

2019

SMA
KEBUMIAN

A stylized, abstract figure composed of various scientific and mathematical symbols. The figure is primarily black and white, with some blue accents. It features a central body made of a grid of dots, with a large 'E=mc^2' formula prominently displayed. Surrounding this are various symbols: DNA helices, lightning bolts, stars, and binary code (01011). The figure is set against a background of a grid of dots, with a large, stylized 'X' shape in the upper left corner.



085223273373

STRUKTUR BUMI DAN GEOLOGI DINAMIK

STRUKTUR BUMI

Struktur dalam bumi dibagi berdasarkan:

1. Komposisi kimia

- Kerak (*crust*)

Terdiri dari kerak benua (*continental crust*) dan kerak samudera (*oceanic crust*). Kerak benua memiliki ketebalan 35-50 km, memiliki densitas 2.7 gr/cm^3 , tersusun atas silika aluminium (SiAl) dan umumnya terdiri dari granit. Kerak samudera memiliki ketebalan 3-10 km, densitas 3 gr/cm^3 , tersusun atas silika magnesium (SiMg), dan umumnya terdiri dari basalt.

- Mantel (*mantle*)

Merupakan lapisan di antara kerak dan inti. Merupakan 84% dari volume bumi. Memiliki ketebalan 2900 km. Terdiri dari silika, magnesium, dan besi dimana konsentrasi magnesium bertambah ke arah permukaan. Dibagi menjadi *upper mantle* dan *lower mantle*. *Upper mantle* lebih panas dibandingkan *lower mantle* karena banyak mengandung mineral radioaktif terutama seperti uranium, thorium, dan potassium. Komposisi materi penyusun mantel sama dengan batuan beku peridotit. Densitas rata-ratanya adalah 3.3 gr/cm^3 .

- Inti (*core*)

Tersusun atas Fe dan Ni. Memiliki densitas 13 gr/cm^3 .

2. Rheologi/sifat fisis

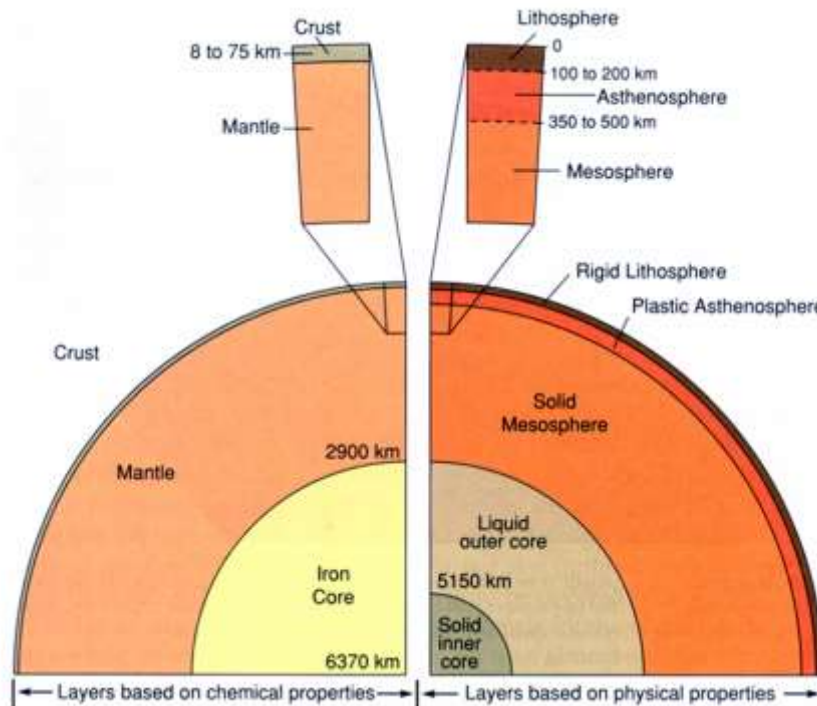
- Litosfer (0-100 km): terdiri atas kerak dan mantel bagian atas. Bersifat *brittle* (kaku dan mudah retak) karena suhunya yang relatif dingin dibandingkan dengan astenosfer.

- Astenosfer (100-400 km): mencakup sebagian dari mantel atas. Bersifat *ductile* (liat)/plastis.

- Mesosfer (400-2885 km): bersifat padat dan panas. Tersusun oleh batuan ultramafik yang komposisi utamanya silikat Mg.

- Inti luar (2885-5150 km): bersifat cair dan panas.

- Inti dalam (5150-6371 km): bersifat padat dan panas.



Struktur susunan dalam bumi yang tersusun oleh beberapa lapisan dengan perbedaan komposisi kimia dan karakter fisik.

Pembagian inti menjadi inti luar dan inti dalam berdasarkan sifat fisis dari 2 gelombang seismik yaitu gelombang P (*compression wave*) dan gelombang S (*shear wave*). Gelombang P adalah gelombang yang amplitudonya searah dengan arah rambat gelombangnya dan dapat bergerak melalui medium padat dan cair. Gelombang S adalah gelombang yang amplitudonya tegak lurus terhadap arah rambatan gelombangnya dan hanya dapat bergerak melalui medium padat. Gelombang P dapat melalui inti luar yang cair dan inti dalam yang padat sementara gelombang S berhenti pada inti luar saja.

Selain lapisan-lapisan di atas, terdapat zona-zona lain yang membatasi antara 2 lapisan bumi yaitu:

- *Lapisan D''*
Zona ini merupakan bidang batas antara mantel yang padat dengan inti luar yang cair. Pada zona ini kecepatan gelombang P dan S menurun.
- *Mohorovicic discontinuity*
Zona ini berada di antara kerak dan mantel. Zona ini disebut sebagai '*discontinuity*' untuk menyebutkan zona dimana terjadi perubahan kecepatan gelombang seismik. Zona ini berada di rata-rata kedalaman 8 km di bawah kerak samudera dan sekitar 32 km di bawah kerak benua. Pada zona ini, gelombang seismik mengalami percepatan dari 6 km/s menjadi 8 km/s.
- *Gutenberg discontinuity*
Zona ini terdapat pada kedalaman sekitar 2900 km. Dimana pada kedalaman ini terjadi perubahan mendadak kecepatan gelombang seismik, yaitu gelombang P yang kecepatannya menurun dan gelombang S yang menghilang secara mendadak. Perubahan ini menandai adanya zona yang membatasi antara mantel bagian bawah dengan inti luar.

- *Lehmann discontinuity*

Zona ini merupakan bidang batas antara inti luar yang cair dan inti dalam yang padat.

GEOLOGI DINAMIK

Bila dilihat dari sifat-sifat kimia dan fisika lapisan-lapisan bumi, dapat dilihat bahwa suatu lapisan yang dingin, rigid, dan kurang rapat (litosfer) mengapung di atas suatu lapisan panas yang mengalir secara perlahan dan lebih rapat (astenosfer). Litosfer ini terdiri dari kerak yang kemudian dibagi lagi menjadi kerak benua dan kerak samudera. Jika diperhatikan, kerak benua selalu muncul tinggi di atas permukaan laut dibandingkan dengan kerak samudera. Hal ini disebabkan oleh adanya kesetimbangan isostasi. Isostasi mengacu pada keseimbangan dari objek “apung” pada medium fluida. Ketinggian dari massa yang di atas dan di bawah permukaan dari medium dikontrol oleh ketebalan dari massa tersebut dan densitasnya (serupa dengan es yang mengapung di air). Lebih besar densitas dari suatu massa, lebih rendah pula terendam dalam medium, dan lebih besar ketebalan suatu massa, lebih tinggi pula bagian yang timbul di atas medium. Oleh karena itu, kerak benua yang lebih tebal dan densitas lebih rendah dibandingkan kerak samudera timbul tinggi di atas batuan mantel yang menyokongnya. Sementara kerak samudera yang lebih tipis dan densitas yang lebih besar tidak akan muncul tinggi di atas mantel.

CONTINENTAL DRIFT

Pada tahun 1885, kajian saintifik pertama tentang *continental drift* dilakukan oleh ahli geologi Swiss Edward Suess. Suess menyatakan bahwa Amerika Selatan, Afrika, Antartika, Australia dan India dulunya menyatu membentuk massa daratan yang disebut Gondwana.

Pada tahun 1912, Alfred Wagener menerbitkan buku “*The Origin of Continent and Ocean Basin.*” Wagener menyatakan bahwa dulu seluruh benua merupakan bagian dari suatu benua super yang disebut Pangaea. Dalam perjalanan waktu geologi terpecah menjadi dua benua raksasa yang dipisahkan oleh laut purba bernama Thethys. Bagian utara bernama Laurasia yang terdiri dari Amerika Utara dan Eurasia dan bagian selatan Gondwana seperti yang dinamakan oleh Suess. Fragmentasi berikutnya, dua benua raksasa ini terpecah menjadi benua modern yang sekarang. Pemecahan pertama terjadi sekitar 200 juta tahun yang lalu dan pemecahan kedua terjadi sekitar 135 juta tahun yang lalu.

Bukti terjadinya *continental drift*:

- Kecocokan garis pantai Amerika Selatan bagian timur dan garis pantai Afrika Barat
- Kesamaan deposit sedimen batubara (350 juta tahun) dan deposit glasial yang disebut *tillites* (250 juta tahun), dan kesamaan fosil tanaman dan hewan di Afrika, Amerika Selatan, Antartika dan India.

Akan tetapi, teori *continental drift* Wagener ini tidak dapat menjelaskan penyebab pergerakan benua-benua tersebut. Teori ini barulah kemudian ditunjang oleh penemuan *sea floor spreading* (pergerakan dasar samudra) dan paleomagnetisme yang baru ditemukan pada tahun 1950an dan tahun 1960an.

SEA FLOOR SPREADING

Pada awal tahun 1960, konsep sea floor spreading diajukan untuk menjelaskan teori *continental drift* (pergerakan benua). Hipotesis dari teori ini adalah bahwa seluruh dasar laut bergerak dan digerakkan oleh arus konveksi di dalam mantel. Konsep ini menjelaskan bahwa lantai samudra bergerak sepanjang *mid-oceanic ridge* dalam arah yang berlawanan di kedua sisinya. Lava yang berasal dari astenosfer dipaksa keluar melalui pusat *ridge* membentuk material kerak bumi (*crust*) yang baru di *ridge*. Material *crust* yang baru ini bergerak secara perlahan-lahan menjauhi kedua sisi *ridge*. Ketika lava yang baru muncul mendorong lava yang tua, menuju *trench*, dan kemudian bergerak ke bawah dan mencair di dalam bumi (astenosfer). Sehingga dapat disimpulkan bahwa *sea floor spreading* ini selalu memperbaharui dasar samudra. Radio aktif dating menunjukkan dasar samudra bergerak dengan kecepatan 1,5 cm/tahun.

PALEOMAGNETISME

Paleomagnetisme merupakan kajian tentang variasi medan magnet bumi yang terekam di batuan purba. Lava basaltik yang kaya akan besi yang muncul di dasar laut (di *mid-oceanic ridge*) akan segera didinginkan dan partikel-partikel besinya dimagnetisasi. Atom besi akan diorientasikan dalam arah medan magnet bumi. Riset paleomagnetisme menunjukkan bahwa medan magnet bumi telah berubah arah beberapa kali dalam kurun waktu geologi yang lalu. Medan magnet bumi berbalik arah secara periodik tetapi dalam interval yang tidak teratur yaitu sekali dalam 300000-500000 tahun. Posisi dari kutub “tampak berpindah” dalam hubungannya dengan posisi benua. Posisi kutub yang tampak berpindah tersebut berimplikasi bahwa benua itu bergerak.

Bukti bahwa paleomagnetisme mendukung hipotesis *sea floor spreading*:

- Studi paleomagnetik dari sampel yang diambil dari Amerika Utara dan Eropa menunjukkan bahwa dulu kedua benua ini menyatu.
- Studi paleomagnetik dan radio aktif dating dari sampel yang diambil di Brazil dan Gabon (Afrika Barat) menunjukkan sampel batuan dari kedua lokasi ini hampir identik dalam komposisi struktur geologi dan umurnya. Ini menunjukkan bahwa Afrika dan Amerika Selatan dulunya menyatu.
- Studi tentang anomali magnetik menunjukkan pola magnetik yang linier, paralel dengan *mid-oceanic ridge*, dan simetri di kedua sisinya.

Studi paleomagnetik dari batuan dengan umur yang berbeda-beda menunjukkan bahwa posisi kutub magnetik bumi telah berpindah beberapa kali (*polar wandering*) dalam kurun waktu geologi masa lalu. Istilah *polar wandering* sendiri sebenarnya tidak tepat. Istilah ini tidak berarti bahwa kutub berpindah posisinya. Kutub tidak berubah posisinya tetapi posisi benua dan laut di bawahnya yang telah berubah relatif terhadap kutub. Adanya *polar wandering* ini menunjang teori lempeng tektonik, karena pergerakan lempeng menyebabkan posisi kutub magnetik bergeser. Medan paleomagnetik di dalam batuan mengindikasikan suatu kutub tunggal sampai dengan benua terpisah.

TEORI TEKTONIK LEMPENG

Teori tektonik lempeng menyatakan bahwa kerak bumi dipandang sebagai gabungan dari potongan-potongan lempeng yang besar dan kecil. Dimana lempeng ini mengapung dan bergerak di atas lapisan astenosfer yang panas, plastis, dan meleleh. Batas dari lempeng-lempeng ini ditandai dengan seringnya terjadi aktivitas seismik dan gunung api.

GERAKAN RELATIF LEMPENG

Gerakan relatif lempeng akan membentuk 3 jenis batas lempeng yaitu:

1. Konvergen

Lempeng samudera yang baru terus-menerus terbentuk di zona divergen, tetapi luas permukaan bumi tidak bertambah luas. Hal ini disebabkan oleh adanya penunjaman lempeng samudera yang berusia relatif tua ke mantel pada zona konvergen. Zona konvergen merupakan zona ketika 2 lempeng saling bertemu satu sama lain. Zona ini dibagi menjadi 2, yaitu:

- Subduksi.

Dibedakan lagi menjadi 2, yaitu:

- Lempeng samudera yang menunjam di bawah lempeng benua
Ketika lempeng samudera yang menunjam mencapai kedalaman sekitar 100 km di bawah permukaan Bumi, astenosfer yg berada di atasnya akan meleleh dan membentuk magma karena menerima air yang keluar dari pori-pori batuan penyusun lempeng samudera (air ini keluar seiring dengan meningkatnya tekanan terhadap kedalaman di bawah permukaan bumi). Pelelehan ini disebut sebagai *partial melting*. Pada proses ini, astenosfer yg komposisi awalnya peridotit (bersifat ultrabasa) akan meleleh menjadi magma yg komposisinya basaltik. Magma yg bersifat basalt memiliki densitas lebih rendah daripada astenosfer yg bersifat peridotit sehingga magma akan bergerak naik menuju ke permukaan bumi. Selama magma naik melewati kerak bumi, magma basalt tersebut akan berasimilasi dengan batuan kerak bumi dan menciptakan magma jenis baru, yaitu magma andesitik (intermediet) dan magma riolitik (asam). Walaupun magma andesitik lebih sering dijumpai dibandingkan magma riolitik. Ketika magma mencapai permukaan bumi maka akan menghasilkan erupsi gunung api yang eksplosif. Ciri khas dari zona subduksi ini adalah adanya *continental volcanic arc* (busur pegunungan vulkanik). Contohnya gunung-gunung di Pulau Jawa.
- Lempeng samudera yang menunjam di bawah lempeng samudera lainnya
Ciri khas zona ini adalah adanya *volcanic islands arc* (busur kepulauan vulkanik). Contohnya adalah Kepulauan Aleut dan Tonga.

- Kolisi

Kolisi merupakan pertemuan antara kerak benua dengan kerak benua. Karena kedua kerak ini sama-sama memiliki ketebalan yang tinggi maka bukanlah penunjaman yang terjadi, melainkan tumbukan. Contohnya Pegunungan Himalaya.

2. Divergen

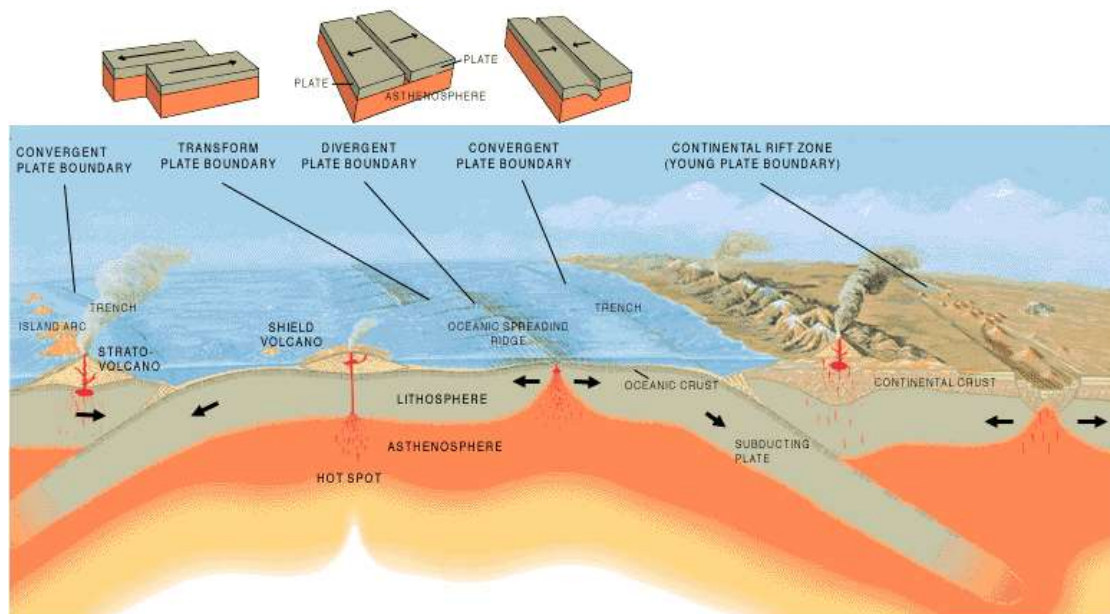
Batas ini terbentuk dari 2 lempeng yang bergerak saling menjauh. Selama kedua lempeng pada batas divergen bergerak saling menjauh, akan terbentuk celah kosong di batas lempeng tersebut yang akan terisi secara perlahan oleh magma yg berasal dari mantel.

Secara perlahan, magma yang bergerak ke atas dari mantel akan membeku dan membentuk kerak samudera yang baru. Mekanisme ini disebut sebagai *sea floor spreading* yang merupakan mekanisme perluasan lantai samudera.

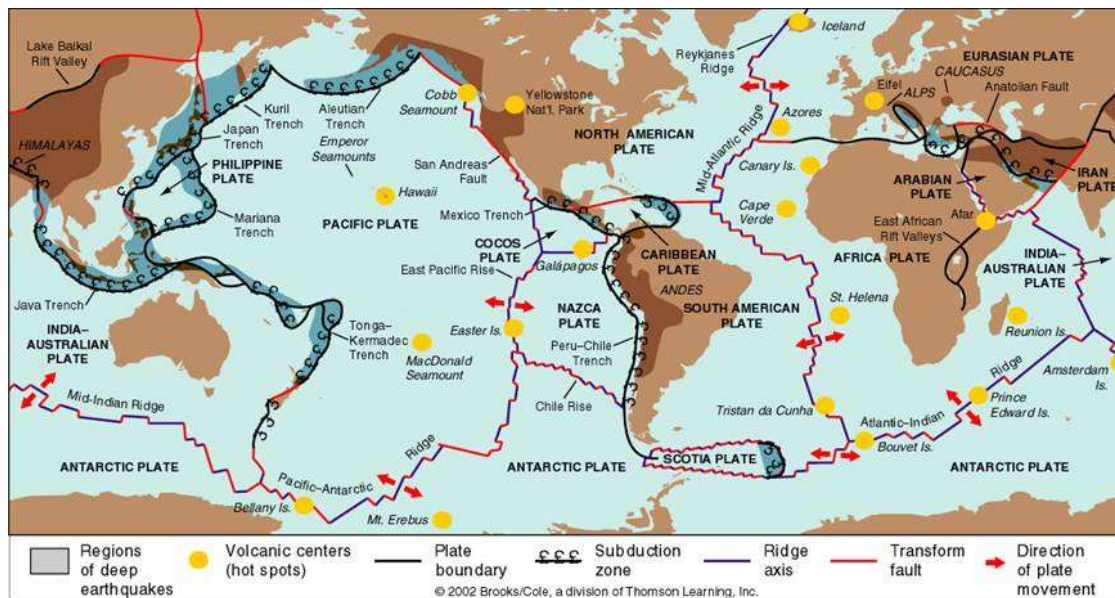
Apabila batas divergen tersebut terbentuk di tengah-tengah daratan maka akan menyebabkan daratan terpecah. Mekanisme ini disebut sebagai *continental rifting*.

3. Transform

Batas ini terbentuk dari 2 lempeng yang bergerak secara horizontal dan berpapasan satu sama lain. Pada batas ini biasanya ditandai dengan aktivitas gempa bumi. Misalnya pada San Andras Fault yang terbentuk dari pertemuan lempeng Juan de Fuca dan Lempeng Amerika Utara.



Batas lempeng konvergen, divergen, dan transform



Lempeng-lempeng utama penyusun kerak bumi beserta gerak relatifnya

Sumber:

1. Husein, Salahuddin. Pengantar Geologi Dinamik. *Student Geoscience Olympiad*, Lustrun 9 HMTG FT UGM.
2. Slide kuliah Oseanografi Fisis, 2007.
3. Yusron, M. Hanif Affan. Slide presentasi Modul 2: Tektonik Lempeng.

SOAL

1. Pembagian lapisan bumi menjadi litosfer, astenosfer, mesosfer, inti luar, dan inti dalam berdasarkan.....
 - A. Komposisi kimia tiap lapisan
 - B. Respons tiap lapisan terhadap medan magnet
 - C. Sifat tiap lapisan terhadap gelombang seismik
 - D. Perbedaan bentuk lapisan
 - E. Persamaan berat jenis tiap lapisan
2. Alasan posisi kerak benua lebih tinggi daripada kerak samudera adalah....
 - A. Densitas kerak benua yang lebih besar dibandingkan kerak samudera
 - B. Densitas kerak benua yang sama besar dengan kerak samudera
 - C. Densitas kerak benua sebesar 3 gram/cm^3 sementara densitas kerak samudera sebesar 2.7 gram/cm^3
 - D. Densitas kerak samudera sebesar 3 gram/cm^3 sementara densitas kerak benua sebesar 2.7 gram/cm^3
 - E. Berat jenis kerak samudera yang lebih ringan dibandingkan kerak benua
3. Lapisan bumi yang memiliki ketebalan sekitar 2885 km, bersifat padat, dan tersusun atas batuan ultramafik yang komposisi utamanya silikat Mg adalah....
 - A. Inti luar
 - B. Inti dalam
 - C. Astenosfer
 - D. Mesosfer
 - E. Litosfer
4. Lempeng yang terus-menerus ditarik kemudian retak hingga menyebar luar lalu membentuk lembah panjang, dan juga menjadi penyebab daratan Amerika Selatan dan Afrika terpecah disebut sebagai mekanisme.....
 - A. *Rift valley*
 - B. *Sea floor spreading*
 - C. *Mid-oceanic ridge*
 - D. Konvergen
 - E. Transform
5. Berikut ini manakah pernyataan yang salah mengenai konsep kesetimbangan isostasi.....
 - A. Lebih besar densitas dari suatu massa maka lebih rendah massa tersebut terendam dalam suatu medium
 - B. Dipengaruhi oleh ketebalan dan densitas
 - C. Merupakan penyebab kerak samudera timbul tinggi di atas batuan mantel
 - D. Semakin tebal suatu massa maka semakin tinggi bagian massa yang timbul di atas medium
 - E. Semakin ringan suatu massa maka massa tersebut akan lebih sedikit terendam di dalam suatu medium

6. Pada tahun 1885, dilakukan kajian pertama mengenai teori *continental drift* yang dilakukan oleh ahli geologi Swiss bernama Edward Suess. Suess menyatakan bahwa Amerika Selatan, Afrika, Antartika, Australia, dan India dulunya merupakan satu kesatuan massa daratan yang disebut sebagai.....
 - A. Pangaea
 - B. Panthalassa
 - C. Laurasia
 - D. Gondwana
 - E. Thethys
7. Teori *continental drift* menyatakan hal-hal berikut, kecuali....
 - A. Adanya kecocokan garis pantai Amerika Selatan bagian timur dengan garis pantai Afrika Barat
 - B. Dulu seluruh benua merupakan bagian dari suatu benua super yang disebut sebagai Pangaea
 - C. Pemecahan benua pertama terjadi sekitar 200 juta tahun yang lalu
 - D. Adanya kesamaan deposit sedimen batubara dan glasial serta fosil tanaman dan hewan di Afrika, Amerika Selatan, Antartika, dan India
 - E. Pergerakan benua-benua purba tersebut disebabkan oleh adanya arus konveksi di dalam mantel
8. Pegunungan Andes di Amerika Selatan terbentuk karena adanya proses....
 - A. Subduksi
 - B. Koalisi
 - C. Divergensi
 - D. Transform
 - E. Induksi
9. Teori tektonik lempeng menyatakan bahwa kerak bumi terdiri dari potongan-potongan lempeng yang besar maupun kecil. Salah satunya yaitu Lempeng Afrika yang meliputi.....
 - A. Seluruh benua Afrika
 - B. Seluruh benua Afrika dan seluruh Lautan Hindia
 - C. Seluruh benua Afrika dan sebagian Lautan Atlantik bagian timur
 - D. Seluruh benua Afrika, seluruh Lautan Hindia, dan sebagian Lautan Atlantik
 - E. Seluruh benua Afrika, sebagian Lautan Hindia, dan sebagian Lautan Atlantik
10. Wilayah-wilayah berikut berasosiasi dengan zona konvergen, kecuali....
 - A. Laut Pasifik
 - B. Laut Merah
 - C. Palung Mariana
 - D. Himalaya
 - E. Pegunungan Andes
11. Bidang batas antara inti dalam dengan inti luar adalah....
 - A. Mohorovicic discontinuity
 - B. Benioff discontinuity
 - C. Conrad discontinuity

- D. Gutenberg discontinuity
 - E. Lehman discontinuity
12. Orogenesa Appalachia merupakan produk dari Siklus Wilson yang berasal dari.....
- A. Superbenua Eropa
 - B. Superbenua Amerika Selatan
 - C. Superbenua Gondwana
 - D. Superbenua Pangea
 - E. Superbenua Eurasia
13. Teori Tektonik Lempeng menyatakan bahwa litosfer terdiri dari banyak segmen yang dikenal sebagai lempeng. Di antara pernyataan berikut, manakah pernyataan yang benar?
- A. Lempeng-lempeng tersebut memiliki bentuk yang sama
 - B. Lempeng-lempeng tersebut bergerak dan berubah bentuk serta ukurannya secara kontinyu
 - C. Lempeng-lempeng tersebut tidak diketahui arah pergerakannya
 - D. Lempeng-lempeng tersebut tidak bergerak
 - E. Jumlah lempeng-lempeng tersebut tetap
14. Inti bumi atau barisfer diketahui terdiri dari dua lapisan yang dibedakan berdasarkan.....
- A. Perbedaan komposisi
 - B. Perbedaan sifat rheologi
 - C. Terdapat batas Moho di antara keduanya
 - D. Kehadiran komposisi sial pada lapisan pertama dan sima pada lapisan kedua
 - E. Perbedaan ketebalan
15. Kerak samudera dan benua dibedakan berdasarkan.....
- A. Komposisi, densitas, ketebalan
 - B. Komposisi, kecepatan, ketebalan
 - C. Umur, densitas, ketebalan
 - D. Kecepatan, umur, densitas
 - E. Komposisi, umur, kecepatan
16. Orogenesa Alpin-Himalaya-Bukit Barisan adalah produk siklus Wilson yang menghasilkan.....
- A. *Rifting* (pemekaran)
 - B. Pemekaran dan penunjaman
 - C. Pemekaran, penunjaman, dan tumbukan
 - D. Pemekaran dan penunjaman
 - E. Penunjaman dan tumbukan
17. Manakah pernyataan di bawah ini yang salah mengenai konsep *sea-floor spreading*?
- A. Seluruh dasar laut bergerak sepanjang *mid-oceanic ridge* dan digerakkan oleh arus konveksi di dalam mantel
 - B. Radio aktif dating menunjukkan dasar samudera bergerak dengan kecepatan 1.5 cm/tahun

- C. Lantai samudera bergerak sepanjang *mid-oceanic ridge* pada arah yang searah di kedua sisinya
 - D. *Sea floor spreading* selalu memperbaharui dasar samudera
 - E. Semua pernyataan benar
18. Manakah pernyataan yang benar mengenai istilah *polar wandering*.....
- A. Posisi kutub magnetik bumi tidak berubah
 - B. Istilah *polar wandering* sama sekali tidak berhubungan dengan Teori Lempeng Tektonik
 - C. Studi paleomagnetik menunjukkan bahwa Amerika Utara dan Eropa memang sejak dulu merupakan daratan terpisah
 - D. Batuan pada daerah pemekaran dasar samudera akan merekam polaritas bumi ketika batuan tersebut baru terbentuk dan masih dalam kondisi suhu tinggi
 - E. Medan paleomagnetik di dalam batuan mengindikasikan suatu kutub tunggal sampai benua terpisah.
19. Bagaimanakah sebuah pulau vulkanik seperti Kepulauan Hawaii terbentuk?
- A. Karena terletak di zona subduksi
 - B. Akibat tumbukan antar lempeng benua
 - C. Akibat pertemuan dua lempeng samudera
 - D. Berada di zona transform
 - E. Akibat adanya fenomena hotspot
20. *Oceanic plateaus* yang terbentuk dari proses *uplifting* dan pembentukan gunung ketika lempeng menumbuk suatu benua adalah.....
- A. Terranes
 - B. Oceanic ridge
 - C. Guyot
 - D. Abyssal plain
 - E. Continental shelf
21. Inti dalam bumi terdiri dari Fe dan Ni dengan komposisi Fe yang dibanding dengan Ni.
- A. Lebih besar
 - B. Lebih kecil
 - C. Sama besar
 - D. Inti dalam tidak terdiri dari Fe dan Ni
 - E. Semua pernyataan salah
22. Pernyataan yang benar mengenai sifat inti luar dan inti dalam bumi adalah.....
- A. Inti luar dan inti dalam dilewati oleh gelombang P dan S
 - B. *Shear wave* akan berhenti pada inti dalam
 - C. *Compression wave* hanya dapat melewati inti dalam saja
 - D. Inti luar dan inti dalam tidak dapat dilewati gelombang P dan S
 - E. Semua pernyataan salah

23. Siklus yang menggambarkan interaksi antar lempeng mulai dari pemekaran suatu lempeng sampai pada tahap kolisi yang menyebabkan lempeng yang terpisah karena pemekaran tersebut bergabung lagi disebut siklus....
- A. Wagener
 - B. Wilson
 - C. Bowen
 - D. Wentworth
 - E. Richter
24. Tumbukan antara Lempeng Indo-Australia dengan Eurasia berupa subduksi, sedangkan tumbukan Lempeng India dengan Eurasia berupa.....
- A. Subduksi
 - B. Kolisi
 - C. *Transform*
 - D. *Rifting*
 - E. Sesar
25. Berikut ini merupakan komposisi kimia dari mantel, kecuali....
- A. Silikon
 - B. Basalt
 - C. Oksigen
 - D. Besi
 - E. Magnesium
26. Berdasarkan komposisi kimianya, lapisan bumi dibagi menjadi.....
- A. Litosfer-astenosfer-mesosfer-inti luar-inti dalam
 - B. Litosfer-astenosfer-mesosfer-inti
 - C. Litosfer-mantel-inti
 - D. Kerak-mantel-inti luar-inti-dalam
 - E. Kerak benua-kerak samudera-mantel-inti
27. Di antara lapisan-lapisan ini manakah yang memiliki densitas terbesar?
- A. Kerak benua
 - B. Kerak samudera
 - C. Mantel
 - D. Inti
 - E. Semua lapisan memiliki densitas yang sama
28. San Andreas Fault di California merupakan hasil gerakan lempeng....
- A. Subduksi
 - B. Kolisi
 - C. Transform
 - D. Divergen
 - E. Hotspot
29. Salah satu hasil penunjaman lempeng samudera dengan lempeng samudera yang membentuk kepulauan vulkanik yang sejajar dengan palung laut adalah....

- A. *Volcanic island arc*
 - B. Hot spot
 - C. *Continental volcanic arc*
 - D. Guyot
 - E. *Mid-oceanic ridge*
30. Pada peristiwa subduksi, lempeng samudera akan menunjam ke bawah lempeng benua. Lempeng samudera tersebut akan menunjam pada sudut yang berbeda-beda. Manakah pernyataan yang benar terkait penyebab perbedaan sudut tersebut?
- A. Sudut penunjaman lempeng samudera bergantung pada lokasi lempeng samudera tersebut
 - B. Perbedaan sudut penunjaman lempeng samudera disebabkan oleh perbedaan umur dari lempeng samudera tersebut
 - C. Lempeng samudera yang berumur kurang dari 10 juta tahun akan memiliki densitas yang lebih tinggi daripada astenosfer di bawahnya sehingga sudut penunjamannya akan landai
 - D. A, B, dan C benar
 - E. B dan C benar