

# Alam sebagai Sistem

Sulistyani, M.Si.

Email: [sulistyani@uny.ac.id](mailto:sulistyani@uny.ac.id)

# Teori Terbentuknya Alam Semesta

## Teori Keadaan Tetap (Steady-State Theory)

- Teori ini menganut prinsip kosmologi yang menyatakan bahwa di manapun dan kapanpun alam semesta ini selalu tetap.
- Teori ini didukung oleh fakta bahwa galaksi baru mempunyai jumlah yang sebanding dengan galaksi yang lama.
- Tiap-tiap galaksi terbentuk (lahir), tumbuh, menjadi tua, dan akhirnya mati.
- Teori ini dikemukakan oleh astronom Inggris Hermann Bondi dan astronom Austria-Amerika Thomas Gold (1948).

## Teori Dentuman Besar (Big Bang Theory)

- Teori ini memandang bahwa alam semesta diawali dari sesuatu yang bermassa besar, bersuhu tinggi, memiliki kerapatan dan massa jenis yang besar.
- Selanjutnya, adanya reaksi inti menyebabkan timbulnya ledakan yang sangat hebat dan disebut sebagai big bang. Massa kemudian mengembang dan menjauhi pusat ledakan.
- Peristiwa ini diperkirakan terjadi sekitar 13,7 milyar tahun yang lalu.

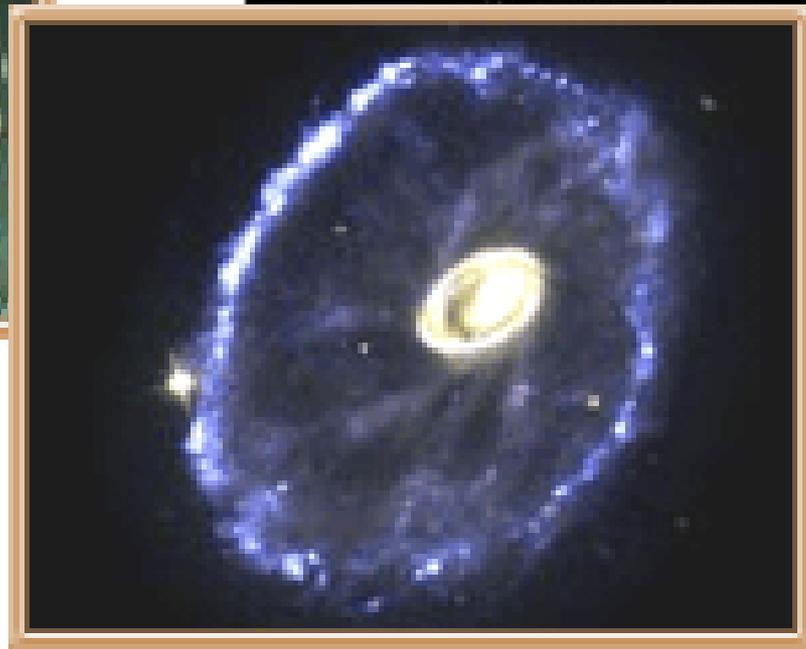
- Masa pembentukan galaksi, yaitu pada saat alam semesta berusia  $10^8$ - $10^9$  tahun. Pada saat usia ini galaksi masih berupa kabut pilin yang berputar membentuk piringan raksasa.
- Masa pembentukan tata surya, yaitu saat semesta berusia  $4,6 \cdot 10^9$  tahun.

# Teori Terbentuknya Galaksi

- Galaksi merupakan sekumpulan benda massif yang terdiri atas ratusan juta bintang-bintang yang saling berinteraksi karena gaya gravitasi dan memiliki pusat orbit tertentu.
- Astronom memperkirakan bahwa terdapat sekitar 125 milyar galaksi di alam semesta.

Berdasarkan fakta yang tampak dari hasil pengamatan, ada tiga macam galaksi.

- Galaksi berbentuk spiral
- Galaksi berbentuk elips
- Galaksi berbentuk tak beraturan



- Bumi kita termasuk dalam galaksi bima sakti atau milky way.
- Galaksi bima sakti berbentuk spiral, mempunyai tetangga terdekat galaksi andromeda
- Jarak galaksi andromeda dengan galaksi kita sekitar 870.000 tahun cahaya (cahaya bergerak dengan kecepatan 300.000 km/detik, jadi 1 tahun cahaya berjarak  $300.000 \times 365,5 \times 24 \times 60 \times 60 = 10^{13}$  km.
- Letak matahari dan bumi kira-kira jauhnya kurang lebih 2/3 dari pusat galaksi sampai tepian luarnya.



*Dua galaksi yang sedang bertabrakan*

# Teori Terbentuknya Tata Surya

## Hipotesis Nebular

- Pertama kali dikemukakan oleh seorang ahli filsafat Jerman Immanuel Kant dan seorang matematikawan serta astronom Perancis Pierre Simon de Laplace pada tahun 1796.
- Teori ini menyatakan bahwa tata surya berasal dari awan atau kabut gas panas yang mengalami peristiwa kondensasi.
- Peristiwa kondensasi mengakibatkan kabut gas terpisah menjadi bagian inti dan bagian luarnya yang berbentuk cincin.
- Bagian inti membentuk bintang atau matahari
- Bagian luar yang berbentuk cincin mengelilingi pusatnya dan mengalami kondensasi membentuk benda-benda langit berupa planet dan benda-benda yang mengelilinginya berupa satelit atau bulan.
- Salah satu keberatan dari hipotesis ini adalah ditemukannya dua buah bulan pada Jupiter dan sebuah bulan di Saturnus yang berputar berlawanan arah dengan rotasi planet-planet tersebut. Arah gerak satelit menunjukkan bahwa mereka bukan bagian dari planetnya sesuai dengan hipotesis Laplace.

## Hipotesis Planetesimal

- Pertama kali dikemukakan oleh Chamberlin dan Moulton.
- Sistem tata surya terbentuk dari kabut gas panas yang mengalami kondensasi. Perbedaannya dengan hipotesis nebular pada asumsi bahwa terbentuknya planet tidak hanya dari satu badan namun terdapat bintang besar lain yang kebetulan lewat dan berada di dekat bintang tata surya kita.
- Kabut gas dari bintang besar tersebut mengalami induksi oleh daya tarik matahari dan selanjutnya terlepas kabut-kabut kecil yang kemudian mendingin membentuk benda-benda kecil disebut planetesimal.
- Planetesimal: benda-benda kecil yang sangat padat dan mengalami gaya tarik-menarik antar benda-benda kecil tersebut sehingga menggumpal menjadi besar dan panas.
- Penggumpalan terjadi karena tekanan akibat akumulasi massanya.

## Teori Tidal

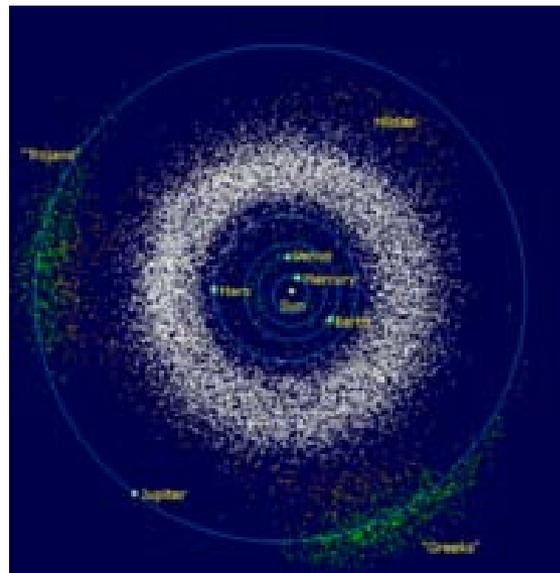
- Dikemukakan oleh Sir James Jeans dan Harold Jeffrey pada tahun 1919.
- Teori menyatakan bahwa planet-planet berasal dari percikan matahari yang disebut “tidal”.
- Tidal yang menjadi planet merupakan suatu tidal besar yang terbentuk akibat adanya dua buah bintang besar yang bergerak saling mendekat.
- Menurut teori ini apabila ada dua buah bintang yang bergerak mendekat satu sama lain maka akan terbentuk planet-planet baru.

# Sistem Tata Surya

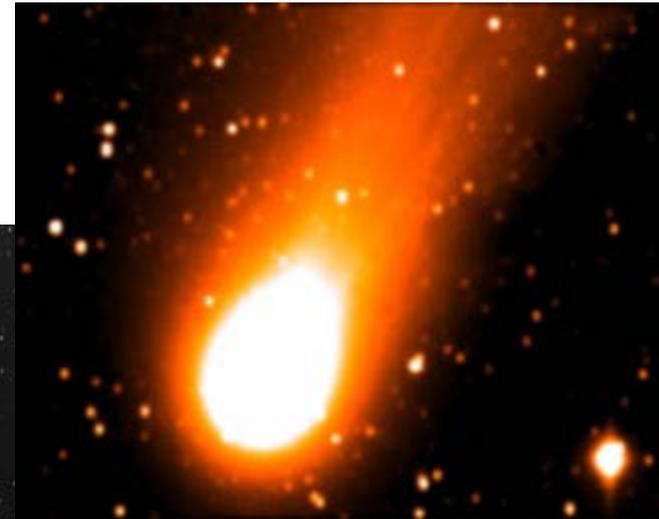
- Tata surya: susunan benda-benda langit yang terdiri atas matahari sebagai pusatnya dan planet-planet, meteorid, komet, serta asteroid yang mengelilingi matahari.
- Secara kelompok, planet di dalam tata surya dikelompokkan dalam dua golongan:
  - Planet kecil: Merkurius, Venus, Bumi, Mars. Golongan ini menempati lintasan yang dekat dengan matahari. Ciri umum: garis tengahnya kecil tetapi padat. Rapat massanya terletak antara  $4,2 - 5,5 \text{ gram/cm}^3$
  - Planet besar (raksasa): Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus. Golongan ini menempati lintasan yang jauh dengan matahari dan garis tengah planet-planet tersebut jauh lebih besar dibanding kelompok pertama.

# Penjelasan

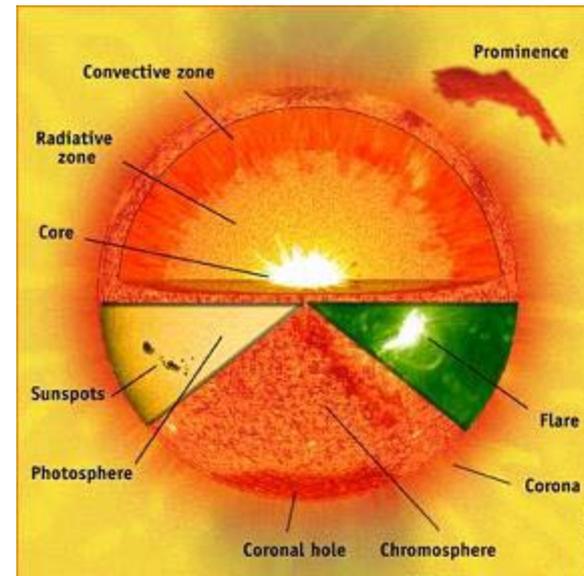
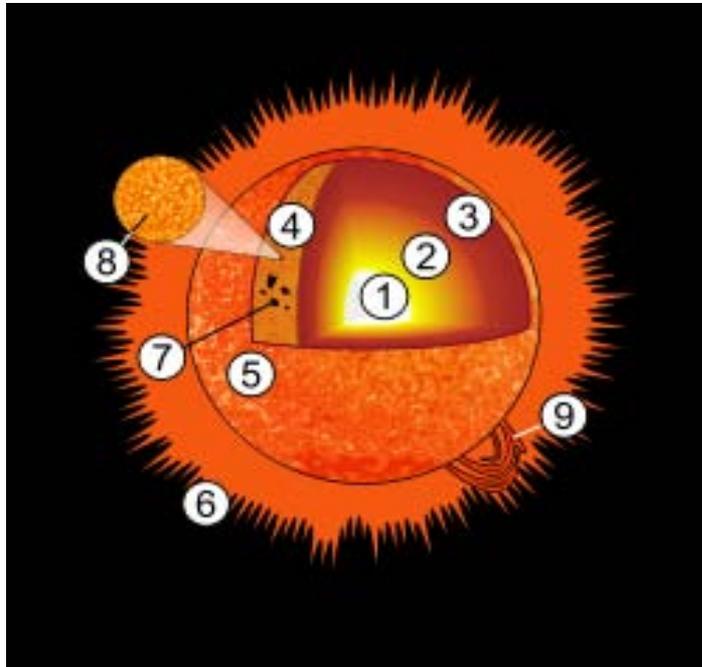
**Asteroid**, pernah disebut sebagai **planet minor** atau **planetoid**, adalah benda berukuran lebih kecil daripada [planet](#), tetapi lebih besar daripada [meteoroid](#), umumnya terdapat di bagian dalam [Tata Surya](#) (lebih dalam dari orbit planet [Neptunus](#)). Asteroid berbeda dengan [komet](#) dari penampakan visualnya. [Komet](#) menampilkan [koma](#) ("ekor") sementara asteroid tidak.



- **Komet** adalah benda langit yang mengelilingi matahari dengan garis edar berbentuk lonjong atau parabolis atau hiperbolis.



# Struktur Matahari



Ilustrasi bagian-bagian Matahari. (1) Inti (2) Zona radiatif (3) Zona konvektif (4) Fotosfer (5) Kromosfer (6) Korona (7) Bintik Matahari (8) Granula (9) Prominensa.

# Matahari sebagai Bintang

Atmosfer matahari terdiri dari: fotosfer, kromosfer, dan korona.

- Fotosfer
  - Tempat asal radiasi surya yang terbesar
  - Ketebalan  $\sim 260$  km dengan suhu 4500 K di bagian luar dan 6800 K di bagian dalam
  - Memiliki spektrum kontinyu
  - Terdiri dari butiran cahaya cemerlang yang disebut granulasi. Bagian terbesarnya disebut supergranulasi.
  - Bagian yang lebih dingin tampak sebagai noda gelap yang disebut noda matahari

- Kromosfer
  - Merupakan lapisan gas yang menyelubungi fotosfir
  - Terdiri dari gas-gas panas yang memancarkan spektrum emisi
  - Tebal lapisan  $\sim 2000 - 3000$  km, namun batas atas tidak teratur
  - Suhunya 4500 K pada batas dengan fotosfer naik sampai 100.000 K pada permukaannya.
  - Terdapat gejala plage (flocculi), merupakan daerah cemerlang karena adanya ionisasi/eksitasi atom (sambil memancarkan cahaya) setelah menangkap elektron.
  - Plage yang bercahaya putih disebut faculae, sedangkan serabut-serabut gas yang menjulur vertikal melalui kromosfir disebut spicule.

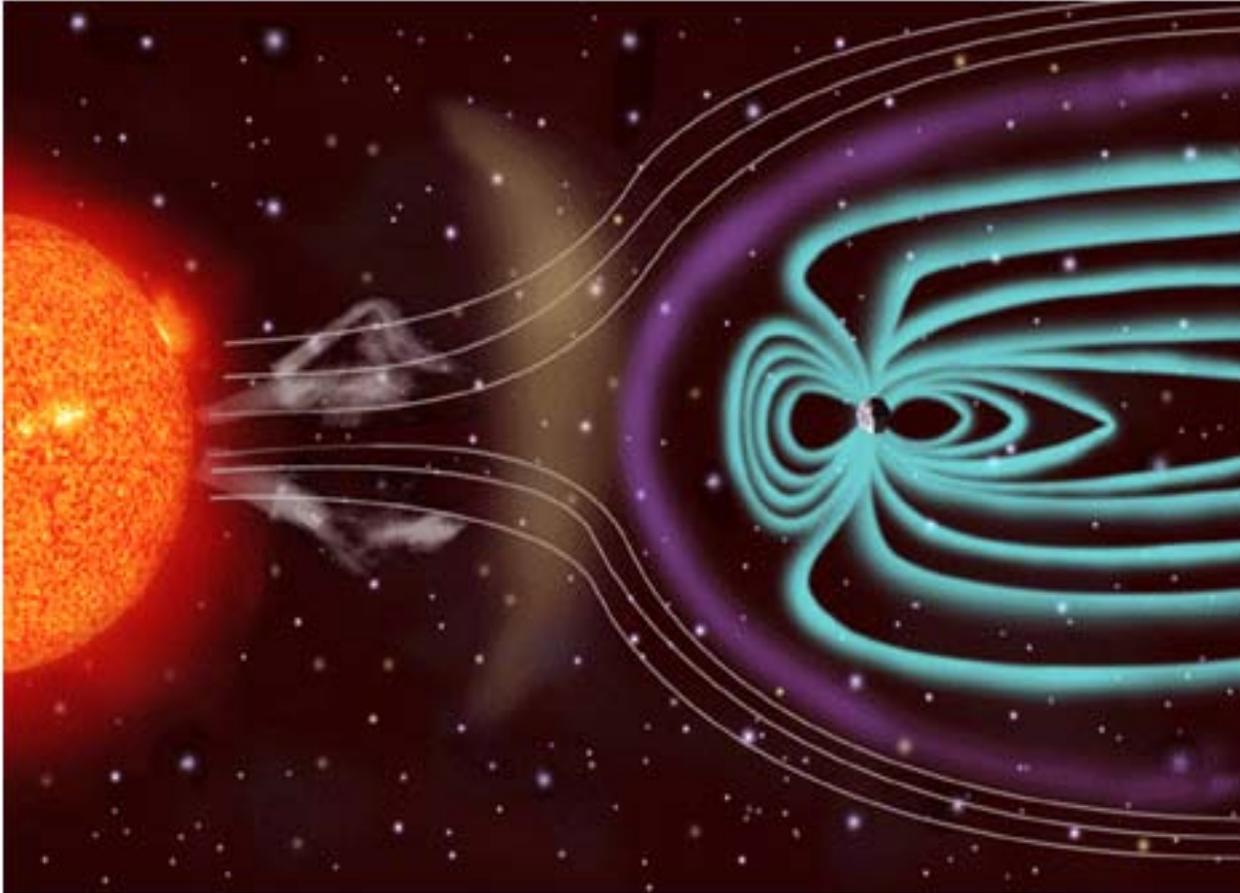
- Korona
  - Merupakan lapisan paling luar dari matahari, dapat diamati dengan baik saat gerhana matahari total.
  - Lapisan meluas sampai berjuta-juta km dan berangsur tipis
  - Suhu sekitar  $10^6$  K
  - Berdasarkan analisis spektrum, korona dibagi menjadi tiga bagian:
  - Bagian dalam korona (L) terdiri dari garis emisi terang, diidentifikasi sebagai garis terlarang kalsium, besi, dan nikel
  - Bagian tengah korona (K) terdiri dari spektrum kontinyu tanpa garis absorpsi, diidentifikasi sebagai pemantulan cahaya oleh elektron-elektron yang bergerak acak dengan kecepatan tinggi.
  - Bagian luar korona (F), terdiri dari spektrum kontinyu yang memiliki garis-garis gelap Fraunhofer, diidentifikasi oleh sebab partikel-partikel dengan debu antar planet.

# Gejala di Korona

- Prominence: gejala yang berupa tonjolan-tonjolan seperti nyala api yang muncul pada bagian tepi matahari.
- Jenis-jenis prominence:
  - Quiescent prominence yang relatif stabil dan kurang efektif
  - Eruptive prominence yang lebih aktif memancarkan materi ke dalam korona dengan kecepatan mencapai 700 km/detik
  - Surge prominence yang paling aktif dengan lontaran materi mencapai kecepatan 1300 km/detik.

# Gejala Lainnya di Korona

- **Flare** : kilatan cahaya yang muncul secara tiba-tiba dan berlangsung dalam waktu singkat, dan terjadi di sekitar noda matahari.
  - Flare disertai pancaran sinar-X dan semburan partikel, menimbulkan gangguan pada ionosfer bumi berupa badai magnetik dan aurora
- **Angin matahari**: aliran radiasi elektron dan ion yang keluar dari matahari ke seluruh tata surya.



Gambar : Angin matahari yang membawa medan magnet mendistorsi medan magnet Bumi sehingga menjadi memanjang.

# Bagian dalam Matahari

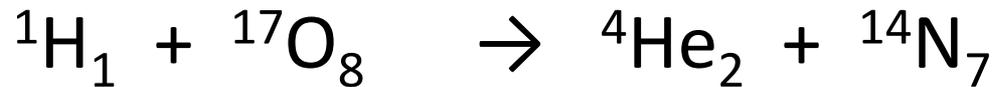
- Bagian dalam terdiri atom-atom terionisasi dan elektron-elektron bebas.
- Saat ini matahari keadaannya relatif stabil, tidak memuai dan tidak mengkerut.
- Semua gaya di dalam matahari setimbang sehingga setiap titik memiliki tekanan. Suhu dan kerapatan relatif tetap.
- Gaya gravitasi antara bagian-bagian dalam matahari cenderung menarik lapisan luar, jika tekanan di dalam tidak dapat mengimbangi maka matahari sedikit mengkerut dan tekanan di dalam membesar.
- Tekanan yang membesar itu akan mengakibatkan matahari sedikit mengembang sampai terjadi kesetimbangan kembali (kesetimbangan hidrostatis).

# Inti Matahari

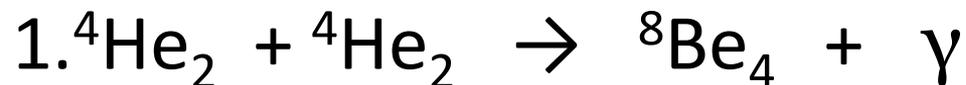
- Inti matahari merupakan sumber energi, banyak terdapat atom H berubah menjadi He dengan memancarkan sinar gamma.
- Lapisan berikutnya merupakan bagian yang paling besar tempat terjadinya reaksi-reaksi inti atom. Sinar gamma yang berasal dari inti matahari ikut berperan dalam reaksi-reaksi inti tersebut menghasilkan sinar-X dan sinar UV.
- Tekanan matahari  $\sim 5 \times 10^6$  atm, bahkan pada pusatnya sampai  $1,3 \times 10^9$  atm.
- Suhu rerata  $\sim 2,3$  juta K
- Jika matahari dalam keadaan tunak, yaitu kesetimbangan hidrostatis dan bersinar dengan luminositas tunak maka tekanan dan suhu pada setiap titik di dalamnya kira-kira tetap.
- Pemindahan panas dalam matahari terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

# Reaksi Inti di Matahari

- Dalam bagian ini terjadi reaksi penggabungan (fusion reaction), dimana empat atom hidrogen bergabung membentuk helium.



Pada suhu 10<sup>8</sup> K atau lebih inti helium akan bergabung membentuk inti karbon melalui reaksi triple alfa.



# Bumi sebagai Planet

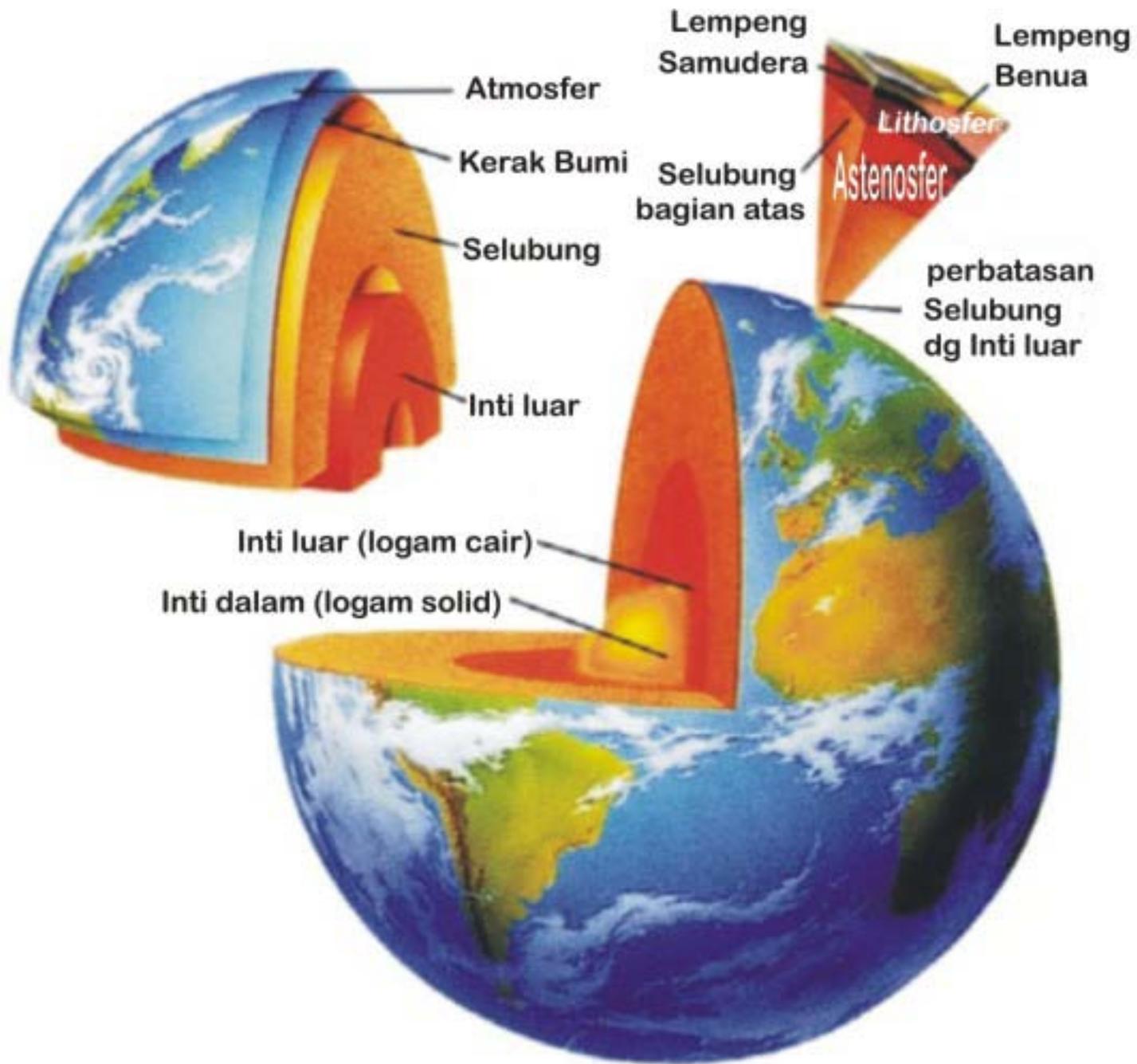
- Sifat-sifat bumi sering digunakan sebagai acuan untuk memahami sifat-sifat planet yang lain.

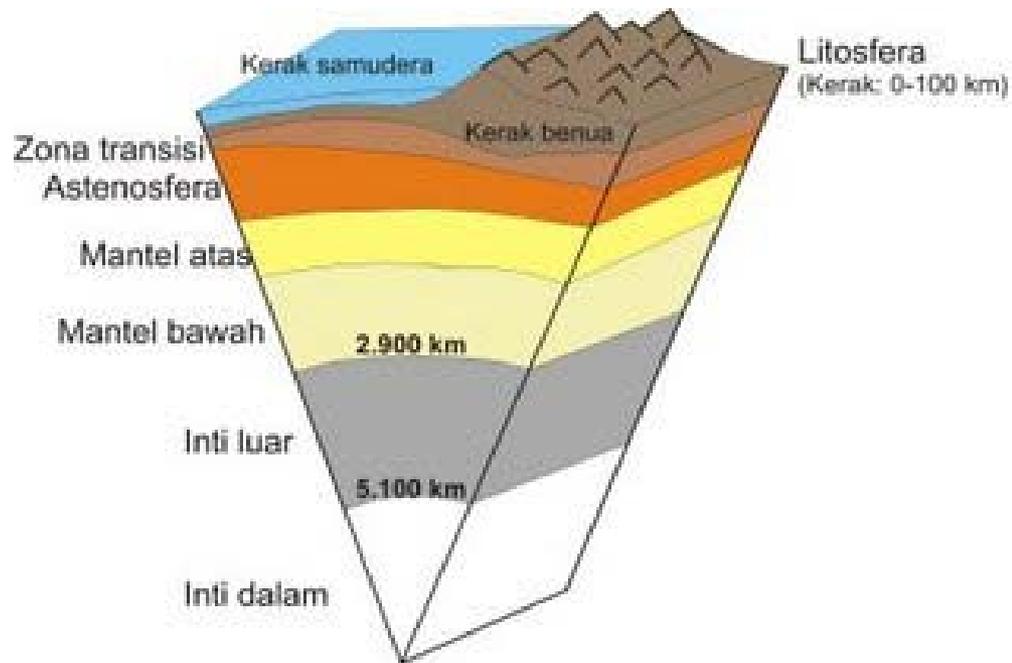
## Bentuk Bumi

Tahun 1522, Magelhaen mampu membuktikan bahwa bumi berbentuk bulat.

## Struktur Bumi

- Pengetahuan tentang struktur bumi sebagian besar diperoleh dari analisis data yang dihasilkan ketika terjadi gempa bumi.
- Energi yang sangat besar selama terjadi gempa bumi akan menghasilkan gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
- Gelombang-gelombang tsb menjalar dari sumber gempa ke alat pencatat gempa melalui medium bumi. Laju penjalaran bergantung pada massa jenis dan kelenturan medium.
- Dengan memonitor gelombang-gelombang tsb pada lokasi yang berbeda di permukaan bumi disertai pengetahuan tentang sifat-sifat gelombang, maka struktur permukaan bumi dapat diperkirakan.





Gambar 2. Lapisan penyusun bumi yang terdiri dari 7 lapisan: inti dalam (*inner core*), inti luar (*outer core*), mantel bawah (*lower mantle*), mantel atas (*upper mantle*), astenosfera (*asthenosphere*), zona transisi (*transition zone*), dan litosfera (*lithosphere*).

Berdasarkan pengamatan dan penelitian terhadap gempa bumi, bumi diperkirakan memiliki tiga lapisan

## Kerak Bumi

- Merupakan lapisan bumi yang paling luar.
- Memiliki komposisi batu-batuan dan tanah seperti pada permukaan bumi umumnya.
- Memiliki ketebalan yang bervariasi. Misal, kerak bumi di Samudera Atlantik dan Samudera Indonesia memiliki ketebalan 10-15 km, kerak bumi daratan 30-40 km, dan kerak bumi gugusan pegunungan mencapai 70 km.
- Lapisan kerak bumi dan lapisan di bawahnya, sampai kedalaman kira-kira 100 km - 200 km sering disebut sebagai litosfer.
- Dibawah litosfer terdapat lapisan asthenosfer. Pada lapisan atas, kerak bumi didominasi oleh unsur-unsur oksigen, silikon, dan aluminium. Pada lapisan di bawahnya, aluminium digantikan oleh magnesium

## Delapan unsur utama penyusun kerak bumi

Unsur	Berat (%)	Volume (%)
Oksigen	46,40	94,05
Silikon	28,15	0,88
Aluminium	8,23	0,48
Besi	5,63	0,48
Kalsium	4,15	1,19
Natrium	2,36	1,11
Magnesium	2,33	0,32
Kalium	2,09	1,49

## Mantel

- Diperkirakan memiliki kedalaman antara 2850 km dan 2900 km
- Unsur-unsur utama lapisan pertama mantel bumi terdiri atas besi, silikon, dan magnesium.
- Lapisan pertama disebut profesima dengan massa jenis  $4 \text{ g/cm}^3$  dan  $5 \text{ g/cm}^3$
- Lapisan kedua didominasi oleh unsur nikel, disebut nifesima dengan massa jenis  $5 \text{ g/cm}^3$  dan  $6 \text{ g/cm}^3$ .

## Inti

- Dibedakan menjadi dua, yaitu lapisan inti luar dan lapisan inti dalam.
- Lapisan inti luar memiliki ketebalan 22 km dengan kerapatan  $9 - 11 \text{ g/cm}^3$ .
- Lapisan inti dalam memiliki jari-jari sekitar 1.300 km dengan massa jenis rata-rata  $12 \text{ g/cm}^3$  sehingga diperkirakan mengandung besi, nikel, dan logam-logam berat lainnya.

# Jenis-jenis Batuan

## Batuan Beku

- Terjadi karena pembekuan magma yang berasal dari dalam bumi.
- Ada enam mineral utama yang membentuk batuan beku, yaitu kuarsa, felspar, piroksin dan hornblende, magnetik, mika, dan olivin.
- Berdasarkan tempat membekunya magma, batuan beku dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu batuan beku dalam, batuan beku korok, dan batuan beku luar.

## Batuan Beku Dalam

- Berasal dari magma yang terdapat di dapur magma yang berusaha menerobos ke lapisan yang lebih atas, kemudian membeku di dekat dapur magma.
- Membeku secara perlahan-lahan sehingga hablurnya memiliki kesempatan tumbuh secara sempurna (berstruktur plutonik).
- Contohnya: granit, diorit, batholit, lakolit, dan gabbro.

## Batuan Beku Korok

- Terjadi karena magma yang membeku di celah-celah atau pipa magma gunung api.
- Proses ,pendinginan berlangsung agak cepat sehingga memiliki hablur yang halus dan kasar, dan memiliki struktur porfiris.
- Contohnya, granit porfiris dan diorit porfiris.c

## Batuan Beku luar (Efusif)

- Disebut batuan beku leleran, karena mengalami pendinginan dan membeku di luar permukaan bumi.
- Proses pembekuan berlangsung sangat cepat sehingga hablurnya menjadi halus bahkan tidak sempat menjadi hablur.
- Contohnya: basalt, riolit, andesit, obsidian, scoria, dan pumice (batu apung).

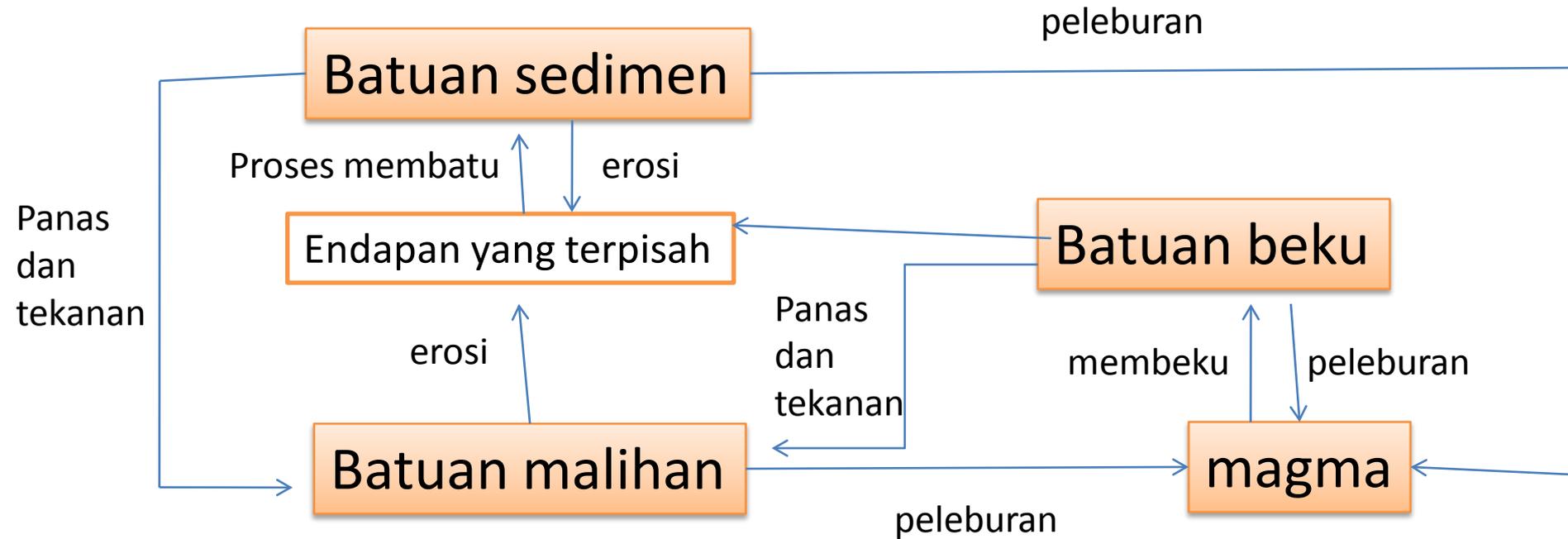
## Batuan Endapan

- Terjadi karena pelapukan dan pengikisan batuan beku, baik secara kimia maupun fisika (mekanis).c
- Dapat juga disebabkan oleh aktivitas kehidupan manusia, binatang, dan tumbuhan.
- Hasil pelapukan berupa butiran-butiran batu dengan ukuran yang berbeda-beda. Setelah cukup lama, butiran-butiran ini menyatu kembali sehingga terjadilah batuan endapan.
- Berdasarkan pengangkutnya, digolongkan menjadi 4, yaitu
  - Aquatis (batuan sedimen yang diangkut oleh air)
  - Aeolis atau aeris ( batuan sedimen yang diangkut oleh angin)
  - Glasial (batuan sedimen yang diangkut oleh es atau gletser)
  - Marine (batuan sedimen yang diangkut oleh air laut)

## Batuan Malihan

- Terbentuk sebagai akibat proses rekristalisasi batu magma dan batu endapan di bawah pengaruh tekanan dan temperatur yang tinggi, sehingga mengakibatkan perubahan bentuk terhadap tekstur, komposisi kimia, dan komposisi mineral batuan.
- Dapat juga terbentuk akibat interaksi antara batu magma dan batu endapan dengan gas-gas yang ke luar dari magma.
- Batuan ini terbentuk dalam lapisan litosfer dan memiliki tekstur berserat-serat.
- Berdasarkan penyebabnya, batuan malihan dibagi 3 yaitu:
  - Malihan termal, terjadi karena meningkatnya suhu yang sangat tinggi . Contohnya: batu pualam, marmer, dan antrasit.
  - Malihan dinamik, terjadi karena meningkatnya tekanan sebagai akibat gaya tektonik. Contohnya: batu bara, batu tulis, dan batu pasir.
  - Malihan termal pneumatolitik, terjadi karena meningkatnya suhu yang sangat tinggi disertai dengan menyusupnya magma ke dalam batuan. Contoh; batu permata.

# Siklus Batuan



- Perubahan yang terjadi pada litosfer disebabkan oleh tenaga yang berasal dari dalam bumi (endogen) dan tenaga yang berasal dari luar bumi (eksogen).

# Tenaga Endogen

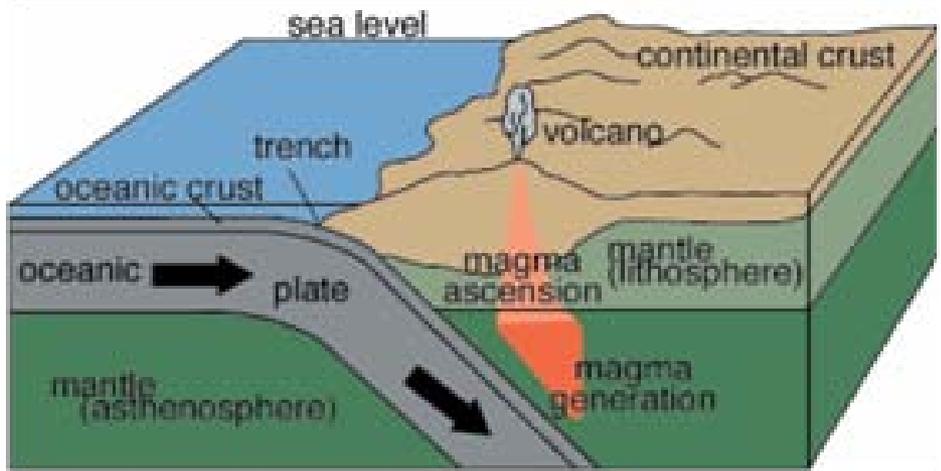
- Umumnya memberikan bentuk relief kulit bumi atau membentuk permukaan baru di permukaan bumi.
- Tenaga endogen dibagi 3, yaitu tektonik, Vulkanikanisme, dan gempa bumi.

## tektonik

- Merupakan peristiwa pergeseran dan perubahan posisi kerak bumi dalam skala besar yang meliputi lipatan, patahan, dan tektonik lempeng.

# Teori Lempeng

- Menurut teori lempeng, litosfer terdiri atas beberapa lempeng yang bergerak relatif satu sama lain.
- Lempeng: suatu bangun geometri yang ukuran panjang dan lebarnya jauh lebih besar daripada ukuran tebalnya.
- Lempeng-lempeng litosfer dapat bergerak karena seakan-akan terapung dalam zat cair.
- Jika lapisan bumi ada yang seperti zat cair yang mampu menahan bentuk-bentuk permukaan bumi (seperti gunung, pegunungan, dan dataran rendah) yang beratnya berbeda-beda, maka bentuk-bentuk permukaan bumi ini akan terapung dengan kedalaman yang berbeda-beda.
- Karena gunung memiliki berat yang lebih besar daripada bentuk permukaan bumi yang lain, maka gunung akan tenggelam lebih dalam daripada dataran atau pegunungan.
- Penjelasan tsb merupakan konsep isostatis, “material kerak bumi dapat terapung karena ada keseimbangan antara berat material dan gaya ke atas yang ditimbulkan oleh lapisan zat cair.
- Pada saat kedua lempeng bergerak saling menjauhi, material panas dari ashtenosfer naik mengisi celah di antara kedua lempeng, material panas kemudian mendingin di dekat permukaan bumi dan menjadi bagian litosfer.



## lanjutan

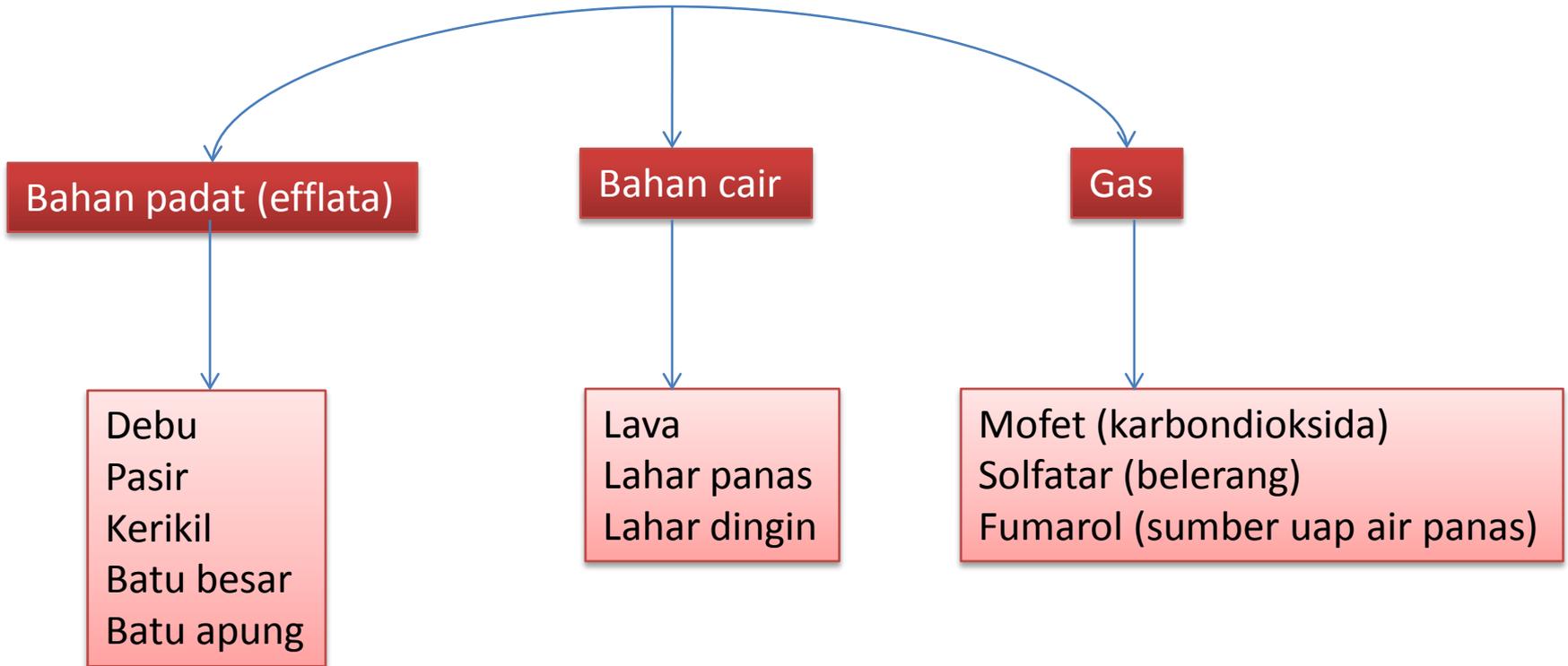
- Gerak divergen lempeng menyebabkan pelebaran dasar samudera
- Ketika material litosfer baru terbentuk sepanjang batas antara kedua lempeng, terjadi gerak lempeng saling mendekati (konvergen).
- Jika terjadi tumbukan antara lempeng samudera dan lempeng benua, lempeng samudera menggeser ke bawah lempeng benua dengan sudut kemiringan tertentu. Persentuhan kedua zona tsb disebut subduction zone yang akan membentuk palung laut.
- Sebagian lempeng samudera dalam athenosfer dapat melebur dan menghasilkan magma yang bergerak ke atas.
- Magma yang bergerak ke atas melalui celah lempeng benua akan menghasilkan batuan beku di bawah permukaan bumi serta menghasilkan gunung-gunung pada permukaan bumi.
- Jika dua lempeng samudera bertumbukan, lempeng satu akan menggeser ke bawah lempeng yang lain pada daerah patahan yang akan membentuk pegunungan berapi di dasar samudera.
- Jika dua lempeng benua bertumbukan, kedua ujung lempeng yang bersinggungan saling mendorong sehingga terjadi lekukan dan membentuk jalur pegunungan.
- Tahun 1968, ditetapkan litosfer terdiri atas 6 lempeng utama, yaitu Afrika, Eurasia, Amerika, Pasifik, India (Australia), dan Antartika.

- Dalam geologi, puncak lipatan disebut antiklin, sedang lembah lipatan disebut sinklin.
- Tenaga endogen juga dapat menyebabkan lapisan kerak bumi yang rapuh mengalami putus-putus dan membentuk patahan, misalnya tanah turun (slenk) dan tanah naik (horst). Contohnya daerah Semangko di Sumatera.

# Vulkanisme

- Pengertian: peristiwa naiknya magma dari dalam bumi sehingga sebagian muncul di permukaan bumi dan sebagian lagi menyusup ke dalam lapisan kerak bumi.
- Peristiwa naiknya magma dari dapur magma ke permukaan bumi disebut erupsi (ekstruksi magma)
- Ada dua jenis erupsi, yaitu erupsi leleran (efusif) dan erupsi ledakan (eksplosif).
- Ada tiga jenis bahan yang dikeluarkan pada peristiwa vulkanisme, yaitu padat (efflata)

## bahan yang dikeluarkan pada peristiwa vulkanisme



### Keterangan

Lava: magma yang keluar ke permukaan bumi

Lahar panas: lahar yang berasal dari letusan gunung api yang memiliki kaldera (danau kawah)

Lahar dingin: lahar yang berasal dari bahan letusan yang sudah mengendap kemudian dibawa oleh aliran air hujan

- Dalam peristiwa vulkanisme juga dikenal istilah intrusi magma, yaitu penyusupan magma dari dapur magma ke lapisan yang lebih atas tetapi tidak sampai ke permukaan bumi.
- Material yang dihasilkan:
  - batolit: batuan intrusi magma yang sangat besar, terbentuk di dalam dapur magma.
  - Lakolit: batuan intrusi magma yang menyusup di antara dua lapisan kulit bumi yang lebih atas, bentuknya seperti lensa cembung
  - Sill: sisipan magma yang membeku di antara dua lapisan litosfer, bentuknya tipis dan melebar.

# Gempa Bumi

- Pengertian: getaran kerak bumi yang disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi.
- Beberapa istilah dalam gempa bumi:
  - hiposentrum: sumber gempa yang terletak di dalam lapisan bumi. Jika penyebab gempa bumi adalah patahan kerak bumi maka hiposentrumnya berbentuk garis. Jika penyebabnya adalah gunung api atau tanah longsor maka hiposentrumnya berbentuk titik.
  - Episentrum: titik-titik atau garis di permukaan bumi yang letaknya tepat tegak lurus di atas hiposentrum.
  - Homoseista: garis khayal pada permukaan bumi yang mencatat gelombang primer pada waktu yang sama. Umumnya berbentuk lingkaran atau elips
  - Isoleista: garis yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan bumi yang dilalui oleh gempa yang intensitasnya sama, sehingga tempat-tempat itu mengalami kerusakan yang sama.
  - Makroseisma: daerah di sekitar episentrum yang mengalami kerusakan paling parah.
  - Pleistoseista: garis khayal yang membatasi daerah yang mengalami kerusakan paling parah di sekitar episentrum.

# Jenis-jenis gempa berdasarkan penyebabnya

## Gempa tektonik

Disebabkan oleh pergeseran lapisan batuan sepanjang bidang patahan di dalam kerak bumi.

## Gempa vulkanik

Disebabkan oleh aktivitas vulkanisme yang bersumber dari magma yang ada di dekat permukaan bumi. Umumnya relatif lemah dan hanya terasa di daerah sekitar gunung api.

## Gempa guguran (runtuhan)

Disebabkan oleh runtuhnya gua kapur atau lorong pertambangan. Kekuatan gempa relatif lemah.

## Gempa tumbukan

Disebabkan oleh meteor besar yang jatuh ke permukaan bumi.

# Tenaga Eksogen

- Pengertian: tenaga yang berasal dari luar bumi yang dapat merombak permukaan bumi yang terbentuk karena aktivitas tektonisme dan vulkanisme.
- Tenaga eksogen mencakup: pelapukan, pengangkutan, dan erosi.

# Rotasi Bumi

- Perputaran bumi pada porosnya, memerlukan waktu 23 jam 56 menit dengan arah rotasi dari barat ke timur.
  - Rotasi bumi menyebabkan hal berikut.
    - Gerak semu harian matahari
    - Terjadinya siang dan malam serta perbedaan waktu.
- Kala rotasi bumi kurang lebih 24 jam sehingga tiap jam berbeda bujur sebesar  $360^{\circ}/24 = 15^{\circ}$
- Daerah-daerah yang garis bujurnya sama mempunyai waktu yang sama pula. Jika letak bujur standar di sebelah barat bujur nol maka waktunya dikurangi. Namun jika letak bujur standar di sebelah timur, waktu Greenwich ditambah selisih jam.

$$T = GMT + BT/15 \text{ atau } T = GMT - BB/15$$

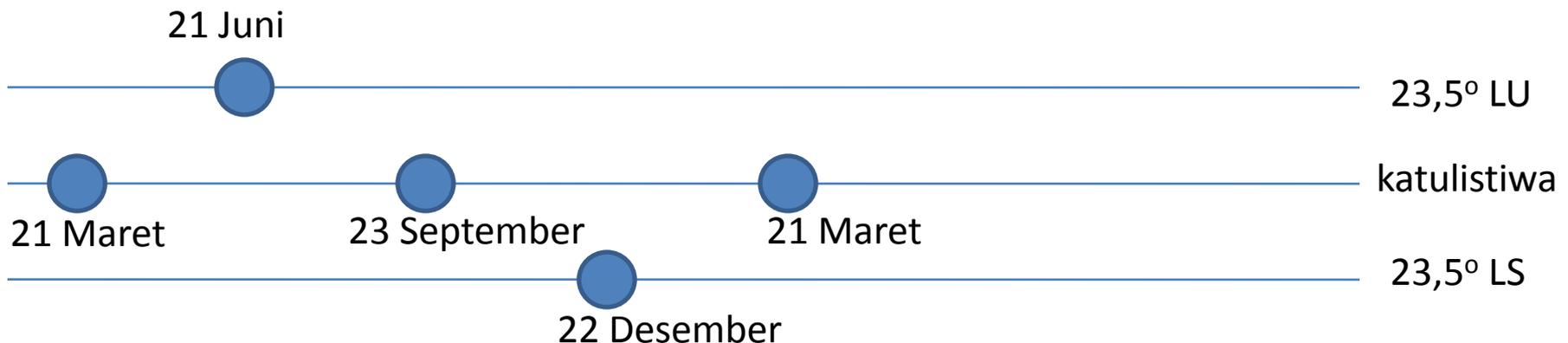
- Pembelokan arah angin
  - Didasarkan hukum Buys Ballot
  - Udara bergerak dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah.
  - Di belahan bumi selatan, angin membelok ke kiri, sedangkan di belahan bumi utara angin membelok ke kanan.
- Pembelokan arah arus laut
  - Gerak pembelokan arah angin dan arus laut disebut efek Coriolis.
  - Di belahan bumi utara arus laut membelok searah jarum jam, sedangkan di belahan bumi selatan arus laut membelok berlawanan jarum jam.
  - Akibat rotasi bumi, bentuk bumi tidak bulat tapi agak lonjong.

# Revolusi Bumi

- Memerlukan waktu 365,25 hari atau 1 tahun.
- Bumi memiliki bidang orbit yang disebut ekliptika.
- Arah revolusi bumi berlawanan arah dengan perputaran jarum jam.

Terjadi gerak semu tahunan matahari

Matahari tidak setiap saat berada di khatulistiwa.



## Terjadi perbedaan lama dan siang

- Adanya kemiringan sumbu bumi  $23,5^\circ$  menyebabkan perbedaan lama siang dan malam.
- Saat matahari berada di katulistiwa semua tempat di bumi kecuali di kutub mempunyai waktu siang dan malam yang sama, yaitu 12 jam.
- Saat matahari berada di GBU, maka belahan bumi utara mengalami siang lebih lama dibandingkan malam hari sedangkan belahan bumi selatan mengalami siang hari lebih pendek. Hal tersebut berlaku sebaliknya.

## Terjadi pergantian musim

- Adanya kemiringan bumi sumbu  $23,5^\circ$  mengakibatkan kecondongan arah sumbu bumi berubah-ubah sehingga mengakibatkan pergantian musim.
- 21 maret -21 juni: kutub utara bumi makin condong ke arah matahari sedangkan kutub selatan bumi makin condong menjauhi matahari. Akibatnya, belahan bumi utara mengalami musim semi, sedangkan bumi selatan mengalami musim gugur.
- 21 juni-23 september: kutub utara bumi condong menjauhi matahari, sedangkan kutub selatan bumi condong ke matahari. Akibatnya, belahan bumi utara mengalami musim panas, sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim dingin.

- 23 september-22 desember: kutub utara bumi makin condong menjauhi matahari, sedangkan kutub selatan bumi makin condong ke arah matahari. Akibatnya, belahan bumi utara mengalami musim gugur sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim semi.
- 22 Desember-21 Maret: kutub utara bumi condong ke arah matahari, sedangkan kutub selatan bumi condong menjauhi matahari. Akibatnya, belahan bumi utara mengalami musim dingin, sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim panas.

# Persebaran Tumbuhan di Dunia

- Bioma merupakan wilayah habitat, biasanya terestrial atau darat yang ditentukan oleh keadaan iklim, curan hujan, dan garis lintang.

## Bioma Gurun

Terdapat di daerah tropik dan berbatasan dengan padang rumput, terutama terdapat di daerah belahan bumi utara, di selatan hanya ditemukan di beberapa wilayah di Australia.

## Bioma Padang rumput

Terdapat di daerah yang membentang di daerah tropika sampai sub tropika yang beriklim sedang, terdiri dari sabana: daerah padang rumput yang diselingi oleh tumbuhan besar; dan stepa: daerah padang rumput yang ditumbuhi rerumputan yang khas.

## Bioma Hutan Tropis

Terdapat di daerah di mana hujan turun hampir setiap hari dan hawa panas sepanjang tahun. Bioma ini tersebar di tiga wilayah utama: Amerika selatan, Afrika, dan Asia Tenggara.

## Bioma Hutan Gugur

Terdapat di daerah yang beriklim sedang dengan 4 musim (musim semi, musim panas, musim gugur, musim dingin).

## Bioma Taiga

Terdapat di belahan bumi utara yang berbatasan dengan kutub utara.

## Bioma Tundra

Terdapat di belahan bumi utara. Berdasarkan vegetasinya, ekosistem tundra sering disebut padang lumut.

# Persebaran Hewan

- Pada tahun 1876, Alfred Russel Wallace membagi wilayah persebaran fauna atas 8 wilayah, yaitu: Ethiopian, Palearktik, Oriental, Australian, Neotropical dan Neartik, Oceanik dan Antartik.