapi

##### Alat dan Bahan

1. Bubur kertas dan lem kayu/lem kanji
2. Papan triplek 50 x 50 cm
3. Baskom
4. Cuka makanan
5. Soda kue
6. Detergen
7. Pewarna kuning atau merah
8. Cat air warna hijau, kuning, dan cokelat