

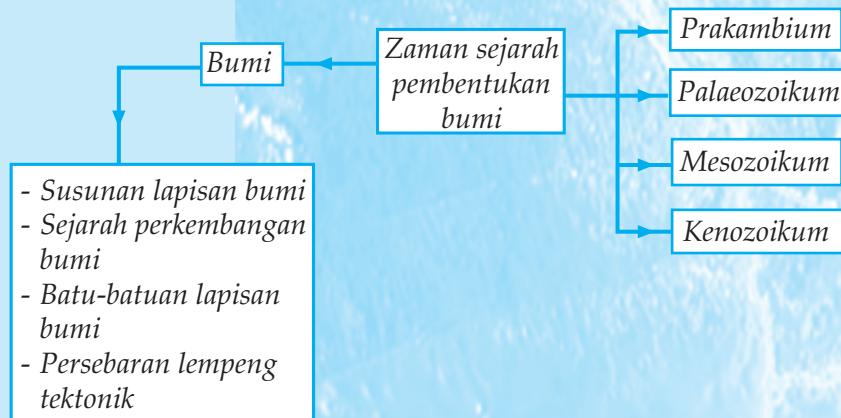
2

SEJARAH PEMBENTUKAN BUMI DAN PERKEMBANGANNYA

Tujuan pembelajaran:

1. Mengidentifikasi zaman sejarah pembentukan bumi.
2. Menjelaskan sejarah perkembangan muka bumi (PANGAEA, GONDWANA)
3. Mengidentifikasi persebaran lempeng tektonik.

Peta Konsep



Kita semua bertempat tinggal di permukaan bumi, yang sangat kita rasakan luas sekali. Bayangkan saja jari-jari bumi 6.370 km. Panjang keliling khatulistiwa (garis ekuator) 40.000 km, berarti 40 kali panjang Pulau Jawa.

Bumi merupakan salah satu anggota tata surya (sistem matahari). Ada sembilan planet yang kita kenal, berturut-turut dari yang terdekat ke matahari, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto. Bersama-sama dengan delapan planet lainnya bumi beredar mengelilingi matahari.

Zaman pembentukan bumi dan planet, waktunya sudah lama jutaan tahun yang lalu. Proses pembentukan batu-batuan di dalam bumi, di permukaan bumi, dan reliefnya bertahap sesuai zaman sejarah geologi.

A ZAMAN SEJARAH PEMBENTUKAN BUMI

Permulaan terjadinya Bumi merupakan sebagian dari gumpalan gas dari Matahari. Gumpalan gas yang besar tersebut selalu dalam keadaan berputar. Dikarenakan sesuatu hal, terlepaslah sebagian gumpalan itu, walaupun seolah-olah dicampakkan sangat jauh, tetapi gumpalan itu masih tetap berputar terus menerus mengelilingi gumpalan besar (Matahari) tersebut. Gumpalan-gumpalan yang terpisah dan masih tetap berputar tersebut setelah mengalami proses pendinginan akan menjadi padat. Itulah yang disebut planet-planet yang jumlahnya delapan. Berturut-turut nama-nama planet yang masuk susunan Matahari, yaitu *Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus*.

Dari gumpalan yang terlepas tersebut (planet) terlepas pula sebagian dari planet, tetapi juga tetap berputar dan mengelilingi gumpalan yang ditinggalkan, itulah yang disebut Bulan atau Satelit.

Kejadian tersebut memakan waktu yang sangat lama. Jadi, Bumi yang seperti sekarang ini baru terjadi setelah berjuta-juta tahun yang lalu. Sesudah Bumi bertambah dingin, berubahlah gas tersebut menjadi cairan dan lama-kelamaan bagian luarnya makin padat sehingga pada permukaan bumi dapat ditempati manusia, tumbuh-tumbuhan serta makhluk hidup lainnya.

Lapisan kerak bumi paling luar memiliki ketebalan ± 1.200 km. Menurut ahli geologi, pada permukaan bumi ini terdapat berbagai oksida yang sebagian besar ($\pm 60\%$) berupa oksida silikon (SiO_2).

Sesudah Bumi terbentuk bersama-sama planet lainnya, bahan-bahan yang lebih berat menggumpal di dalam inti, sedangkan keraknya terdiri atas unsur-unsur silikon dan magnesium. Lebih ke dalam lagi terdapat lapisan yang banyak mengandung unsur persenyawaan logam sulfida. Yang paling dalam adalah inti yang mengandung besi dan nikel. Tebal dari masing-masing bagian dapat diketahui dengan menyelidiki jalannya gelombang gempa karena gelombang dibiaskan oleh lapisan tadi sesuai dengan kecepatan gelombang pada lapisan tersebut.

Zaman sejarah pembentukan bumi dapat dibagi menjadi 4, yaitu Prakambrium, Paleozoikum, Mesozoikum, dan Kenozoikum.

1. Prakambrium

Zaman Prakambrium lebih tua dari zaman Kambrium, di mana lapisan-lapisannya terdapat di bawah lapisan-lapisan yang mengandung fosil. Jelasnya, lapisan batuan baru dikatakan pasti berumur Prakambrium jika tertutup lapisan yang berfosil Kambrium.

Penampakan batuan Prakambrium sangat jarang sekali dijumpai di permukaan bumi, hanya di beberapa daerah dan terbatas pada tempat tertentu. Diperkirakan batuan Prakambrium tampak di permukaan bumi karena batuan-batuan itu sejak terjadi tidak pernah tertutup oleh sedimen yang lebih muda dan sedimen-sedimen muda yang ada sudah habis terkikis oleh erosi. Umumnya daerah-daerah itu merupakan bagian pusat benua.

Karena bentuknya agak melingkar dan permukaannya sedikit cembung maka inti-inti Prakambrium disebut *perisai benua*. Di sekitar bagian pusat yang berbentuk perisai itu, lapisan Prakambrium tertutup oleh lapisan-lapisan yang lebih muda, makin jauh dari bagian pusat akan semakin tebal.

Lapisan Prakambrium terdiri atas batuan-batuan berhablur, baik yang berasal dari pembekuan magma cair, maupun dari peleburan dan penghabluran kembali sedimen-sedimen dan batu-batuan lainnya, yang disebabkan oleh perubahan kimiawi dan fisis pada sedimen-sedimen dan batuan beku.

Seringkali batu-batuan Prakambrium sangat sulit diselidiki untuk mengetahui proses manakah di antara ketiga proses tersebut yang sesungguhnya telah membentuk batuan tadi, dan diantaranya dapat ditemukan bentuk-bentuk peralihan. Oleh sebab itu, pelapisan seperti pada sedimen-sedimen tidak banyak diketahui. Seandainya terdapat peralisan maka seringkali hal ini disebabkan juga oleh perubahan-perubahan fisis dan kimiawi tertentu pada tekanan yang tinggi. Hubungan dalam ruang dari batuan sangat rumit dan sulit untuk diuraikan.

Pada masa Prakambrium dapat diketahui pula bahwa di beberapa daerah terdapat iklim yang sangat dingin (endapan terbentuk oleh es darat atau gletser), sedangkan pada saat lain, iklimnya panas dan lembap (lapisan yang berwarna merah dengan rekah kerut), tetapi sangat sukar untuk menentukan iklim dari lapisan-lapisan sedimen yang ada. Pada waktu itu permukaan bumi yang ada di atas muka laut merupakan gurun, yang tidak disebabkan karena kekurangan air yang sangat besar (Sahara), tetapi karena pada waktu itu belum terdapat tumbuh-tumbuhan darat. Faktor lain adalah adanya oksigen bebas dalam atmosfer, yang jauh lebih sedikit daripada sekarang.

Sesudah diadakan penelitian dan penyelidikan yang saksama terhadap sisa-sisa batuan, diketahui bahwa pada masa Prakambrium tidak ditemukan bentuk-bentuk hidup dengan tekstur dan bentuk yang terang/jelas. *Tekstur*

adalah istilah yang dipakai untuk bentuk-bentuk dan arah-arah di dalam batuan, misalnya tekstur butir. *Struktur* adalah istilah yang lebih banyak dipakai untuk bentuk-bentuk yang terbangunkan oleh kumpulan batuan kubah. Di samping itu juga didapati jejak rayapan cacing atau binatang serupa itu. Dalam masa Prakambrium tidak ada jasad-jasad yang dapat membuat rangka yang keras sehingga pemfosilan tidak mungkin terjadi.

2. Paleozoikum

a. Kambrium

Endapan yang terbentuk pada masa Kambrium banyak ditemukan fosil sehingga banyaklah yang dapat diketahui tentang keadaan kehidupan masa itu. Masa ini ditandai oleh adanya endapan-endapan yang mengandung jasad-jasad fosil yang telah mencapai tingkat perkembangan yang tinggi, bila dibandingkan dengan yang dijumpai pada masa Prakambrium. Semua masih hidup terbatas pada air. Oleh karena itu, sisa-sisa peninggalannya hanya berupa jasad-jasad air, terutama jasad-jasad samudera. Contohnya archaeyata dan binatang Trilobit Olenellus.

1) Archaeyatha

Peranannya seperti binatang karang. Jenis ini banyak membentuk endapan-endapan gamping yang tebal. Pembentukannya seperti yang dibuat oleh binatang karang sekarang ini di laut-laut daerah tropika. Gamping yang mengandung Archaeyatha telah banyak ditemukan di California, Siberia, Spanyol, Australia, dan lain-lain.

2) Binatang

Yang menjadi fosil penunjuk yang terpenting yang pada zaman Kambrium adalah *Trilobita*, yaitu sebangsa jenis udang-udangan yang berkulit keras.

Batuan pada masa Kambrium bercirikan endapan gamping yang mengandung banyak pirit, sedimen pasir, dan berlempung yang kaya akan fosil. Pada masa ini tidak terdapat batas iklim yang nyata, jasad yang membentuk gamping memerlukan air yang hangat. Jadi, pada saat itu iklimnya sedang, bahkan panas. Masa Kambrium ditaksir lamanya 70 juta tahun.

Anggapan yang menyebabkan binatang-binatang yang dapat memfosil semakin banyak dan ditemukan sebagian besar di daerah tertentu, misalnya Kanada Barat sebagai berikut.

- a) Pada masa Kambrium, batu-batuan terkena pengaruh metamorfosa lebih kecil sehingga lapisan-lapisan batu-batuan yang telah diendapkan dalam zaman geologi yang lebih muda. Contohnya lempung lemigrad untuk pembuatan barang-barang pecah-belah.

- b) Setelah Prakambrium, beberapa kelompok binatang lebih banyak mempunyai kerangka maka kemungkinan untuk memfossil lebih besar.

Dengan menggunakan fosil maka dapat diketahui 3 macam zaman Kambrium, yaitu fauna Kambrium bawah, fauna Kambrium tengah, dan fauna Kambrium atas.

- a) Fauna kambrium bawah

Masih bersifat kosmopolit, yaitu binatang-binatang masih terdapat di mana-mana di dunia (Trilobit *Olenellus*).

- b) Fauna kambrium tengah

Sudah terbagi menjadi daerah-daerah fauna pasifik dan Atlantik. Daerah Atlantik sebagai fosil binatang *Paradoxides* (Pasifik *Olenoides*).

- c) Fauna kambrium atas

Daerah fauna Pasifik bercirikan *Diclocephalus* dan terus menembus Eropa-Tiongkok-Tibet sampai Spanyol. Daerah fauna Atlantik bercirikan *Olenus*.

b. *Silur*

Pada zaman Silur, penyebaran fauna lebih luas dibandingkan dengan masa Kambrium. Banyak kelompok binatang baru muncul pada zaman Silur ini. Di antaranya yang terpenting adalah Vertebrata atau binatang bertulang punggung. Graptalit adalah ciri fosil penunjuk pada masa Silur dan merupakan kumpulan/kalori binatang kecil yang disebut *Rabdosome*.

Sedimen pasir gamping, kebanyakan diendapkan pada tempat-tempat daerah yang terangkat di dekatnya. Banyak binatang karang berkembang biak dengan baik sehingga jasad-jasadnya meninggalkan lapisan batu gamping yang tebal.

Sedimen dengan ciri fasies Graptalit terbentuknya di lautan yang dalam, tetapi kini ternyata kebanyakan di antara lempung-lempung itu diendapkan di lautan yang dangkal, yang kadang-kadang tertutup oleh ganggang laut. Hal ini menyebabkan laut berwarna hitam (Laut Hitam).

Di Indonesia zaman Silur adalah zaman yang tertua yang diketahui. Fosil Silur berupa koral bulat yang bernama *Halisites*, telah banyak ditemukan orang dalam batu-batu lepas dalam suatu sungai di Papua.

Air hujan di Niagara terjadi pada endapan-endapan Silur. Iklim pada zaman Silur di mana-mana mengalami panas yang hampir sama dengan masa Kambrium. Adanya sisa evaporit-evaporit menunjukkan adanya iklim yang kering dan mungkin ada suasana gurun.

c. *Devon*

Zaman ini bercirikan munculnya tumbuh-tumbuhan darat dan binatang bertulang punggung. Di laut dijumpai perkembangan luas kelompok-kelompok binatang yang tidak bertulang punggung, seperti Amronit. Pada dasarnya Devon terbagi atas 3 macam, yaitu Devon bawah, Devon tengah, dan Devon atas.

Pada umumnya daerah *Old Red Sandstone* (ORS) terdiri atas Arkosa Konglomerat, batu pasir, yang kesemuanya berasal dari perombakan pegunungan Kaledonia. Daerah ORS ini meliputi daerah sekitar pegunungan Kaledonia, Inggris, Skotlandia, Skandinavia, Spitsbergen, Grondalia, hingga jauh melampaui dataran tinggi Rusia. Khusus di Grondalia, ORS berselang-seling dengan endapan-endapan laut dangkal. Demikian pula di Tiongkok terdapat endapan ORS, terutama di Kuangli (karena ada hubungan lautan pada saat benua Eropa dan Asia masih bersatu).

Pada zaman Devon banyak ditemukan lapisan-lapisan endapan daratan yang sungguh luas. Banyak di antaranya diendapkan dalam sungai atau dalam danau. Dalam lapisan banyak ditemukan fosil-fosil ikan, demikian pula perkembangan tumbuhan daratan baru berarti setelah zaman Devon.

Pada zaman Devon keadaan iklim sangat panas, dan di daerah tropika banyak hujan disertai tumbuhan berkembang, mengakibatkan terjadinya tanah merah yang bersifat laten. Di samping itu dengan adanya sungai-sungai dan danau-danau, menunjukkan iklim yang agak lembab. Di beberapa tempat ditemukan bekas-bekas yang menunjukkan adanya gletser-gletser besar. Bekas-bekas ini ditemukan di Afrika Selatan, Grondalia, dan Amerika.

Di Indonesia zaman Devon hanya dapat ditunjukkan di beberapa tempat saja, yaitu dengan adanya *Heliolithes* dan *Tetracoralla*. *Clathrodictyon* daerah sungai Telen di Kalimantan adalah satu-satunya tempat di Indonesia yang telah terbukti mempunyai batuan-batuan Devon.

d. *Karbon*

Zaman ini ditandai dengan timbulnya sejumlah besar karbon bebas di pelbagai bagian dunia. Karbon atau Carbonium atau Arang ini amat berpengaruh pada keadaan cuaca/iklim. Pada zaman Karbon ini terjadi pembentukan pegunungan; hal-hal inilah yang menyebabkan zaman Karbon dapat dikenal dengan nyata. Terjadinya batu bara sangat erat hubungannya dengan pengangkatan dan pembentukan pegunungan.

Adanya karang menunjukkan iklim sedang yang agak panas; adanya sedimen Klasika yang berwarna merah dengan rekah kerut menandakan iklim kering/arid. Adanya tumbuh-tumbuhan dengan daun yang cukup rindang menunjukkan adanya pelembagaan. Tidak

adanya lingkaran tahun pada batang-batang serta tumbuh terus, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang menyolok. Endapan batu bara yang berwarna merah menunjukkan peninggalan yang kering dan gersang.

Perkembangan naptelia, amfibia yang muncul pada zaman Devon mengalami perkembangan pesat, demikian pula perkembangan serangga, lebah, dan lipan. Serangga pada zaman ini ialah pemakan daging/bangkai. Pada tempat di mana karbon diendapkan sebagai lapisan dasar laut, di sana dijumpai karang/koral dalam jumlah yang besar.

Perkembangan tumbuhan (paku/pakis, kawat/sumbar batu) lebih nyata dibandingkan dengan binatang bertulang punggung.

e. *Perm*

Ciri-ciri perm ialah bahwa letak lapisan yang diskor dan di atas karbon mengandung batu bara, juga adanya penyimpangan fauna laut dari 2 karbon fosil pada zaman Paleozoikum akhir.

Di Indonesia peninggalan perm ditemukan di Timor pada lembah sungai Noil, besi di Miaffo Timor Barat Daya berupa lapisan lava-lava bantal (kegiatan vulkanik). Di Sumatera berupa gamping dan koral disertai dengan batuan dari gunung berapi. Lapisan perm mengandung minyak, koalium (bahan porselin), lempung keramik, besi, dan batu bara.

Pada umumnya dalam sejarah bumi ditemukan kaidah-kaidah sebagai berikut.

- a. Bila perbedaan tinggi topografi tidak seberapa dan terdapat genangan laut yang luas maka akan terdapat iklim yang agak panas dan merata di bagian bumi yang luas.
- b. Bila perbedaan tinggi topografi besar, yaitu selama sesudah ada orogenese atau pengangkatan pegunungan yang meluas di seluruh dunia, ada pembagian iklim dalam beberapa daerah, yaitu iklim kutub, sedang, kering, gersang, dan iklim hujan tropis.

Jadi, dari masa Paleozoikum dan Prakambrium dapat disimpulkan beberapa hal, yakni sebagai berikut.

- a. Pada zaman Azoikum dapat dikatakan belum ada kehidupan sama sekali, barulah pada zaman Protonozoikum mulai ada kehidupan.
- b. Pada zaman Paleozoikum mulai ada fosil-fosil baik berasal dari flora maupun fauna.
- c. Pada zaman Paleozoikum dapat disebut mulai ada tingkat kehidupan. Pada saat itu mulai timbul berbagai kehidupan seperti tumbuhan daratan pertama, trolobita, ikan, ubur-ubur, di mana tingkat kehidupan masih sangat sederhana.

3. Mesozoikum

Masa Mesozoikum terdiri atas zaman kapur, jura, dan trias. Zaman kapur berumur kurang lebih 90 juta tahun, jura 140 tahun, dan trias 190 tahun. Ketiga zaman ini disebut *tingkat kehidupan pertengahan*.

Keadaan iklim pada waktu itu adalah panas dan basah. Hal ini dapat diketahui dengan adanya pertumbuhan dan perkembangan flora dan fauna yang ada pada saat itu. Pada zaman ini mulai timbul dan berkembang tumbuh-tumbuhan berdaun lebar, binatang melata, amfibi, dan ikan serta binatang menyusui pertama. Kehidupan flora dan fauna penyebarannya terbatas.

4. Kenozoikum/Neozoikum

Masa Kenozoikum disebut juga masa *Neozoikum*, terdiri atas zaman tersier dan kuartir dan merupakan tingkat kehidupan baru.

a. Zaman Tersier

Zaman tersier terbagi menjadi zaman eosen, oligosen, dan pleiosen. Zaman eosen berumur 70 juta, oligosen 42 juta tahun, miosen 30 juta tahun, dan pleiosen 16 juta tahun.

Pada zaman tersier tumbuh-tumbuhan berkembang biak dan meluas ke seluruh wilayah kontinen, demikian juga mulai timbul dan berkembang tumbuh-tumbuhan berbunga. Binatang menyusui dan burung-burung mulai meluas pada zaman ini. Keadaan iklim tidak begitu berbeda dengan zaman sekunder. Pada zaman ini batu bara muda mulai terbentuk.

b. Zaman Kwartir

Zaman kwartir terdiri atas zaman pleistosen atau dilluvium dan zaman holosen atau alluvium. Kedua zaman ini berumur kurang lebih 3 juta tahun yang lalu. Pada zaman kwartir telah muncul manusia pertama.

Untuk lebih jelasnya, amatilah urutan tabel skala waktu geologi sebagai berikut.

Tabel 1.
Skala Waktu
Geologi

Masa	Zaman	Umur (jutaan tahun)	Kehidupan	Keterangan
Neozoikum atau Kenozoikum	Kwartir:		Mulai ada manusia pertama, yaitu manusia kera, binatang menyusui, berkembang meluasnya tumbuh-tumbuhan darat. Bunga-bunga.	Tingkat kehidupan baru.
	- Holosen (Alluvial)	2,4		
	- Plestosen (Dilluvium)			
	Tersier:			
	- Pleistosen	16		
Mesozoikum	- Miosen	20	Tumbuhan berdaun lebar, burung dan hewan menyusui pertama, Angiospermae, padi-padian.	Tingkat kehidupan pertengahan.
	- Oligosen	42		
	- Eosin	70		
	Sekunder:			
Paleozoikum	- Kapur	110	Amphibia pertama jenis pakuan, hutan konifers, ubur-ubur pertama, tanaman daratan, trilobita.	Tingkat kehidupan tua.
	- Yura	145		
	- Trias	190		
	Primair:			
	- Perm	230		
	- Karbon	275		
Prakambrium	- Devon	310	- mulai ada kehidupan (hewan tanpa kulit luar) - tak ada kehidupan	
	- Silur	390		
	- Kambrium	500		
	Proterozoikum	3500		
	Azoikum	-		

(Sumber: Wardiyatmoko dan Bintarto, 2004)



Tugas

Kerjakan secara berkelompok! Carilah CD pembelajaran dengan topik "*Zaman Sejarah Pembentukan Bumi*".

- Siapkan alat dan bahan!
 - Lembar pengamatan
 - Kertas dan alat tulis
 - CD pembelajaran
 - TV, VCD, CD player
- Amatilah tayangan CD pembelajaran tersebut!
 - Duduk tenang dalam setting kelompok kecil!
 - Bawalah buku siswa untuk mengkonfirmasi konsep-konsep yang ada!
 - Pengamatan dilakukan dengan tenang dan penuh perhatian!
 - Mengisi lembar pengamatan penayangan CD!

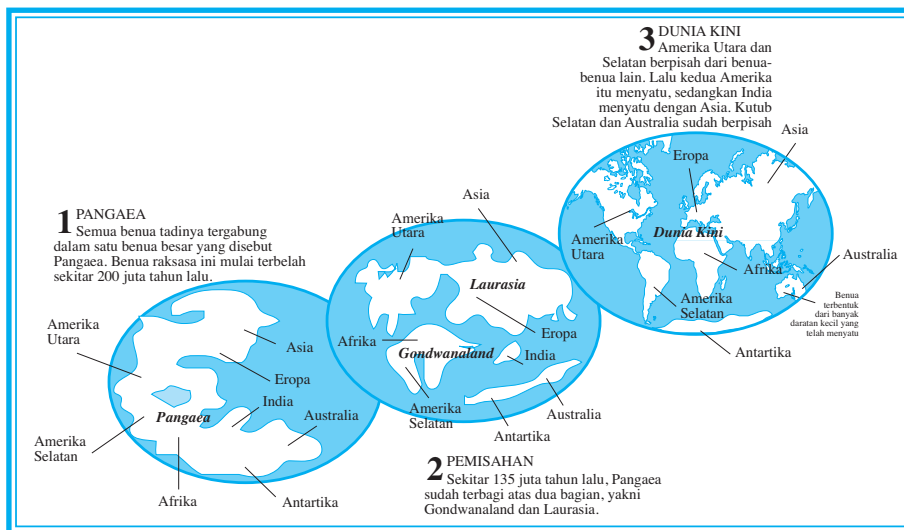
Lembar pengamatan penayangan CD

No.	Konsep Materi	Hasil Pengamatan	Keterangan

- Setelah selesai, lakukanlah diskusi dengan kelompok Anda!
- Hasil tertulis kegiatan penayangan CD dan diskusi serahkan pada bapak/ibu guru untuk dinilai!

Sejarah Perkembangan Muka Bumi (Pangaea-Gondwana)

Proses perkembangan yang dialami planet bumi terus berlanjut sehingga menimbulkan perubahan-perubahan pada permukaan bumi. Perubahan ini disebabkan oleh energi yang kuat dari dalam bumi.



Gambar 2.1

Gambar perkembangan muka bumi (Pangaea Gondwana).

(Sumber: Wardiyatmoko dan Bintarto)

Lempeng Tektonik dan Perkembangan Muka Bumi

Para ahli geologi sependapat, terjadinya gerakan-gerakan benua, pelebaran dasar samudera, terjadinya gerakan tektonik, dan kegiatan vulkanisme disebabkan oleh kekuatan yang berasal dari dalam bumi sehingga di permukaan bumi terjadi perubahan/perkembangan muka bumi.

Lempeng-lempeng tektonik itu bergerak dan saling bergeseran sehingga menyebabkan terjadinya benua-benua. Seperti benua Asia, Laurasia, jajaran pulau-pulau, dan pegunungan.

Berikut ini akan kita bicarakan mengenai terjadinya gerakan/pergeseran benua-benua atau teori apungan.

1. **Alfred L. Wagner** (1880 - 1930) dalam bukunya berjudul *Die Entstehung der Kontinente Und Ozeane* (Asal-usul Benua dan Lautan) diterbitkan tahun 1915.
 - a. Dibuktikan adanya persamaan garis kontur pantai timur Amerika Utara dan Amerika Selatan dan garis kontur Eropa Barat dan Afrika. Dibuktikan adanya kesamaan formasi geologi sepanjang pantai Afrika Barat (dari Sierra Leone - Tanjung Afrika Selatan) dengan formasi geologi pantai timur Amerika (dari Peru - Balsia Blanca).
 - b. Daerah Green Sandria bergerak menjauhi Afrika Selatan dengan kecepatan 36 m/th. Pulau Madagaskar bergerak menjauhi Afrika Selatan dengan kecepatan 9 m/tahun.
 - c. Benua yang sekarang ini, dulunya satu yang disebut *benua Pangaea*. Benua Pangaea pecah, di bagian selatan bergerak menuju ke barat dan ke utara menuju khatulistiwa. Karena peristiwa tersebut terjadilah hal-hal sebagai berikut.
 - 1) Bentangan benua dan samudera mengapung sendiri-sendiri.
 - 2) Samudera Atlantik menjadi semakin luas karena benua Amerika bergerak ke arah barat sehingga terjadi lipatan permukaan bumi yang berwujud bentang pegunungan di pantai barat Amerika dari arah utara - selatan.
 - 3) Adanya kegiatan seismik yang luar biasa di sepanjang patahan St. Andreas dekat pantai barat Amerika Serikat.
 - 4) Samudera Hindia mendesak ke arah utara sehingga benua India terdesak dan menimbulkan terjadinya deretan pegunungan Himalaya.
 - 5) Keadaan benua-benua dewasa ini pun masih terus bergerak. Dapat dibuktikan makin melebarnya celah-celah yang terdapat di alur-alur dasar samudera.

2. Des Cartes (1596 - 1650)

Pokok-pokok teori kontraksi.

Karena mengalami pendinginan terus-menerus maka bumi kita makin menyusut dan berkerut, kerutan tersebut menyebabkan terjadinya lembah-lembah di permukaan bumi.

3. E. Suess (1831 - 1914)

Meneruskan teori Des Cartes, akan tetapi E. Suess menambahkan bahwa persamaan geologi yang terdapat di Amerika Selatan, Antartika, India, Australia karena semula benua itu satu yang disebut **Benua Gondwana**.

Benua itu dewasa ini tinggal sisa-sisanya karena sebagian telah tenggelam di bawah permukaan laut.

4. Teori Lempeng Tektonik J. Tuzlo Wilson dan Jason Morgan

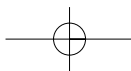
Ahli geofisika Kanada, **J. Tuzlo** dan ahli geofisika Amerika **Jason Morgan**, mengajukan skema teori lempeng tektonik pada tahun 1960-an. Teori ini menyatakan litosfer bumi terdiri atas beberapa lempeng keras. Lempeng ini bergeser dan bergerak di atas lapisan yang lebih lunak yang disebut *astenosfer*. Sebuah lempeng dapat menyusun seluruh tumbukan samudera, seperti lempeng Pasifik, atau bagian lempeng samudera dan bagian tumbukan benua, seperti lempeng Amerika Utara. Tumbukan samudera baru menghasilkan pegunungan samudera (deretan gunung bawah air yang terbentuk akibat kulit samudera muda).

Kulit samudera tua tenggelam atau tersubdaksi ke mantel bumi pada zona subdaksi, yang ditemukan pada bagian terdalam samudera, disebut *trenches*. Sebagai lempeng yang bergerak, mereka menyatu dan membentuk pegunungan. Batas lempeng adalah daerah tersering terjadi gempa bumi dan paling banyak terdapat gunung api.

Indonesia terdiri atas 3 lempeng, yaitu lempeng Hindia atau Indo-Australia di bagian selatan, lempeng Eurasia di bagian utara dan lempeng Pasifik di bagian timur. Lempeng bergerak dengan kecepatan 3 - 10 cm per tahun. Pada suatu saat pertemuan antarlempeng akan mengalami pergeseran yang mengakibatkan lempeng menumpuk, melipat, atau patah. Ketika gerakan ini terjadi lempeng mengeluarkan *stress* atau energi yang tidak sedikit. Energi inilah yang mengakibatkan gelombang tsunami jika gempa di bawah laut atau samudera.

Tsunami adalah serangkaian gelombang laut yang besar yang disebabkan oleh gempa bawah laut, tanah longsor, atau letusan gunung berapi. Yang jarang terjadi adalah tsunami yang dihasilkan oleh longsor besar ke lautan atau meteor raksasa yang menumbuk lautan. Tsunami bukan merupakan gelombang tunggal, tetapi terdiri atas banyak gelombang, atau disebut pula *wave train* (gelombang kereta). Di tengah lautan, ketinggian gelombang tsunami tidak lebih dari 30 cm, terlihat seperti gelombang laut kebanyakan. Ketika mencapai daerah lautan dangkal, kecepatan gelombang berkurang, menyebabkan ketinggian gelombang bertambah. Ini yang menyebabkan gelombang tsunami ketika mencapai pantai, ketinggiannya lebih dari 3 m bahkan ada yang mencapai 30 m.

Kurangnya pengetahuan masyarakat akan tsunami, justru membuat mereka pergi ke pantai untuk melihat seperti apa tsunami. Bayangan tentang tsunami hanya gelombang air laut setinggi setengah meter sampai satu meter seperti biasa digunakan untuk surfing. Pada kenyataannya, tsunami tidak seremeh yang dibayangkan. Tenaga sapuan air luar biasa besarnya baik tenaga penarik ke lautan dan tenaga pendorong ke daratan. Itu sebabnya korban sebagian tenggelam karena tertarik ke lautan dan sebagian lagi tenggelam di daratan akibat meluapnya air karena tenaga pendorong air.



Cara terbaik yang dilakukan ketika bencana tsunami datang adalah pergi atau mengungsi ke tempat yang tinggi seperti bukit atau gunung. Karena umumnya tsunami diawali dengan gempa, sedangkan jika bencana gempa datang dapat dipastikan adanya gempa susulan. Untuk menghindari tsunami dan gempa susulan, yang harus dilakukan selain pergi ke bukit atau gunung, adalah menghindari tebing, tiang listrik, dan berada di dalam bangunan. Cari tempat terbuka yang berada di tempat tinggi seperti lapangan atau lapangan udara.

Ciri datangnya tsunami selain gempa, surutnya air laut secara tiba-tiba. Pada kejadian di Aceh (26/12) air laut surut sampai 500 m di belakang garis pantai normal. Air yang surut ini akibat hukum keseimbangan air di mana air akan bergerak untuk mengisi tempat-tempat kosong untuk mencapai kondisi seimbang. Sesaat setelah lempeng bergeser, daerah di sekitar pergeseran bergeser, daerah di sekitar pergeseran akan kosong menyebabkan air bergerak ke arah tersebut. Gerakan air akan menimbulkan pergolakan air yang nantinya akan menyebabkan tsunami di daerah pantai dan air akan kembali dengan sangat cepat.

5. Teori Gerakan-gerakan Benua yang Lain

Para peneliti geologi (gabungan dari negara-negara maju) yang mengadakan penelitian di kutub selatan (1969 - 1970) pusatnya di Trans Antartik Tengah, bertujuan untuk membuktikan teori A.L. Wagner. Dari hasil penelitian menemukan bukti sebagai berikut.

- Daerah tersebut pada 200 juta tahun yang lalu merupakan daerah khatulistiwa.
- Diketemukan fosil tulang rahang binatang amfibi air tawar purba/*labyrinthodont* seperti salamander.
- Fosil seperti itu juga ditemukan di Amerika Selatan dan Afrika.

Teori gerakan-gerakan benua yang lain juga beranggapan bahwa 200 juta tahun yang lalu hanya ada satu benua di planet bumi ini. Dari pengembangan ilmu pengetahuan alam, pengetahuan geologi, dan magnetisme makin lama terdapat bukti-bukti yang menguatkan teori apungan benua.



Kata Kunci

- | | |
|---------------|------------------------|
| - Prakambrium | - Kenozoikum |
| - Paleozoikum | - Pangaea dan Gondwana |
| - Mesozoikum | - Teori gerakan benua |



Tugas

1. Gambarlah peta yang menunjukkan Pangaea, Gondwana, dan Laurasia!
2. Jelaskan apakah benua masa kini sudah stabil atau masih labil!
3. Sekitar 135 juta tahun yang lalu, Pangaea terbagi menjadi Gondwana dan Laurasia. Coba jelaskan bagaimana terjadinya dan tenaga apa yang menyebabkannya!

B PERSEBARAN LEMPENG TEKTONIK

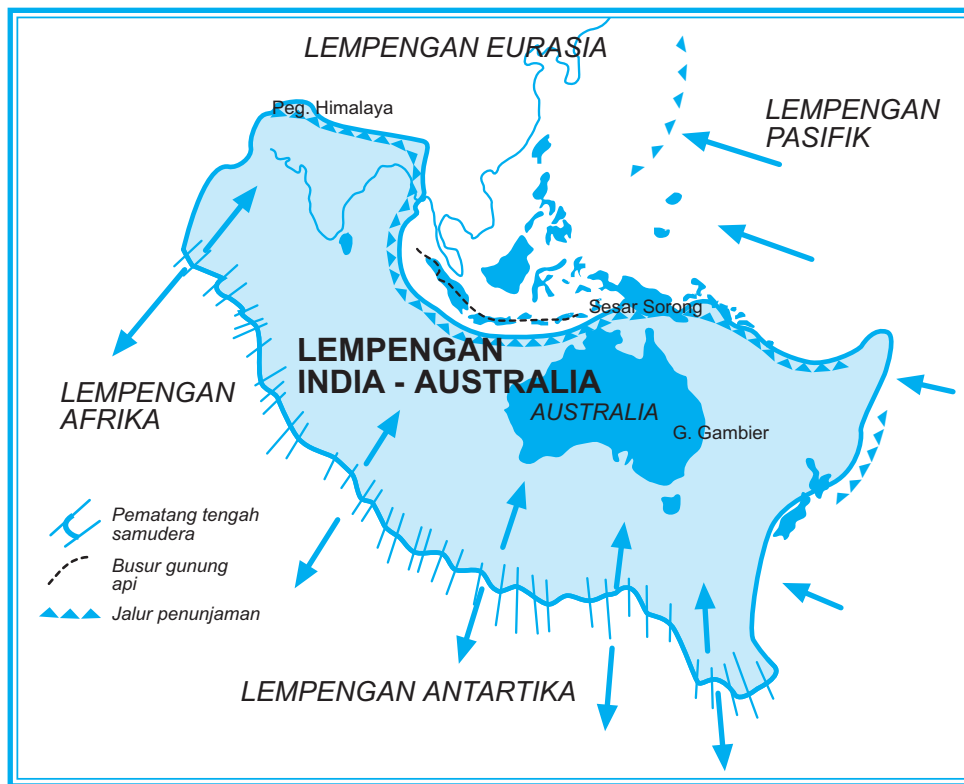
Akibat gerakan pembentukan muka bumi maka kerak bumi yang tebalnya sekitar 40 km dan di dasar samudera sekitar 10 km, terpecah menjadi sekitar 12 lempeng.

Masing-masing lempeng bergerak mendatar, akibatnya terjadi pertemuan-pertemuan. Ada tiga jenis pertemuan lempeng tektonik, yaitu sebagai berikut.

1. Di daerah dua lempeng bertemu/bertabrakan terjadi keadaan sebagai berikut.
 - a. Terjadi aktivitas intrusi, ekstrusi, dan vulkanisme.
 - b. Merupakan hiposentrum dalam dan dangkal.
 - c. Lempeng dasar samudera masuk di bawah lempeng benua terjadi palung-palung laut.
 - d. Tepi lempeng benua terjadi pegunungan, deretan pulau-pulau yang bergunung api.
 - e. Terjadi tumpukan sedimen campuran/batuan campuran/*melange*.

Di antara benua Australia dan Antartika terdapat pematang tengah samudera. Pematang ini melebar sebesar 6 - 7,5 cm per tahun. Pelebaran dasar samudera ini mendorong lempengan India - Australia ke arah utara sehingga bertabrakan dengan lempengan Eurasia. Tabrakan ini dimulai sekitar 25 juta tahun yang lalu dan terus berlanjut hingga sekarang.

Lempengan India-Australia sedang didorong ke bawah lempengan Eurasia. Proses ini disebut *penunjaman*. Tabrakan kedua lempengan tersebut membentuk Pegunungan Himalaya, yakni busur gunung api di Indonesia, parit Sunda, dan Jawa, serta tanah tinggi Nugini. Australia bagian utara telah didorong ke arah bawah sehingga membentuk Teluk Carpentaria dan Laut Timor serta Laut Arafuru.



Gambar 2.2

Lempengan India-Australia bertabrakan dengan lempengan Eurasia.
(Sumber: diolah oleh Gnaya, 2006)

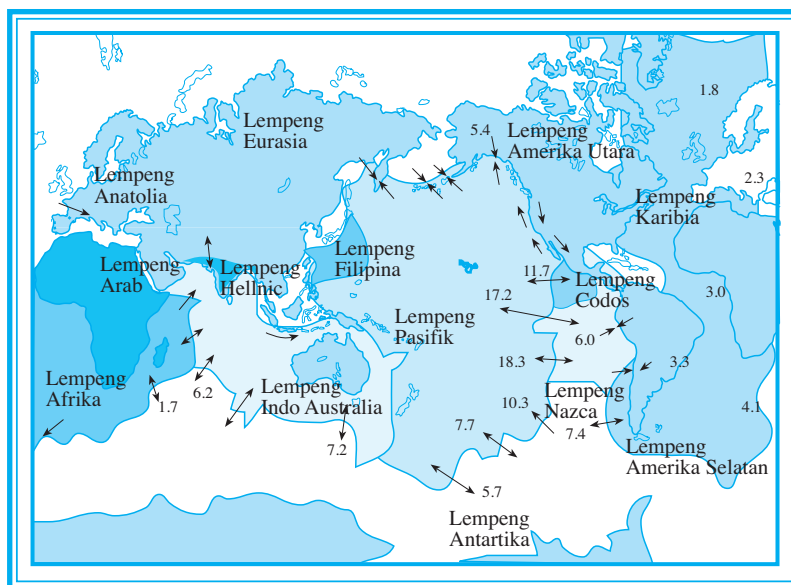
Ketika pinggiran lempengan India-Australia bertabrakan dengan lempengan Eurasia, lempengan tersebut longsor jauh ke dalam bumi, di bawah Indonesia. Suhu yang sangat tinggi telah melelehkan pinggiran lempengan sehingga menghasilkan magma. Di banyak tempat, magma ini kemudian muncul melalui retakan di permukaan bumi dan membentuk gunung-gunung api.

2. Di daerah lempeng bertemu/berpapasan terjadi keadaan sebagai berikut.
 - a. Terdapat aktivitas vulkanisme yang lemah dan gempa tidak kuat.
 - b. Terdapat jalur tanggul di dasar laut yang terputus-putus.
3. Di daerah dua lempeng yang saling berjauhan terjadi keadaan sebagai berikut.
 - a. Pembentukan tanggul di dasar samudera sepanjang perenggangan lempeng, seperti tanggul-tanggul di dasar Samudera Atlantik, Samudera Pasifik.
 - b. Persebaran lempeng tektonik di bumi.
 - c. Benua Amerika bergerak menjauh dengan benua Afrika dan Eropa.
 - d. Vulkanisme dasar laut menghasilkan lava basa/lava encer.
 - e. Aktivitas gempa di dasar laut.

Lempeng dasar samudera yang lebih tipis, dapat didesak ke bawah oleh lempeng benua yang lebih tebal dan keras. Di tempat ini terbentuk palung laut, yaitu dasar laut yang dalam dan memanjang. Carilah di peta nama-nama palung laut Aleut, Jepang, Guam, dan Mindanao (Mariana). Itulah tempat lempeng dasar Samudera Pasifik yang menunjam ke bawah lempeng Benua Asia. Palung Jawa di sebelah selatan Pulau Jawa merupakan tempat pertemuan antara lempeng Benua Asia dan lempeng dasar Samudera Hindia.

Pegunungan di pantai Barat Amerika, deretan Pulau Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara itu adalah akibat dari pembentukan lempeng benua. Di sepanjang pegunungan dan pulau-pulau itu bermunculan puncak gunung api. Di wilayah tersebut sering terjadi gempa bumi yang kadang-kadang sangat kuat.

Pada peta di bawah ini kita dapat mengamati daerah-daerah persebaran lempeng tektonik di bumi. Amatilah peta lempeng-lempeng tektonik di bumi pada gambar berikut. Cobalah jelaskan arah-arahan panah tersebut!



Gambar 2.3

Persebaran lempeng tektonik.

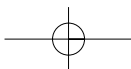
(Sumber: Wardiyatmoko dan Bintarto, 2006)



Kata Kunci

- Kerak Bumi

- Lempeng tektonik



Tugas

Carilah wacana tentang gempa bumi dan lempeng tektonik, lewat surat kabar/ majalah. Diskusikan dengan kelompok Anda!

1. Jelaskan terjadinya teori lempeng tektonik!
2. Jelaskan akibat teori lempeng tektonik!
3. Jelaskan terjadinya gempa bumi tektonik dan hubungannya dengan lempeng tektonik!
4. Jelaskan mengapa gempa bumi di laut dapat menimbulkan gelombang tsunami!
5. Laporan tertulis serahkan bapak/ibu guru untuk dinilai!

Rangkuman

Permulaan terjadinya Bumi merupakan sebagian dari gumpalan gas dari matahari. Gumpalan gas yang besar tersebut selalu dalam keadaan berputar. Dikarenakan sesuatu hal, terlepaslah sebagian gumpalan itu, walaupun seolah-olah dicampakkan sangat jauh, tetapi gumpalan itu masih tetap berputar terus-menerus mengelilingi gumpalan besar (matahari) tersebut. Gumpalan-gumpalan yang terpisah dan masih tetap berputar tersebut setelah mengalami proses pendinginan akan menjadi padat. Itulah yang disebut planet-planet yang jumlahnya sembilan. Berturut-turut nama-nama planet yang masuk susunan matahari, yaitu *Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto*.

Dari gumpalan yang terlepas tersebut (planet), terlepas pula sebagian dari planet, tetapi juga tetap berputar dan mengelilingi gumpalan yang ditinggalkan, itulah yang disebut bulan atau satelit.

Kejadian tersebut memakan waktu yang sangat lama. Jadi, bumi yang kita diami seperti sekarang ini baru terjadi setelah berjuta-juta tahun. Sesudah bumi bertambah dingin, berubahlah gas tersebut menjadi cairan dan lama-kelamaan bagian luarnya makin padat sehingga pada permukaan bumi dapat ditempati manusia, tumbuh-tumbuhan, serta makhluk hidup lainnya.

PELATIHAN SOAL BAB 2

A. Silanglah (x) huruf a, b, c, d, atau e di depan jawaban yang tepat!

1. Panjang keliling khatulistiwa (garis ekuator) adalah
 - a. 400 km
 - b. 4.000 km
 - c. 40.000 km
 - d. 4 km
 - e. 40 km
2. Lapisan batuan baru dikatakan pasti berumur Prakambrium jika tertutup lapisan yang berfosil
 - a. Kambrium
 - b. Paleozoikum
 - c. Kenozoikum
 - d. Mesozoikum
 - e. Neozoikum
3. Jenis hewan sebangsa udang-udangan yang hidup pada zaman Kambrium adalah
 - a. *Archaecyata*
 - b. *Tribolita*
 - c. *Paradoxides*
 - d. *Olenellus*
 - e. *Halisites*
4. Bentuk-bentuk dan arah dalam batuan disebut
 - a. struktur
 - b. letak
 - c. kontur
 - d. tekstur
 - e. lekuk
5. Ciri fosil penunjuk pada zaman Silur dan merupakan kumpulan/kalori binatang kecil disebut
 - a. *Rabdosoma*
 - b. *Tribolita*
 - c. *Archaecyata*
 - d. *Graptalit*
 - e. *Olenellus*
6. Munculnya tumbuhan darat dan binatang bertulang punggung adalah ciri zaman
 - a. Devon
 - b. Silur
 - c. Karbon
 - d. Kambrium
 - e. Perm
7. Manusia pertama kali ditemukan pada zaman
 - a. Devon
 - b. Perm
 - c. Kwartir
 - d. Tersier
 - e. Kambrium
8. Semua benua tadinya tergabung dalam satu benua besar yang disebut
 - a. Australia
 - b. Amerika
 - c. Gondwana
 - d. Laurasia
 - e. Pangaea
9. Di daerah dua lempeng yang saling berjauhan akan terjadi
 - a. aktivitas vulkanisme
 - b. tumpukan sedimen
 - c. aktivitas gempa di dasar laut
 - d. *melange*
 - e. palung-palung laut

10. Tumpukan sedimen campuran/batuan campuran disebut
- melange
 - ekstrusi
 - intrusi
 - vulkanisme
 - lempeng

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

- Sebutkan zaman-zaman sejarah pembentukan bumi!
- Jelaskan kehidupan pada masa Neozoikum!
- Jelaskan perbedaan antara pangea dan gondwana!
- Jelaskan tentang teori apungan menurut Alfred L. Wagner!
- Sebutkan persebaran lempeng tektonik!



Lembar Kerja Siswa

Tugas Individu

Buatlah gambar ilustrasi terjadinya penunjaman lempeng tektonik karena proses tabrakan antarlempeng tektonik!

Tugas Kelompok

Kelas dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil yang terdiri atas 5 - 8 siswa!

Lakukan diskusi dengan topik *Faktor life skills yang diperlukan bagi penduduk yang wilayahnya merupakan daerah bencana gempa bumi.*

Hasil diskusi serahkan kepada guru untuk dinilai!



Portofolio

Mata Pelajaran :

Kelas :

Pokok Bahasan :

Buatlah kliping mengenai skala waktu geologi tentang zaman sejarah pembentukan bumi. Berilah gambar-gambar penunjang beserta dengan informasinya secara lengkap!

Presentasikan kliping Anda di depan kelas secara bergantian!

