



BUMI & ILMU KEBUMIHAN



- **PENGANTAR ILMU KEBUMIHAN**
 - **Bumi sebagai bagian dari tata surya**
 - **Teori terjadinya bumi**
 - **Lahirnya ilmu kebumihan**
 - **Perkembangan ilmu kebumihan**



- **TINJAUAN TENTANG BUMI**

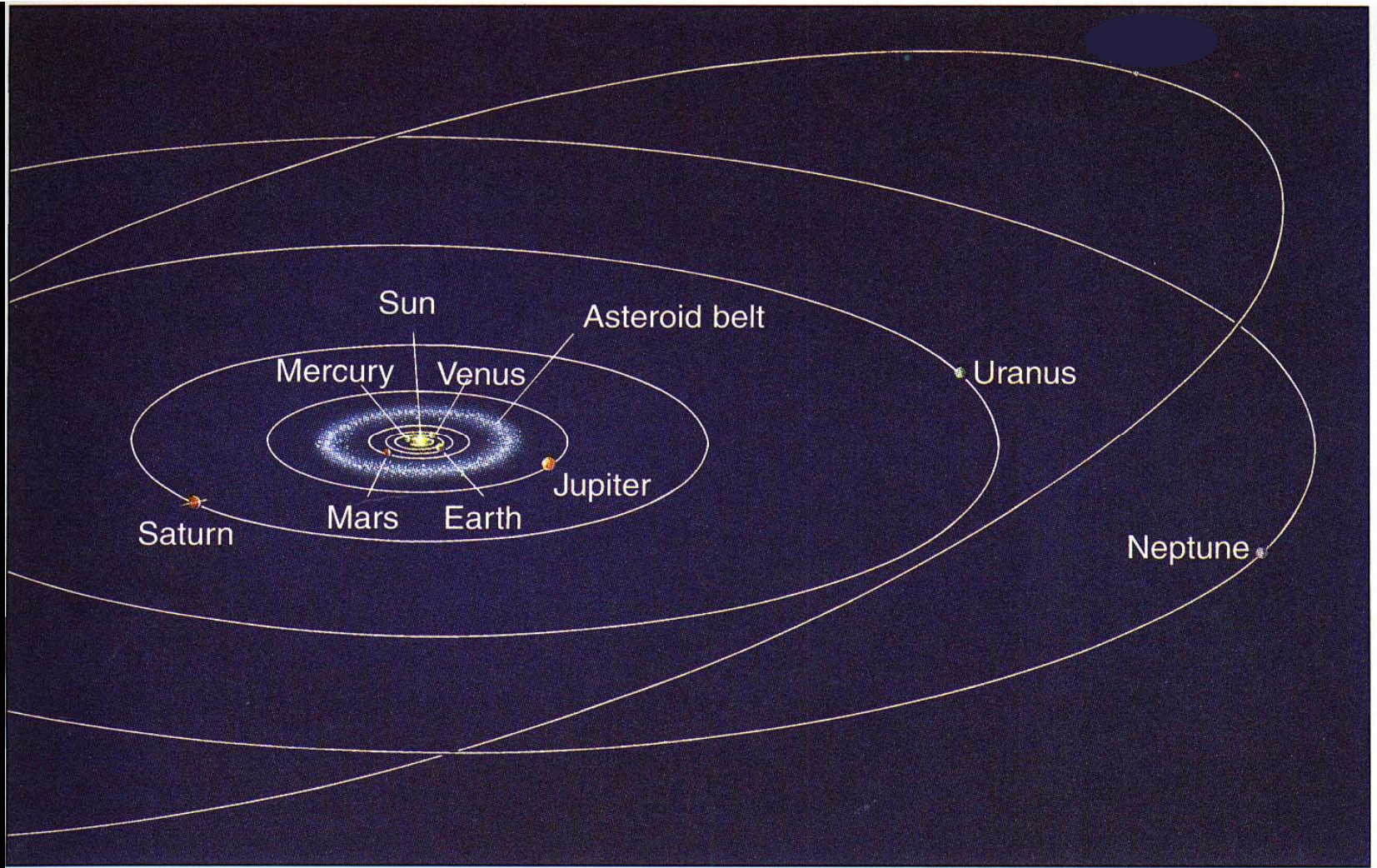
- **Bumi sebagai Planet yang Unik (Struktur dan Komposisi Bumi)**
- **Bumi sebagai Sumberdaya Mineral & Energi**
- **Lingkungan dan Bencana Kebumihan**
- **Keunikan Kondisi Geologi Indonesia**



BUMI DAN TATASURYA



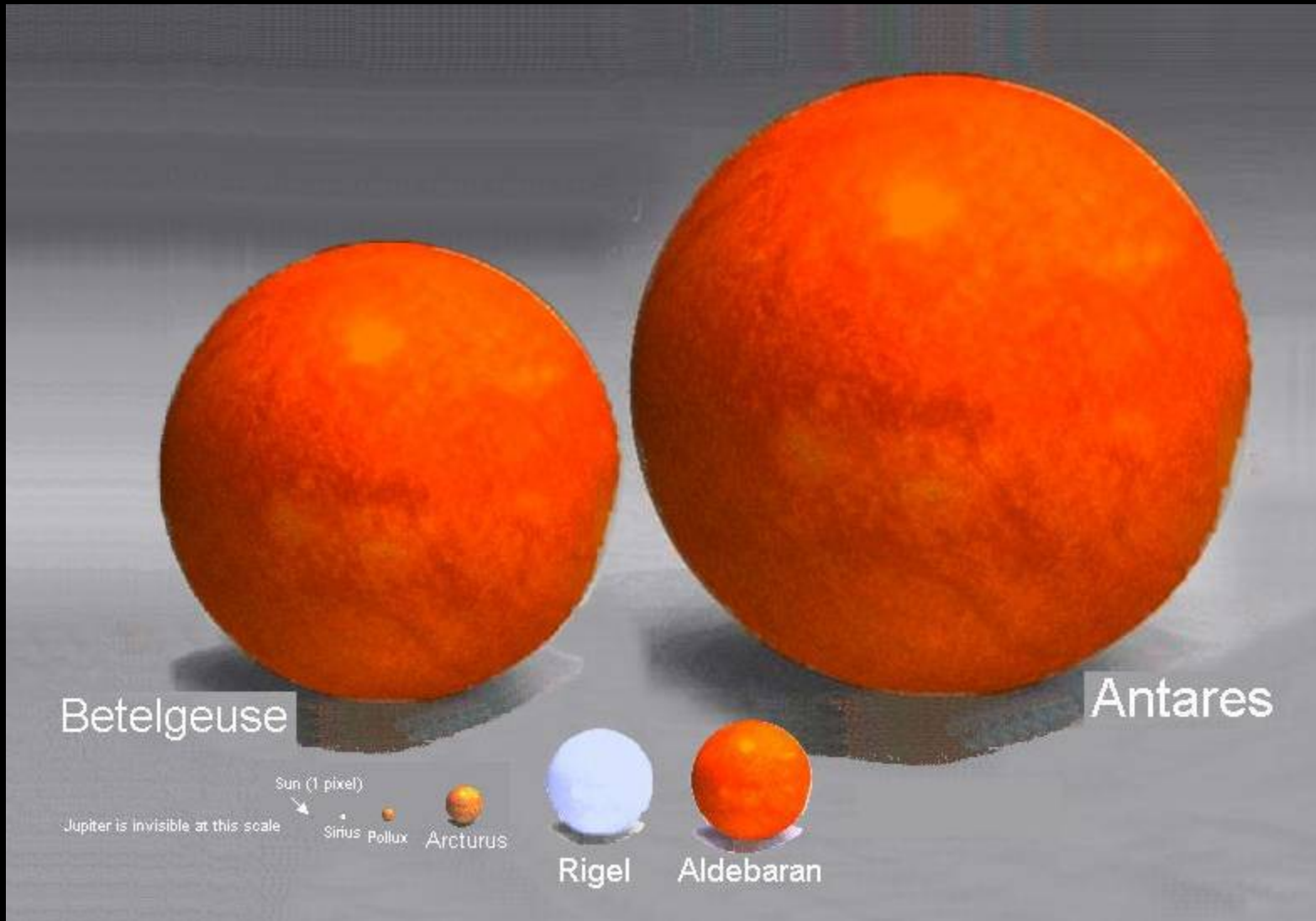
BUMI & SISTEM TATA SURYA



Terrestrial Planets: Mercury – Venus – Earth – Mars, Giant Planets: Jupiter – Saturn – Uranus – Neptune, and Pluto (not fit either category).



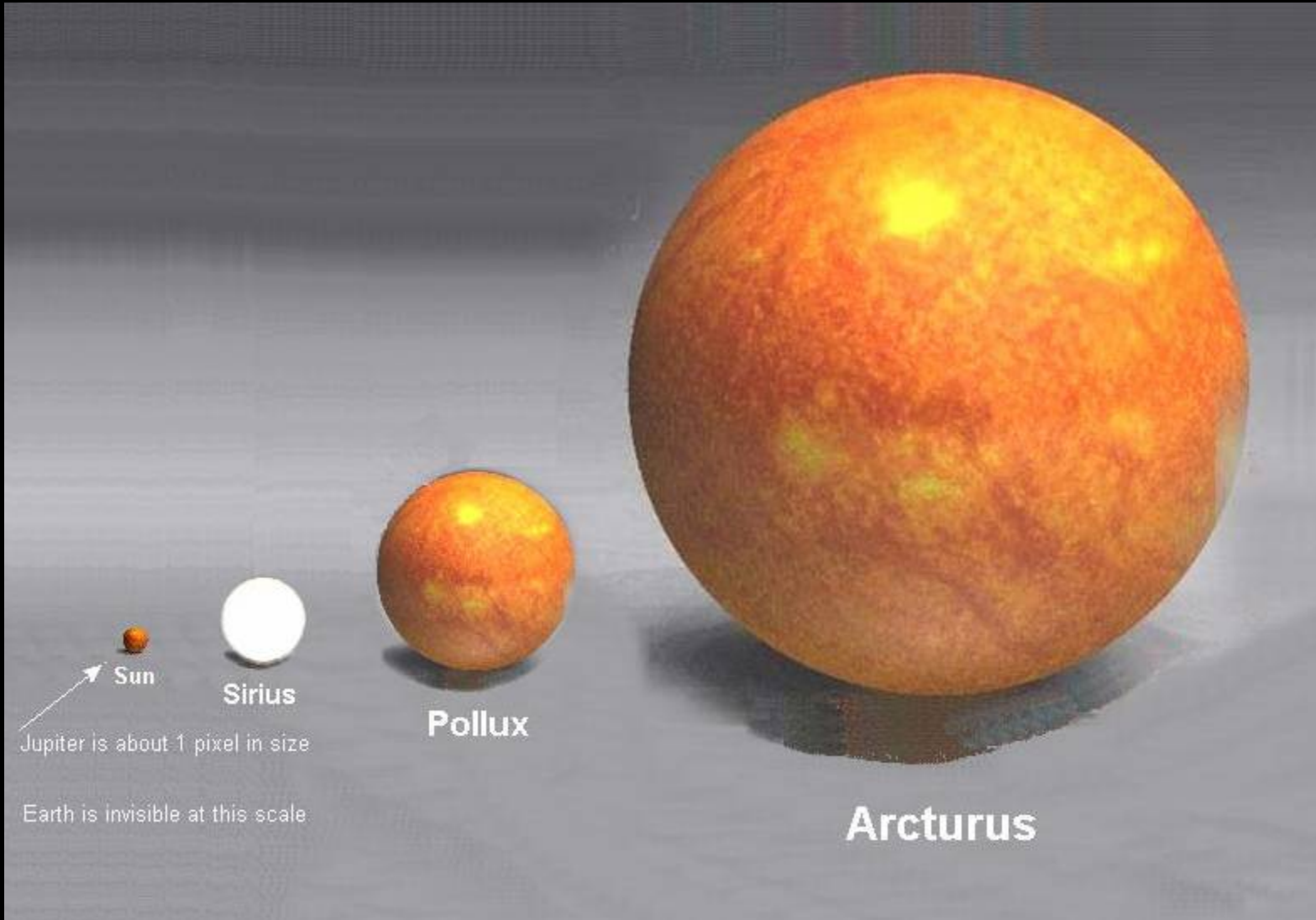
SISTEM TATA SURYA



Bintang di Alam Semesta : **Antares**, **Betelgeuse**, **Aldebaran**, **Rigel**, **Arcturus**



SISTEM TATA SURYA



Bintang di Alam Semesta : **Arcturus**, **Polulux**, **Sirius**, **Sun**, Jupiter (.)



BUMI & SISTEM TATA SURYA

Sun



Jupiter



Earth

Pluto

Terrestrial Planets: Mercury – Venus – Earth – Mars, Giant Planets: Jupiter – Saturn – Uranus – Neptune, and Pluto (not fit either category).



BUMI & SISTEM TATA SURYA

Earth



Venus



Mars



Mercury



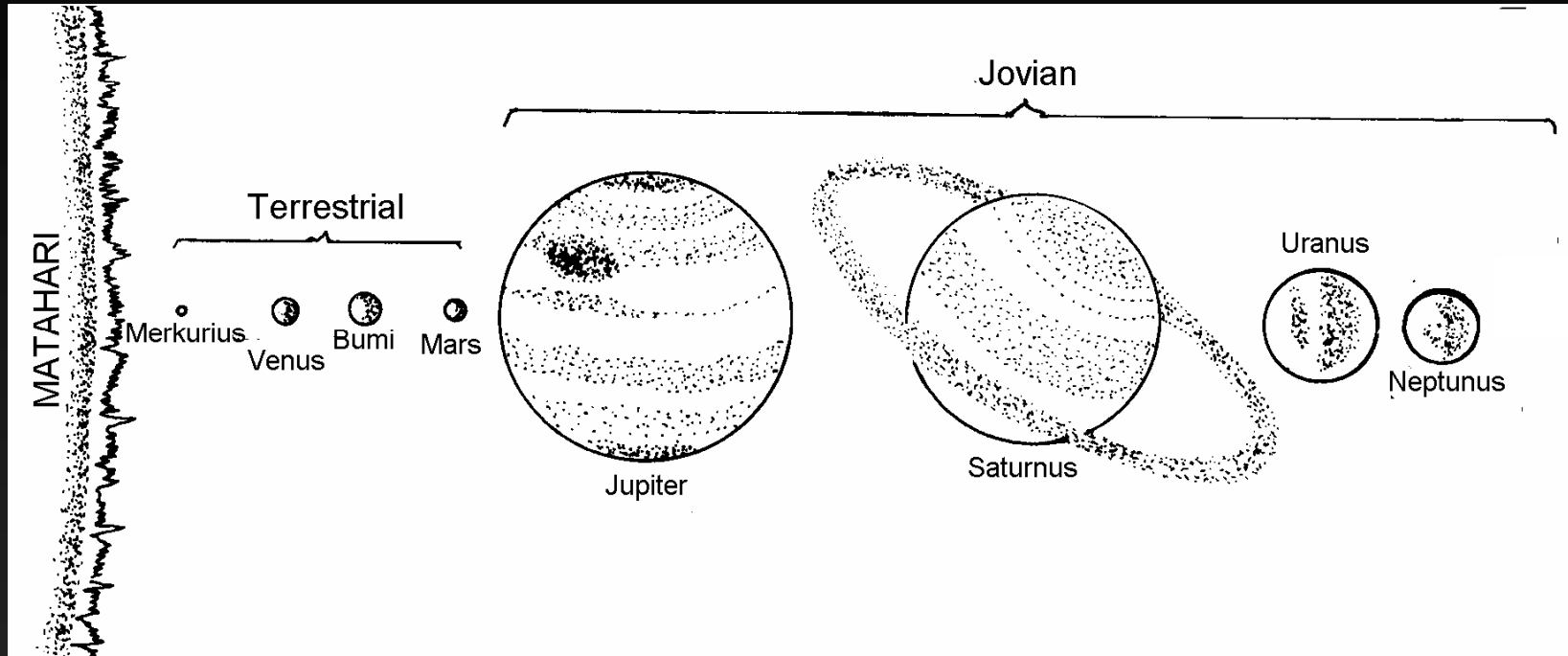
Pluto



Terrestrial Planets: Mercury – Venus – Earth – Mars, Giant Planets: Jupiter – Saturn – Uranus – Neptune, and Pluto (not fit either category).



JOVIAN VS. TERRESTRIAL PLANET



- Matahari dikelilingi oleh 9 planet. 4 Planet yang terdekat (Merkuri, Venus, Bumi dan Mars) dikelompokkan sebagai *Terrestrial* planet. Sedangkan 5 lainnya (Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus) dikelompokkan sebagai *Jovian* planet.
- Dalam tatasurya kita terdapat dua jenis planet yaitu: *Terrestrial planet* (earth like) umumnya terdiri dari batuan dan berinti padat (metallic) dengan rapat masa (ρ) = 3 g/cm³.
- *Jovian planet* kebanyakan terdiri dari cairan dan gas dengan sedikit batuan, berinti padat dan rapat masa (ρ) = 0.7-1.3 g/cm³.


TABLE 9.1-1 Major Bodies in the Solar System

Object	Diameter (km)	Density (g/cm^3)	Distance from Sun (millions of km)
Sun	1,392,000	1.4	—
Mercury	4,879	5.44	58
Venus	12,104	5.25	108
Earth	12,756	5.52	150
Moon	3,475	3.34	0.384 from Earth
Mars	6,794	3.93	228
Asteroids	The largest is 960	—	The largest is at 414
Jupiter	142,984	1.3	779
Saturn	120,536	0.69	1434
Uranus	51,118	1.28	2873
Neptune	49,528	1.64	4485
Pluto	2,390	2.06	5870
Comets	—	—	—



TERRESTRIAL PLANET

MERCURY, VENUS, EARTH, MARS

MERCURY



EARTH

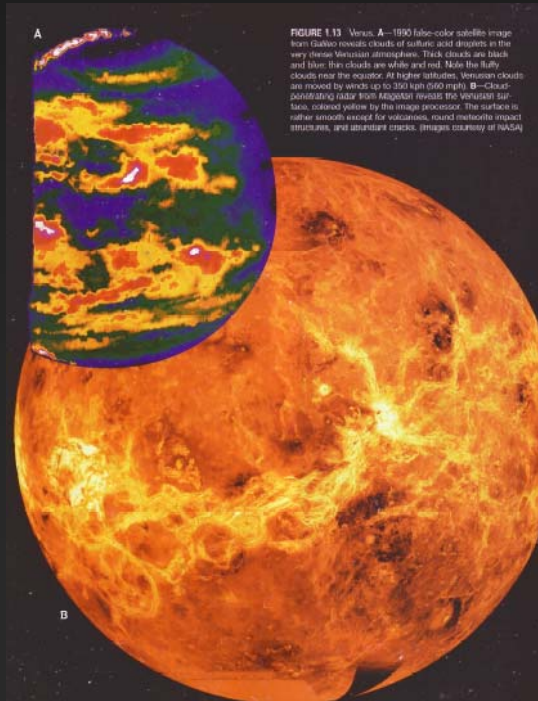
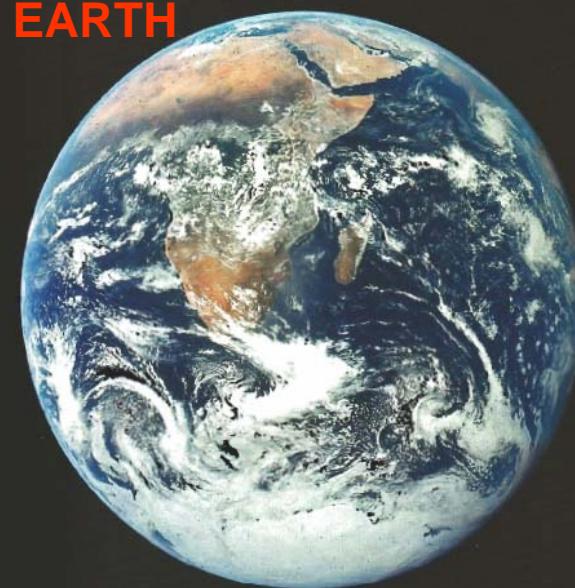
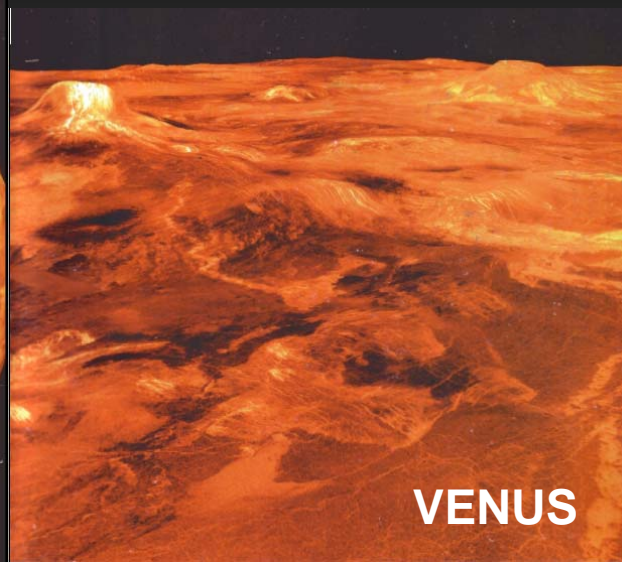


FIGURE 1.13 Venus. **A**—1995 false-color satellite image from Galileo reveals clouds of sulfuric acid droplets in the very dense Venusian atmosphere. Thick clouds are black and thin thin clouds are white and red. Note the fluffy clouds near the equator. At higher latitudes, Venusian clouds are moved by winds up to 300 kph (180 mph). **B**—Cloud-penetrating radar from Magellan reveals the Venusian surface, colored yellow by the image processor. The surface is rather smooth except for volcanoes, round meteorite impact structures, and sinuous cracks. (Images courtesy of NASA)

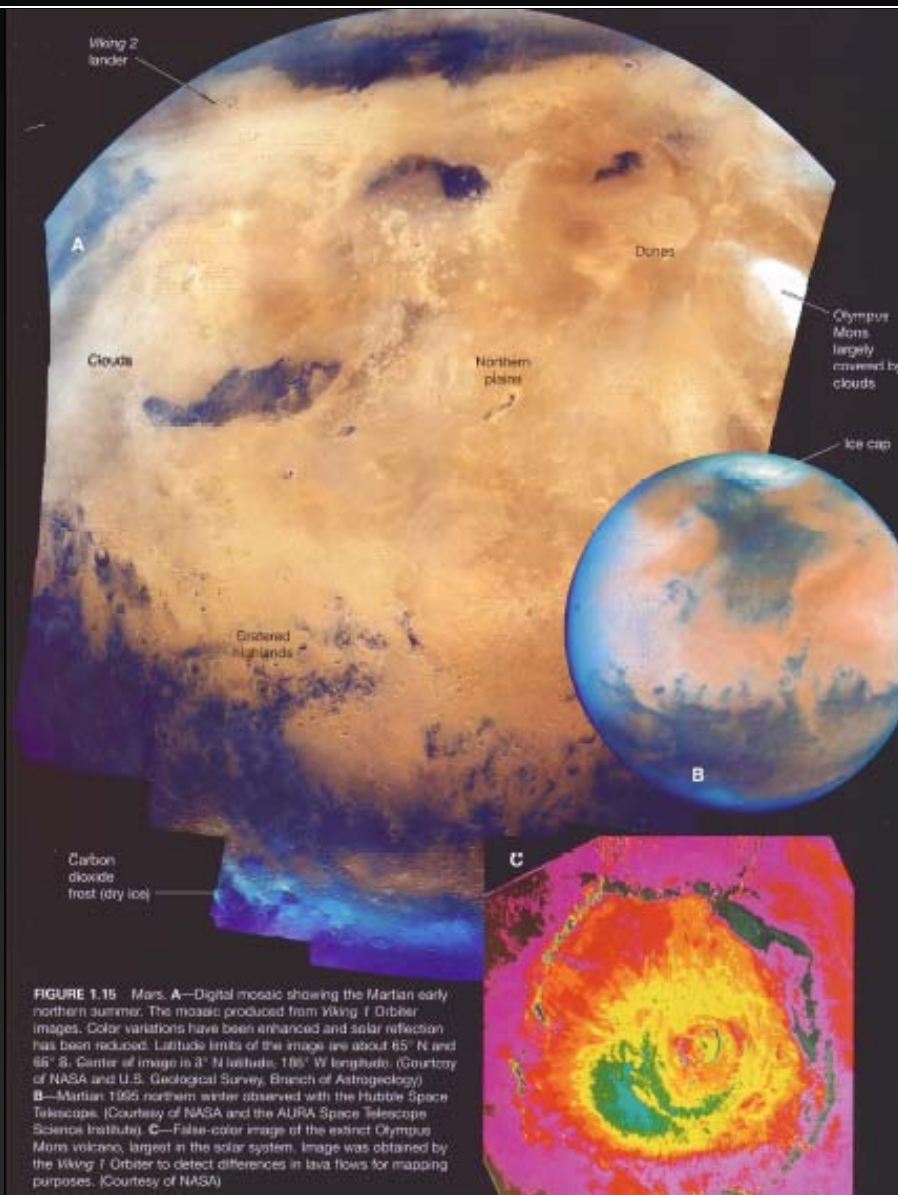


VENUS

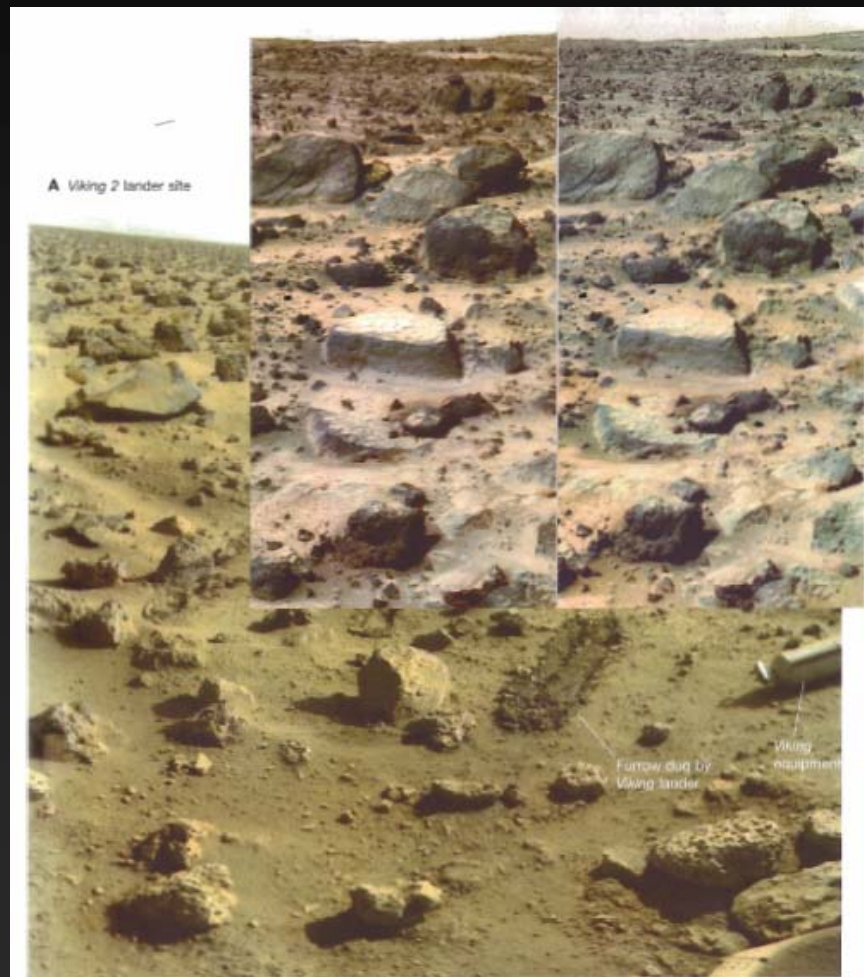


MARS

Geology



PERMUKAAN MARS





JOVIAN PLANET

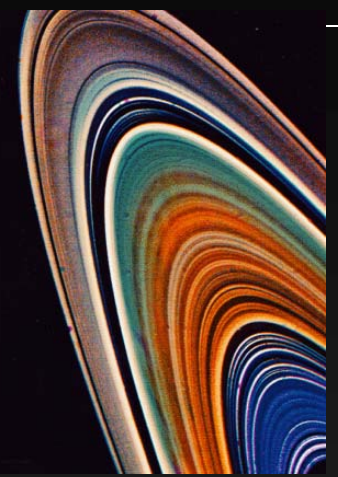


GEODYNAMICS

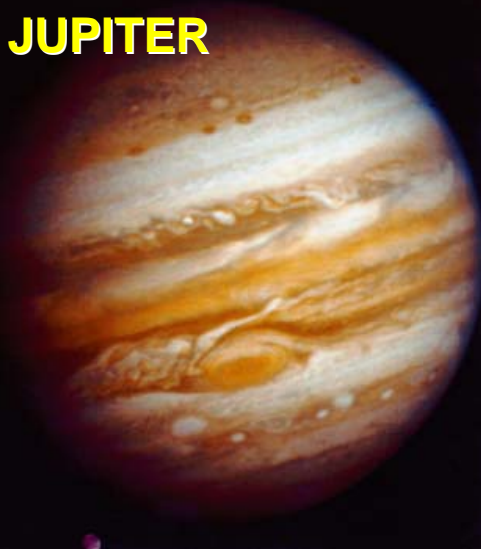
ASTEROID



SATURN



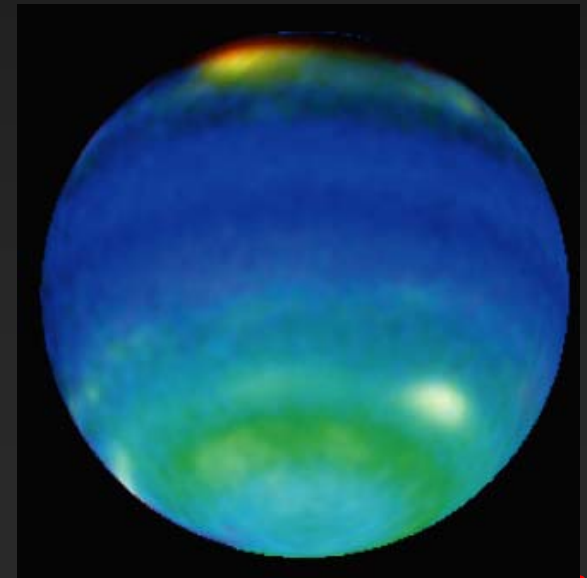
JUPITER



URANUS



NEPTUNE



Carroll



KEJADIAN ALAM SEMESTA

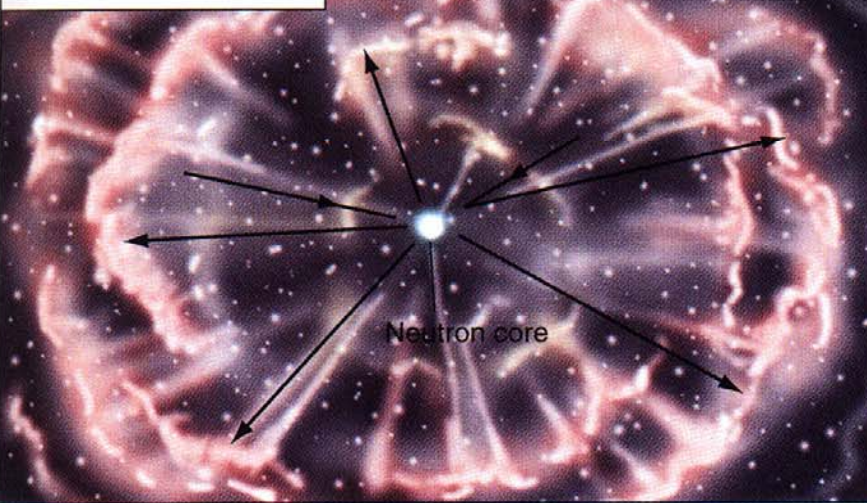
(1) The Big Bang



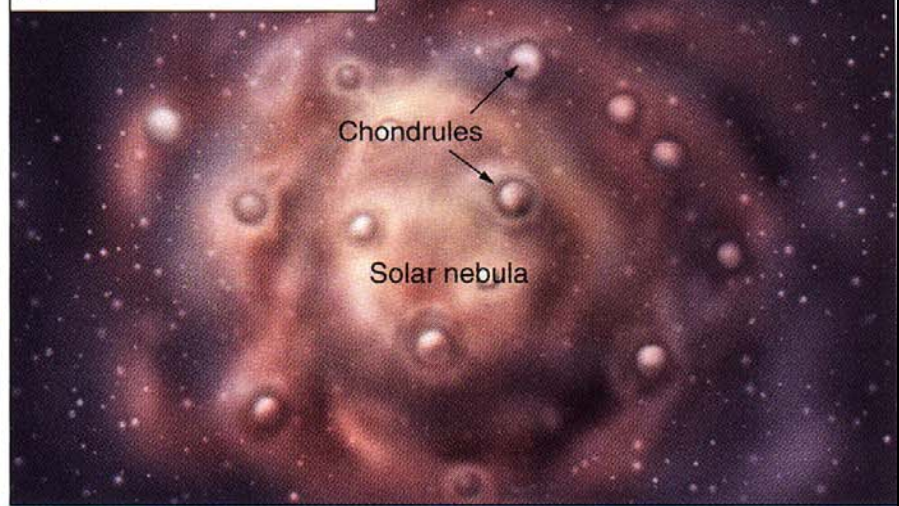
(2) Star formation



(3) Supernova explosion



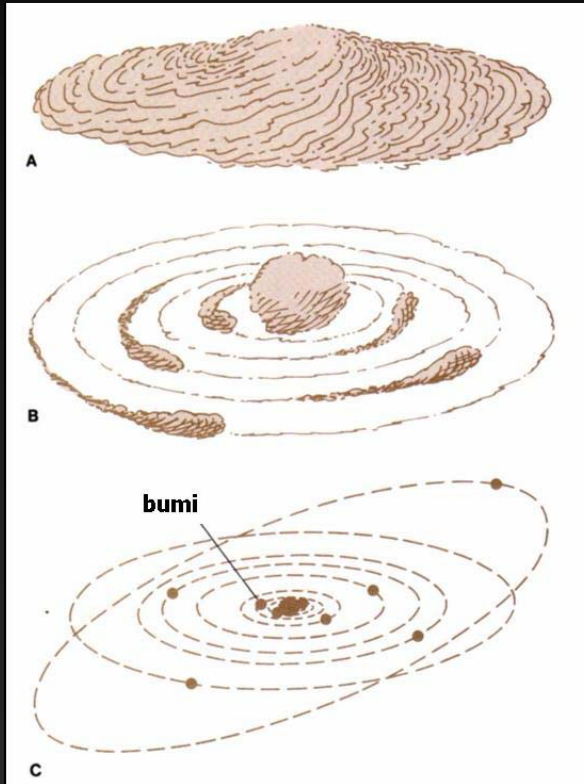
(4) Solar nebula condenses



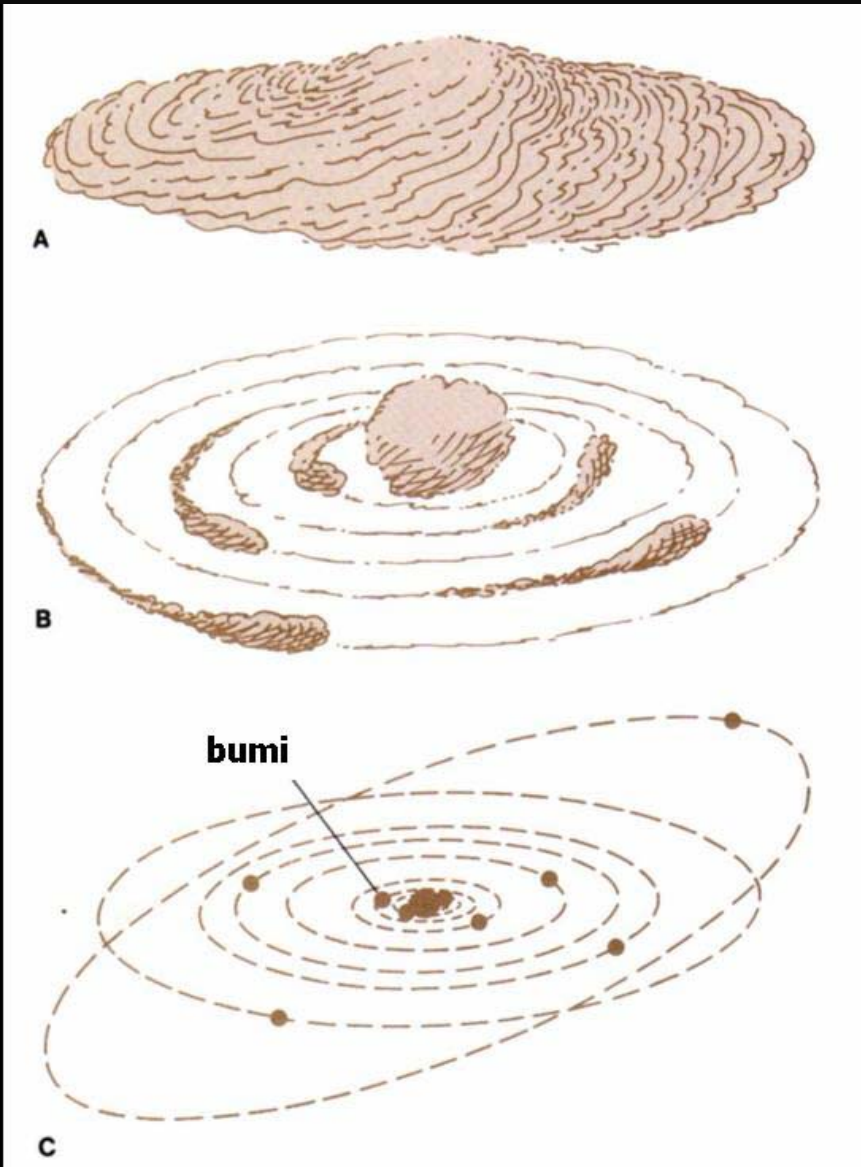
TEORI BIG BANG



- Adanya ledakan (Big Bang) yang di ruang angkasa
- Pembentukan bintang-bintang
- Ledakan Supernova
- Kondensasi Solar Nebula
 - Terbentuknya Chondrules & Solar Nebula



- 1755 Immanuel Kant mengajukan hipotesa untuk pembentukan tatasurya yang dikenal dengan *Nebular hypothesis*
- 1796 Laplace mengajukan teori yang sama dengan Kant
- **Teori Nebular (Laplace-Kant)**
 - A. Kumpulan gas (nebula) yang berbentuk hampir bundar berputar secara perlahan yang kemudian berkontraksi.**
 - B. Akibat kontraksi dan rotasi yang terus menerus terbentuklah lingkaran tipis yang pipih yang menyerupai disk yang berputar cepat dengan benda-benda padat terkumpul ditengah.**
 - C. Kontraksi terus berlangsung dan akhirnya *Proto-Sun* terbentuk dengan benda-benda padat tertinggal diluar membentuk cicin**
 - D. Benda-benda padat yang ada dalam cicin terkondensasi membentuk planet yang sekarang yang berputar mengelilingi matahari.**
- **Komposisi nebula : 99% gas (H, He), 1% debu (Si, FeO, H₂O)**



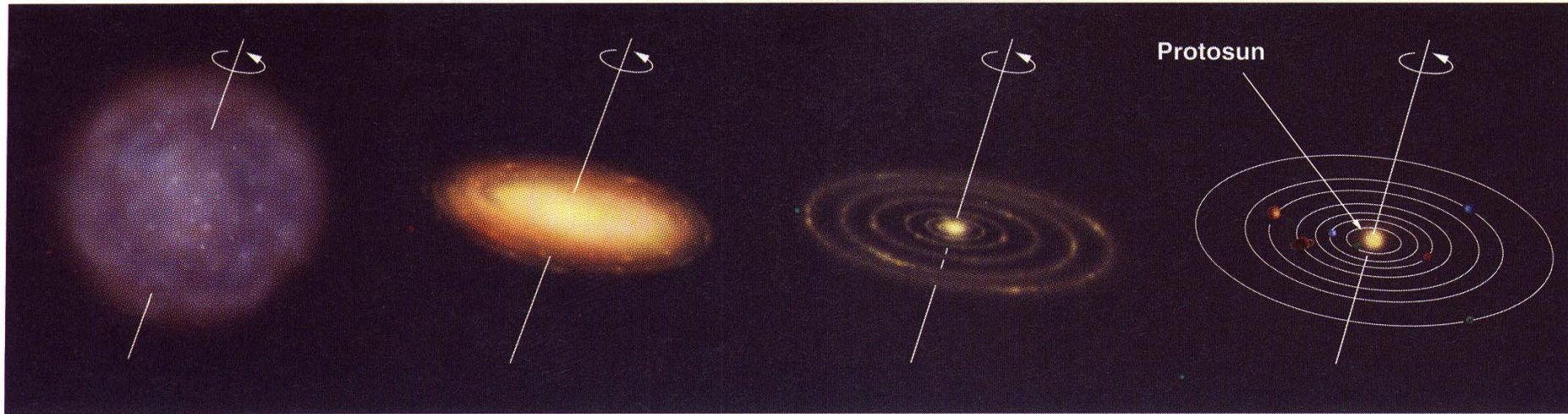
➤ **Tatasurya atau *Solar System* terdiri dari Matahari dan planet-planet serta benda-benda lain yang berputar mengitainya dengan orbit tertentu.**

➤ **Tatasurya terbentuk dari awan/gas tipis yang terdiri dari Hydrogen dan Helium berputar secara perlahan kira-kira **4.5 billion years ago.****

Pembentukan Tatasurya model Nobular. Sistem Tata Surya diawali dari awan gas yang berputar (A). Sebagian besar massa terkonsentrasi di pusat dan membentuk Matahari, sisa material berakumulasi dan terkonsentrasi membentuk planet-planet (B). Tata surya saat ini (C). Bumi merupakan planet ketiga dari Matahari, sekitar 150 juta kilometer dan mempunyai komposisi khas yang memungkinkan adanya kehidupan.
(Carla W Montgomery, 1989)



KEJADIAN TATA SURYA



1. Cloud rotates more rapidly as it contracts

2. Cloud flattens to pancake-like form

3. Rings form

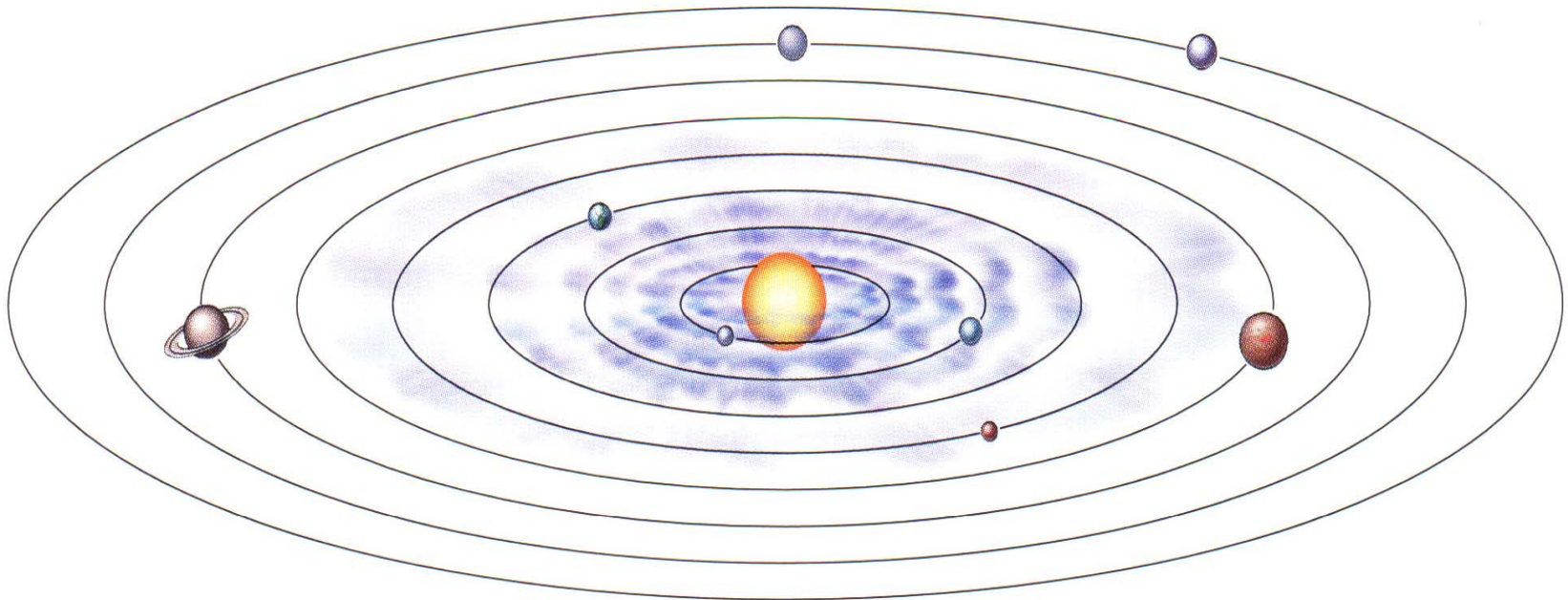
4. Planets form at their present distances from Sun

Tahapan pembentukan Tata Surya :

- Awan Solar Nebular terbentuk dari Supernova
- Perputaran awan menghasilkan kontraksi karena gravitasi membentuk cakram
- Pembentukan cincin planet mengitari pusat (Matahari)
- Matahari terbentuk dan Cincin-2 terkondensasi membentuk Planet



KEJADIAN ALAM SEMESTA



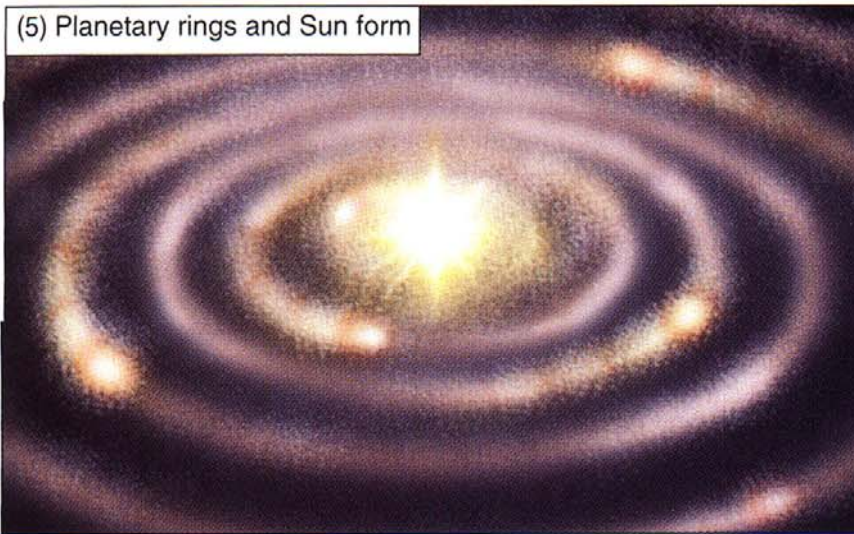
PEMISAHAN PLANET DALAM & LUAR

Planet dalam berubah dengan hilangnya unsur gas
Planet luar yang besar tetap terdiri dari unsur gas hidrogen dan helium

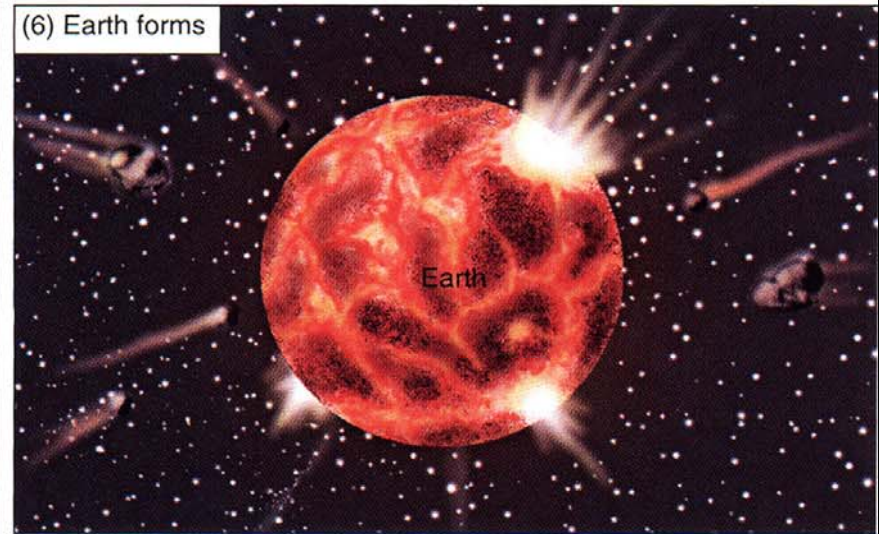


KEJADIAN TATA SURYA

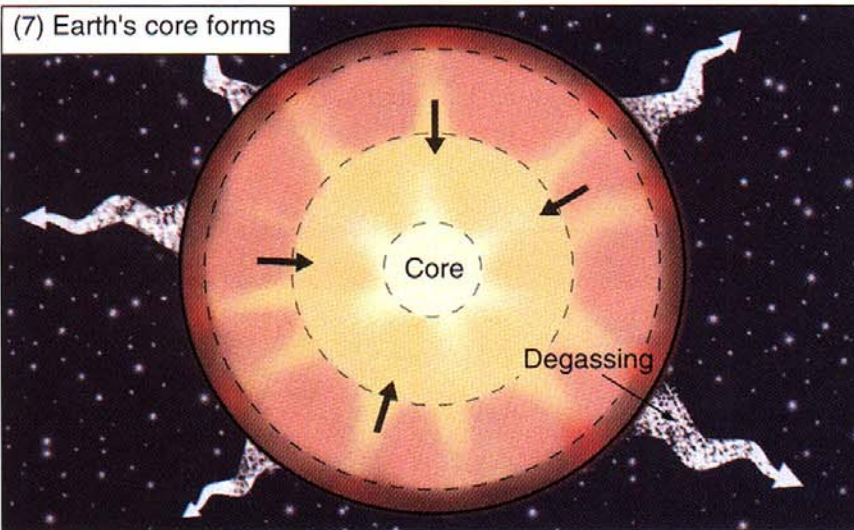
(5) Planetary rings and Sun form



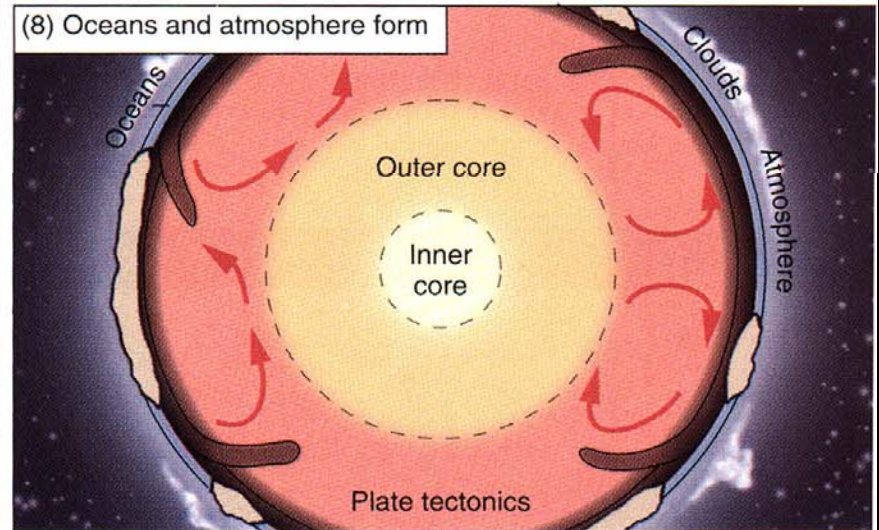
(6) Earth forms



(7) Earth's core forms



(8) Oceans and atmosphere form



TEORI NEBULAR



Terbentuknya Cincin Planet dan Matahari

- Pembentukan Bumi
- Terbentuknya Inti Bumi
- Terbentuknya Samudera dan Atmosfer



PROSES PEMBENTUKAN BUMI

Bagaimanakah terbentuknya bumi?



Sekitar 4,6 miliar tahun yang lampau, awan debu dan gas yang mengapung di ruang angkasa mulai mengecil. Materi pada pusat awan itu mengumpul menjadi matahari. Sisa gas dan debunya memipih menjadi awan berbentuk cakram di sekitar matahari itu. Selama kira-kira 100 juta tahun, butir-butir debu dalam awan itu saling melekat membentuk planetesimal—planet sangat kecil dengan diameter beberapa kilometer. Benda-benda ini bertabrakan dan bergabung membentuk planet. Di antaranya, bumi ialah planet ketiga matahari.



Lahirnya bumi

1. Bumi mulai terbentuk ketika butir-butir debu dalam cakram awan di sekitar matahari mulai saling melekat. Partikel-partikel ini menggumpal menjadi badan yang lebih besar; badan-badan ini kemudian bertabrakan dan membentuk benda-benda berukuran planet.
2. Sisa-sisa dari awan asli berjatuhan ke dunia yang masih muda itu. Energi dari bahan yang jatuh ini, bersama dengan pemanasan yang terjadi akibat pelapukan radioaktif, menyebabkan melelehnya bumi.
3. Sebagai akibat pelelehan ini, bahan-bahan yang mampat—terutama besi—tenggelam ke pusat planet itu dan menjadi intinya. Seluruh permukaan bumi tertutup oleh lautan batuan yang meleleh. Bahan-bahan yang lebih ringan seperti misalnya uap air dan karbon dioksida beralih ke luar dan membentuk suatu atmosfer purba.

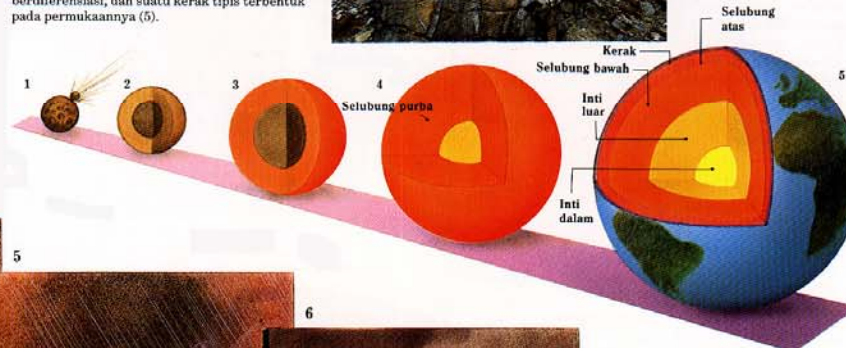
4. Angin surya—aliran cepat partikel-partikel bermuatan dari matahari—menyapu bersih sisa-sisa awan asli dari Tata Surya sehingga buntutannya ke bumi berkurang. Planet itu mendingin, dan uap air membentuk awan tebal di atmosfer.
5. Awan pun mendingin, uap airnya mengembun, dan hujan deras membanjiri bumi. Lama-kelamaan hujan deras itu mendinginkan batuan di permukaan bumi.
6. Limpahan air dari badai-badai itu mengumpul di tempat yang rendah sehingga terjadilah awal samudra di dunia. Karbon dioksida dari udara mulai larut dalam genangan luas ini sehingga planet ini makin dingin lagi.
7. Kira-kira 2,5 miliar tahun yang lampau, sebuah bumi yang biru telah muncul dari kekacauan lautan penciptaan itu. Awan menghilang, dan matahari bersinar atas suatu dunia yang amat mirip dunia kita sekarang.

Sebuah planet yang berlapis-lapis

Pada awal sejarah bumi, beberapa lapisan utama memisah, atau berdiferensiasi, di dalam planet itu. Mula-mula, panas yang dihasilkan oleh tabrakan-tabrakan planetoid (1) membuat seluruh planet tetap panas dan meleleh. Logam-logam yang lebih berat seperti nikel dan besi tenggelam ke pusat dan membentuk inti berupa logam (2). Sewaktu planet mendingin (3 dan 4), magma yang mengelilingi inti mulai berdiferensiasi, dan suatu kerak tipis terbentuk pada permukaannya (5).



Contoh batuan tertua pada permukaan bumi ditemukan di Greenland. Bentuk-bentukan batu gneiss pada gambar ini tercipta ketika batu yang meleleh mendingin sekitar 3,8 miliar tahun yang lalu.





Geology

ILMU KEBUMIHAN (EARTH SCIENCES)





Gejala alam yang teramati oleh Manusia :

- Adanya berbagai macam batuan yang tersingkap di permukaan
 - Adanya jejak kehidupan Purba (fosil) yang terekam dalam lapisan batuan
 - Adanya susunan batuan yang telah menjadi rangkaian pegunungan yang terlipat.
 - Kegiatan Gunung Api
 - Kejadian Gempa Bumi
- Menumbuhkan keingintahuan untuk menjelaskan proses kejadiannya



BATUAN & MINERAL





Johan Lehmann (1756)

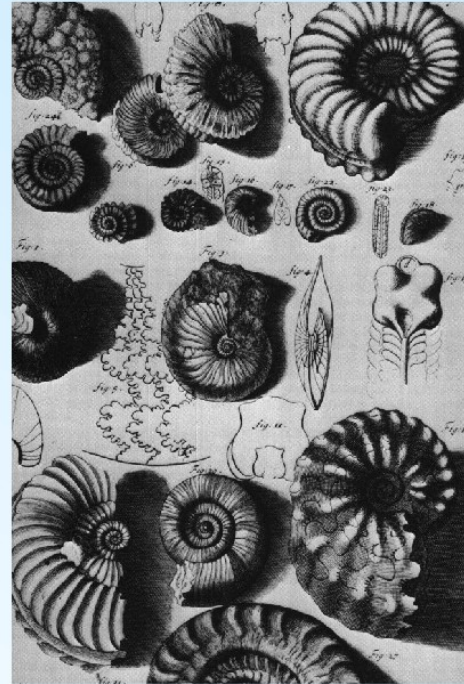
Membuat klasifikasi batuan untuk pertama kali ;

- **Batuan Primer (yang pertama terbentuk) yang berupa batuan kristalin.**
- **Batuan Sekunder, batuan dengan sifat berlapis, mengandung fosil.**
- **Batuan Aluvial, endapan yang terbentuk di sungai.**



Fossils

- Remains of past life
- Used to correlate strata of same age
- Progressive changes in fossils in sequence of strata record evolutionary changes in organisms with time



Merupakan jejak kehidupan masa lalu yang berguna untuk menghubungkan kejadian/sejarah yang sama pada pembentukan batuan. Perubahan fosil akan merekam evolusi organisme sejalan dengan waktu pada masa lampau.



KEHIDUPAN PURBA (fosil)

The Cambrian Period, 540 to 500 Million Years Before Present



Udang Purba (Kambrium)



Copyright Louis Psihoyos/Matrix

Burung Purba (Devon)



Copyright Novosti/Gamma Liaison

Mamalia (Kuarter)



Giovanni Arduino (1756)

Menemukan bahwa batuan kristalin terjadi dari pros gunung api dan membuat klasifikasi batuan;

- **Pegunungan Primer, batuan kristalin dan yang mengandung bijih logam.**
- **Pegunungan Sekunder, terdiri dari batugamping dan marmer.**
- **Pegunungan rendah dan bukit, terdiri dari kerikil, kerakal dan lempung, dan bahan gunung api.**
- **Batuan yang lain, termasuk Aluvial.**



Nikolaus Steno (1638-1687)

Mengamati perlapisan batuan dan mencoba menjelaskan urutan pembentukannya;

- **Endapan batuan hanya akan terbentuk disuatu dasar yang padat.**
- **Lapisan bagian bawah akan mengalami pemadatan sebelum yang atas terjadi presipitasi.**
- **Lapisan menutupi seluruh permukaan bumi atau tertutupi lapisan lain.**
- **Lapisan yang terletak dibawah berumur lebih tua dibandingkan dengan yang diatasnya.**

LAW OF SUPERPOSITION



Abraham C. Werner (1749-1817)

Menyatakan bahwa samudera bergeser secara bertahap dari kontinen dari posisinya sekarang, dan samudera telah mengendapkan semua batuan yang ada di kerak bumi.

Faham NEPTUNUS



Geoge Fushsel (1749-1817)

Menyatakan bahwa alam pada saat ini masih aktif menghasilkan segala sesuatunya, sebagai aturan untuk menjelaskan proses yang terjadi sebelumnya.

Prinsip UNIFORMITARIANISM



JAMES HUTTON (1795)

Pengamatan pada susunan batuan, kandungan fosilnya dan keberadaan sebagai rangkaian pegunungan merupakan rangkaian proses; pembentukan batuan di tempat/lingkungan terdapatnya fosil, melalui akumulasi bahan hingga pengangkatan menjadi rangkaian pegunungan.

Proses yang terjadi di masa sekarang, seperti erosi/pengikisan, pemindahan dan akumulasi di suatu lingkungan bersama dengan biota yang ada juga terjadi di masa lalu.



PROSES MASA KINI

Proses yang berlangsung sekarang dapat dibedakan menjadi :

- **Proses yang terjadi di permukaan (eksogen)**
 - **Pelapukan, Pengikisan (Erosi), Pemindahan bahan (Transportasi), Pengendapan (Sedimentasi)**
- **Proses yang terjadi dari dalam bumi (endogen)**
 - **Gunung Api, Gempa Bumi, Rangkaian Pegunungan**



EROSI & SEDIMENTASI



ALIRAN SUNGAI & LIMPAHAN BANJIR



EROSI & SEDIMENTASI



GURUN & PROSES ANGIN

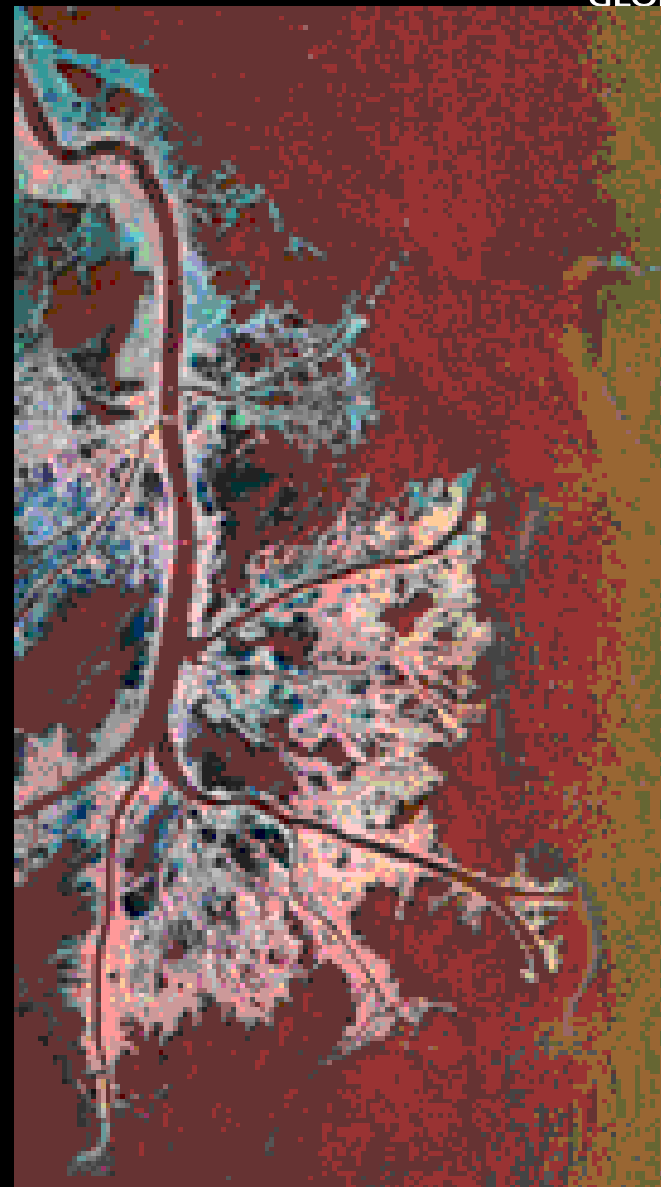
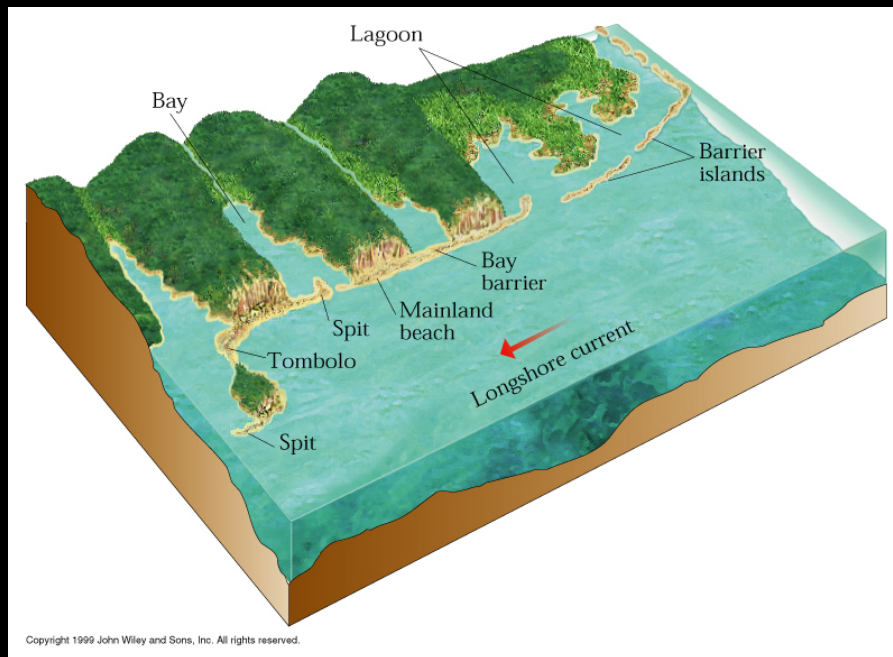


GLETSYER & PROSES GLASIAL





EROSI & SEDIMENTASI



PROSES PANTAI & PERKEMBANGAN DELTA



JAMES HUTTON (1795)

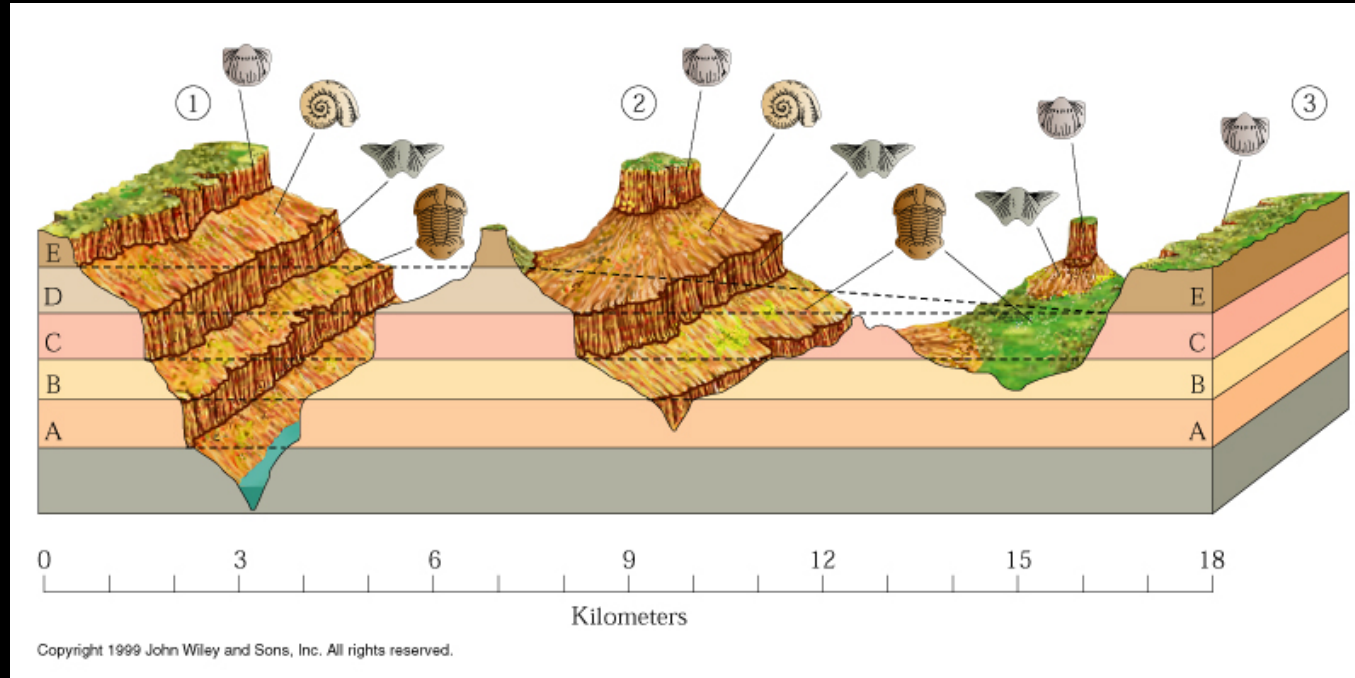
Proses yang terjadi di masa kini merupakan kunci untuk menjelaskan proses masa lalu

THE PRESENT IS THE KEY TO THE PAST

Proses perubahan akan berlangsung tetap sejalan dengan perubahan waktu



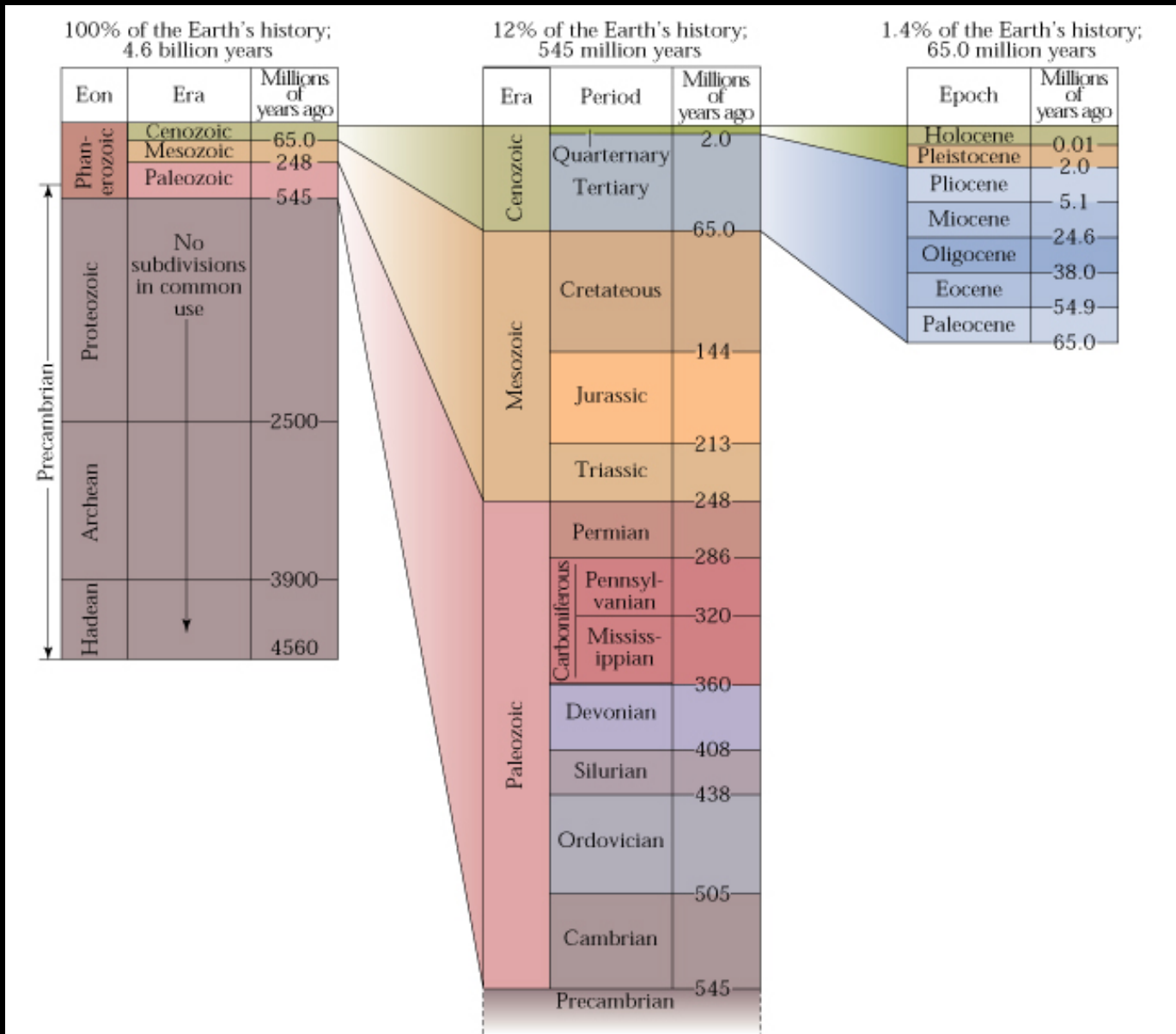
REKONSTRUKSI UMUR GEOLOGI



MENGHUBUNGKAN LAPISAN DENGAN DASAR FOSIL



SKALA WAKTU GEOLOGI





PLANET BUMI YANG DINAMIS





BUMI

Merupakan salah satu planet yang unik, mempunyai susunan luar :

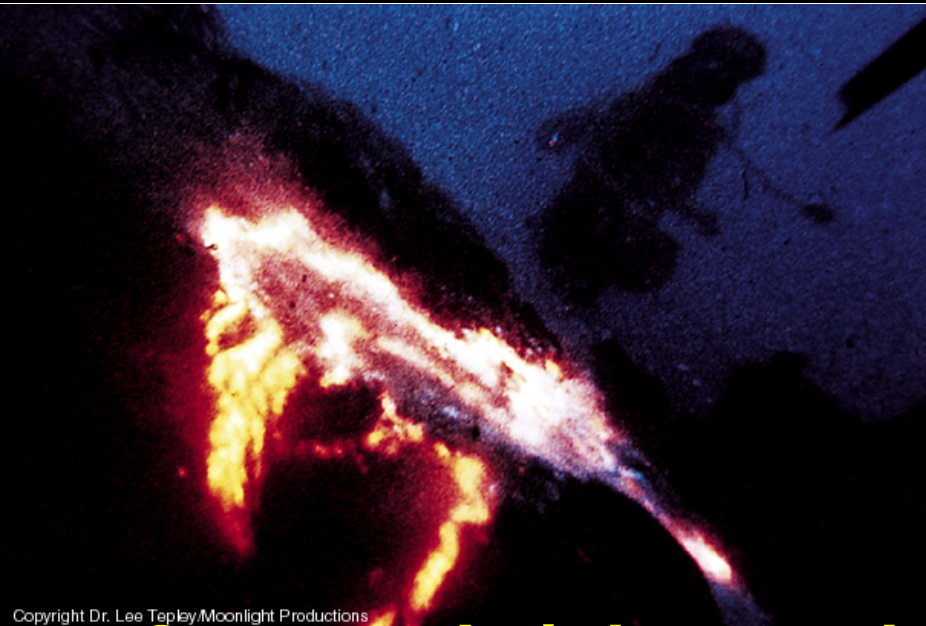
- * Litosfer**
- * Hidrosfer**
- * Atmosfer**

Terdapat kehidupan di permukaan bumi

>> * Biosfer



PROSES DARI DALAM BUMI



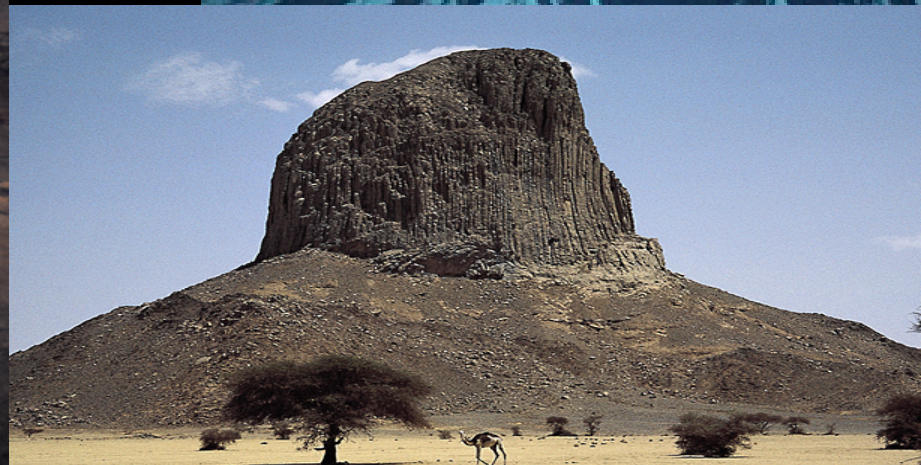
Copyright Dr. Lee Tapley/Moonlight Productions



Gunung Api dan produknya



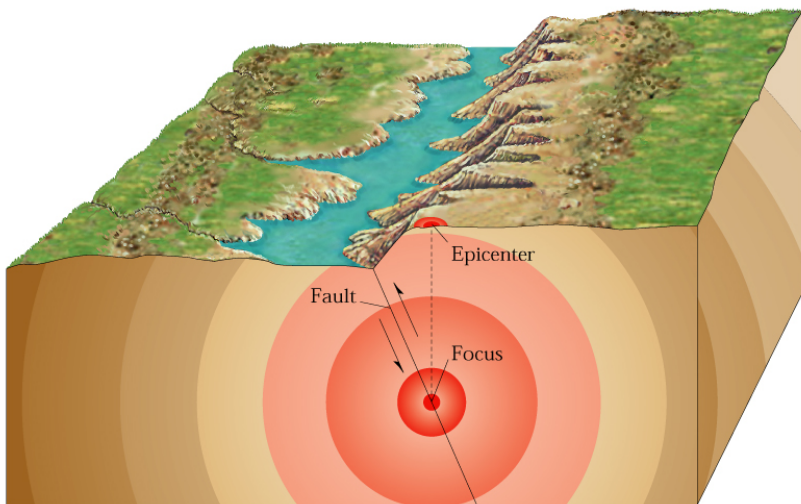
Copyright John S. Shelton



Copyright Richard Packwood/Oxford Scientific Films



PROSES DARI DALAM BUMI



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Gempa Bumi



PROSES DARI DALAM BUMI

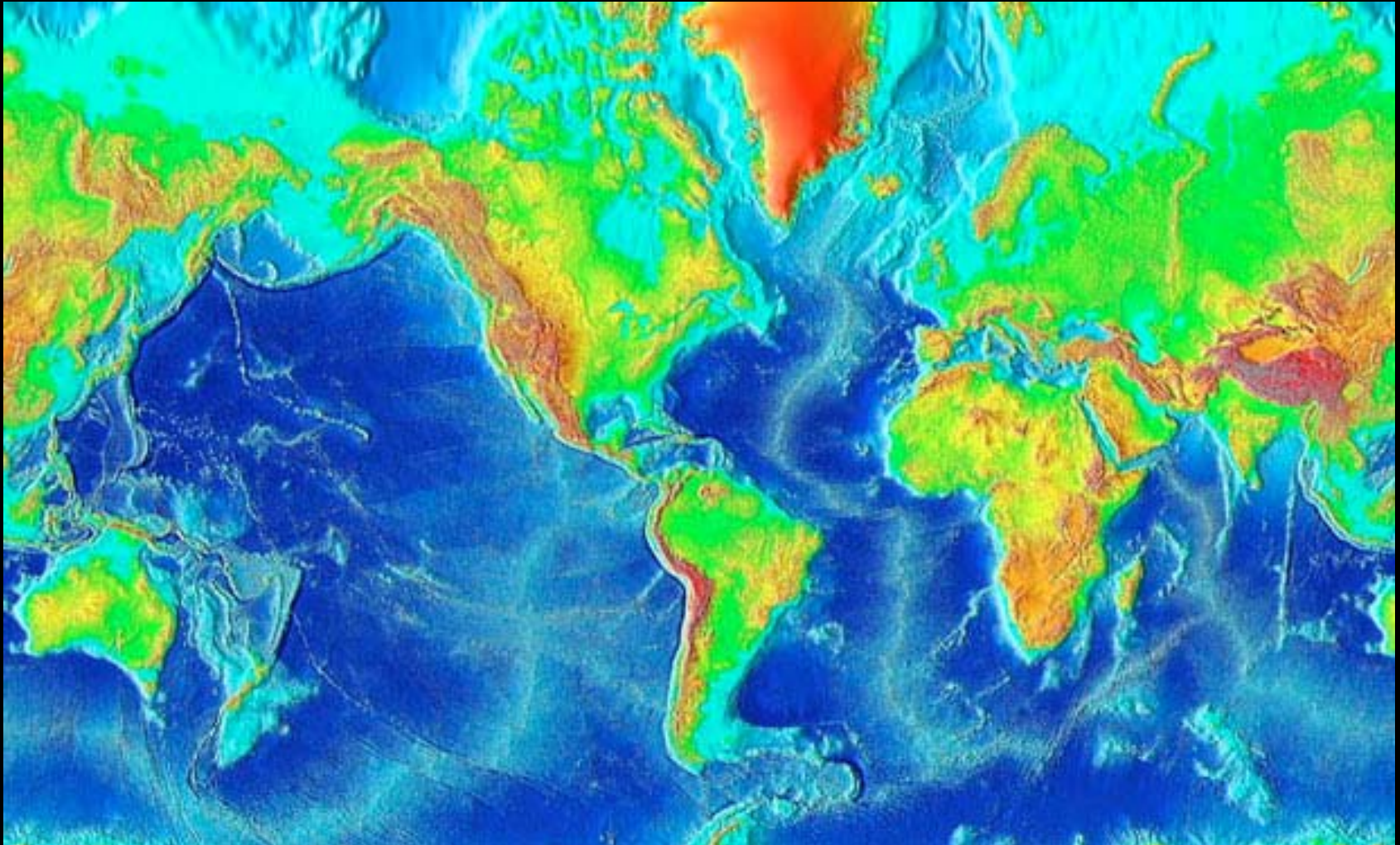


Copyright Helmut Gritscher

Pembentukan Pegunungan



GAMBARAN PERMUKAAN BUMI



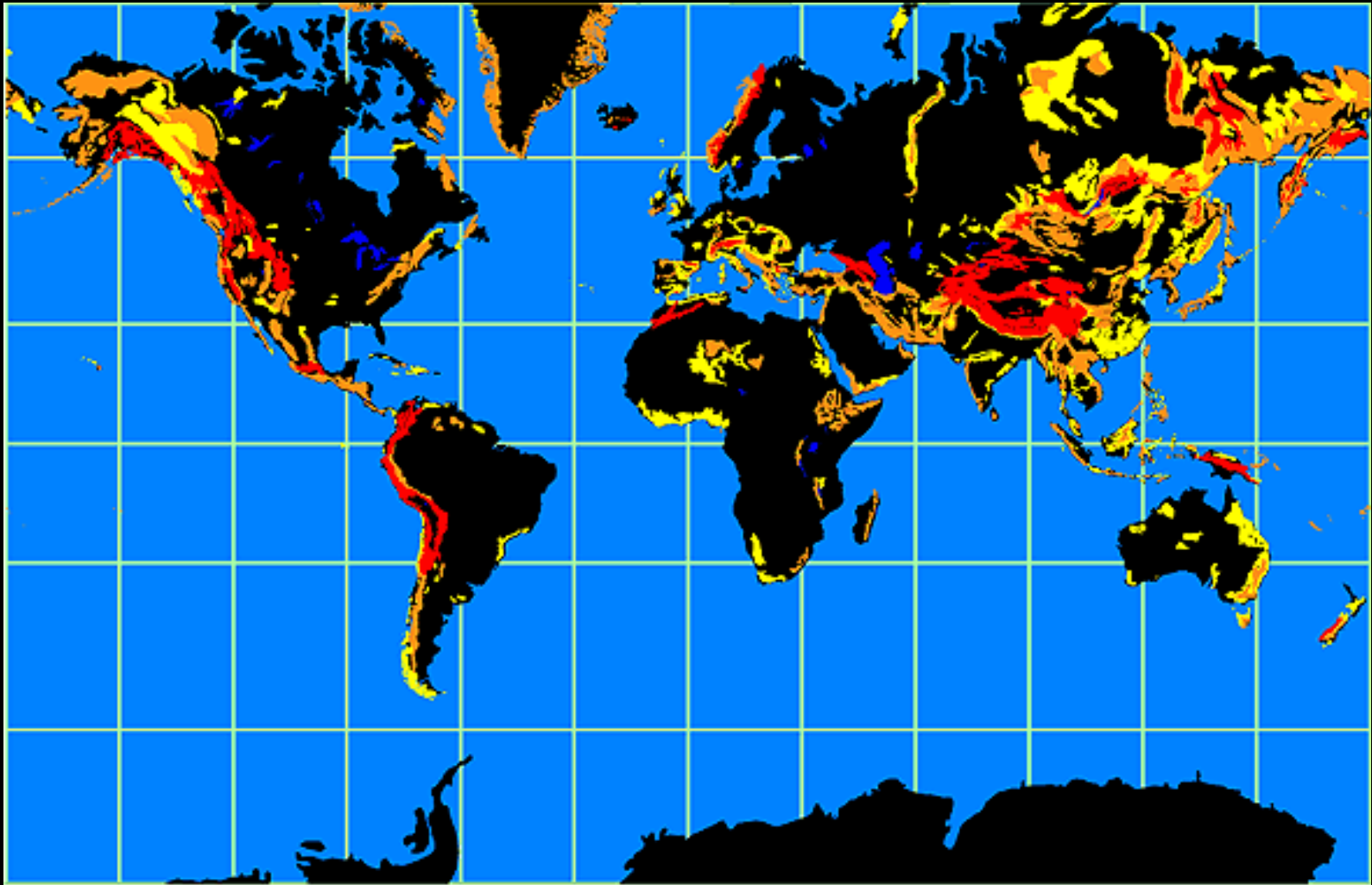


Gambaran tentang Benua dan Samudera :

- Dataran Benua dan Tepi Benua
- Rangkaian Pegunungan
- Rangkaian Gunung Api
- Lantai dan Punggungan Samudera
- Palung laut dalam
- Distribusi Pusat Gempa



GAMBARAN PERMUKAAN BUMI



RANGKAIAN PEGUNUNGAN



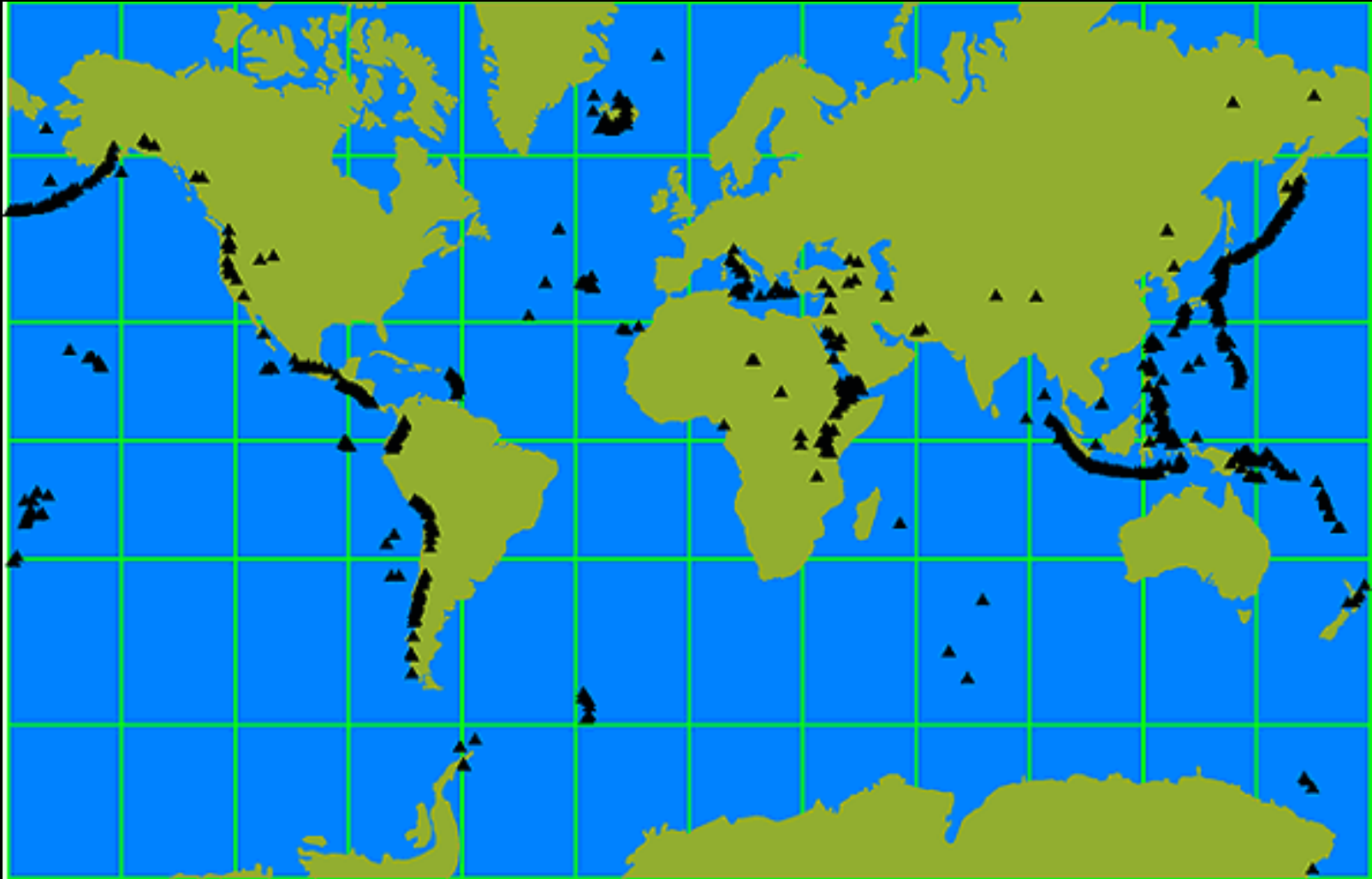
GAMBARAN PERMUKAAN BUMI



PUSAT GEMPA



GAMBARAN PERMUKAAN BUMI



GUNUNG API

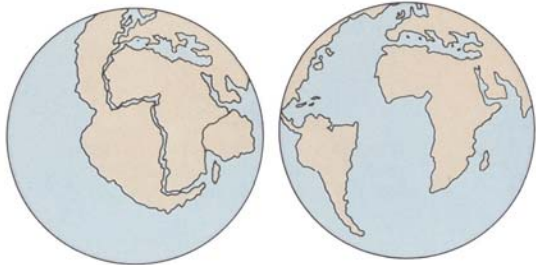


- **EROSI DI PEGUNUNGAN**
 - **SEDIMENTASI DAN PERUBAHAN MENJADI BATUAN**
 - **PENGANGKATAN BATUAN MENJADI PEGUNUNGAN**
 - **PERGERAKAN BENUA**
- **MERUPAKAN DINAMIKA DARI GERAK DI BUMI**



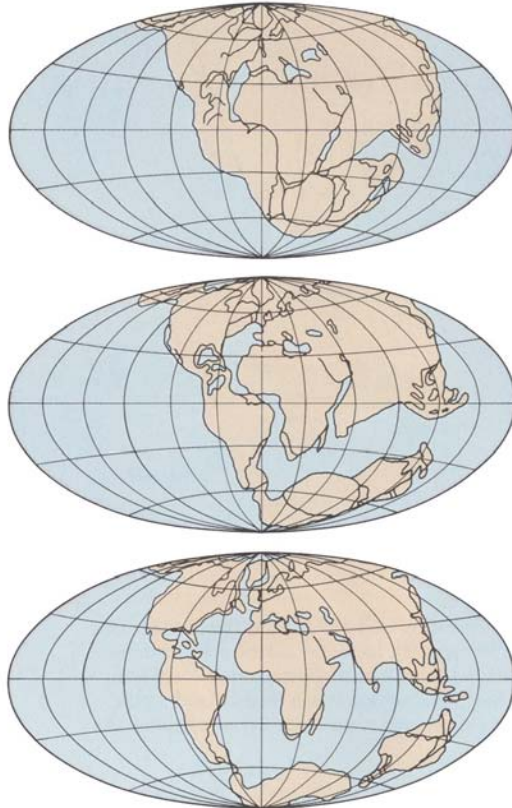
CONTINENTAL DRIFT

Antonio Snider-Pelligrini (1858)



(A) Maps made by Antonio Snider-Pelligrini in 1858.

Alfred Wegener (1915)



(B) Maps made by Wegener in 1915.



Bukti geologi; batuan fosil dan gambaran struktur, bentuk pantai, menunjukkan bahwa kontinent pernah menjadi satu.



PERKEMBANGAN AKTUAL PEMISAHAN BENUA & PEMEKARAN SAMUDERA

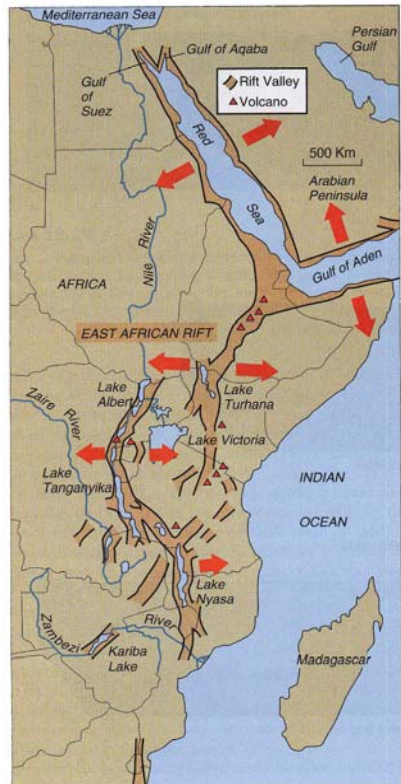


Figure 19.23
The East African Rift Valleys and the Red Sea.



Figure 19.24
Spacecraft photograph looking south along the Red Sea, Gulf of Suez at bottom, Gulf of Aqaba at lower left. Note similarities in the shorelines of the Arabian peninsula (left) and Africa (right), suggesting that the Red Sea was formed by splitting of the continent.
Photo by NASA

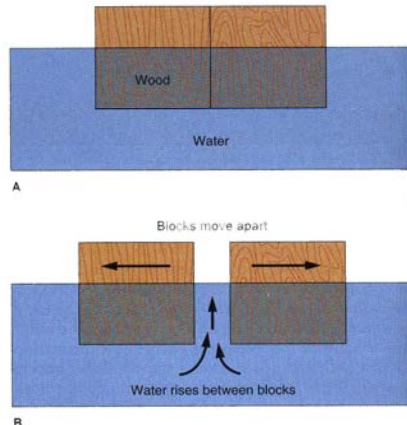
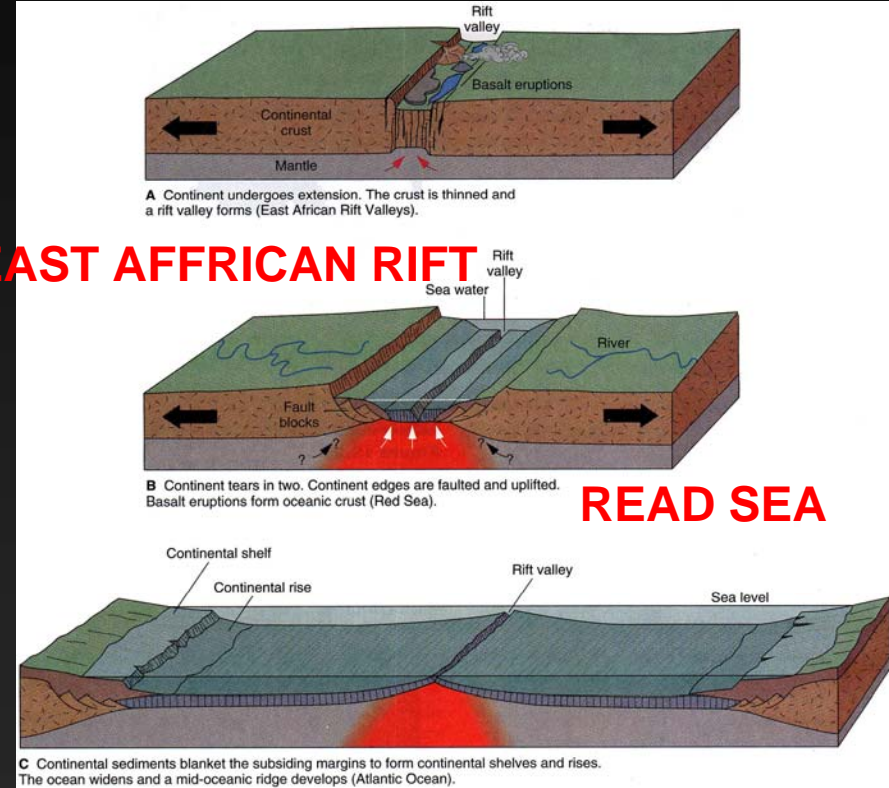


Figure 19.25



EAST AFRICAN RIFT

READ SEA

ATLANTIC OCEAN

>> MENJELASKAN PROSES PERGERAKAN BENUA



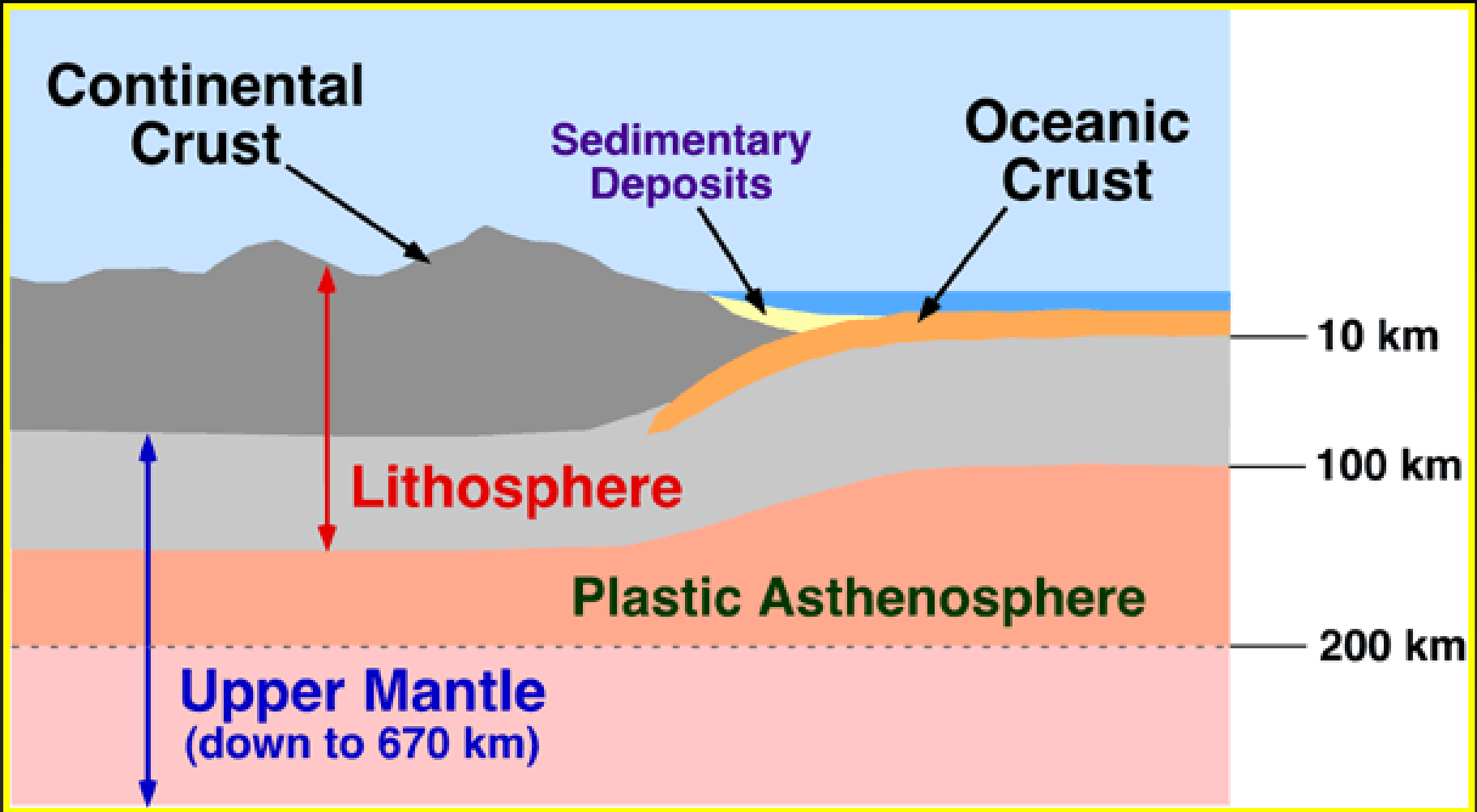
▪ DINAMIKA DI BUMI :

➤ Merupakan refleksi dari proses dari dalam bumi (Volkanisme, Gempa Bumi, Pengangkatan) dan proses di permukaan, sebagai interaksi antara permukaan bumi dengan Atmosfer, Hidrosfer dan peran dari Biosfer.

➤ Dinamika proses ini merupakan pengaruh dari pergerakan di lapisan bumi yang padat yaitu Litosfer (s/d 100 km)



LITOSFER & STRUKTUR BUMI



LITOSFER & ASTENOSFER – KERAK (CRUST) & MANTEL BUMI

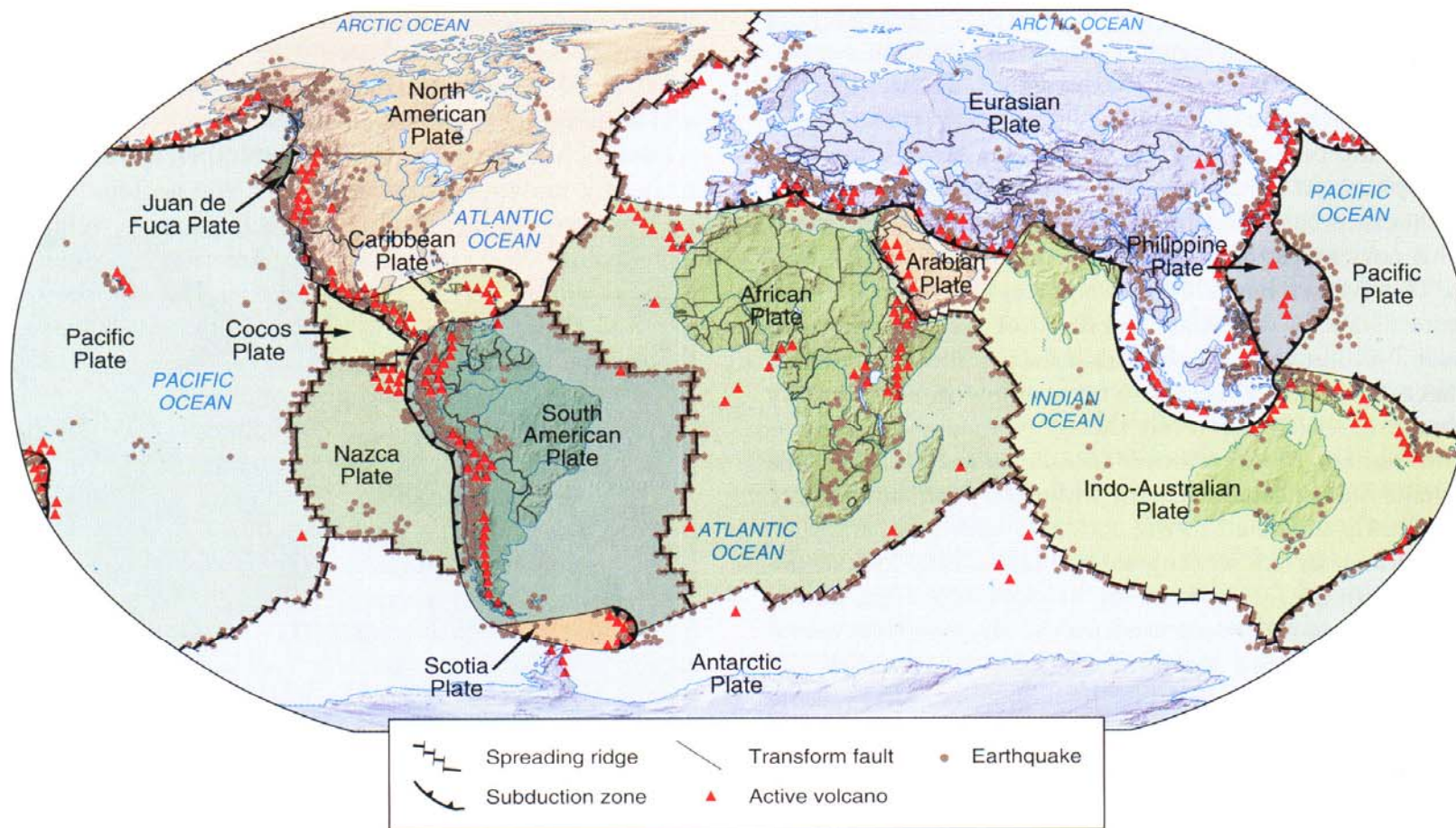


▪ DINAMIKA DI BUMI :

- Litosfer ini yang disebut sebagai “Lempeng Tektonik” didalam teori yang dikenal sebagai TEKTONIK LEMPENG
- Teori ini menjelaskan pergerakan litosfer, jenis gerakanya, serta proses-proses geologi yang utama, diantaranya, kejadian magma, volkanisme, pembentukan pegunungan, pengangkatan, gempa bumi dan sebagainya.



TEKTONIK LEMPENG



DISTRIBUSI LEMPENG (LITHOSFER) DAN PROSES GEOLOGI UTAMA



- **LEMPENG (TEKTONIK)**

Adalah Litosfer, terdiri dari Kontinent, Samudera atau keduanya.



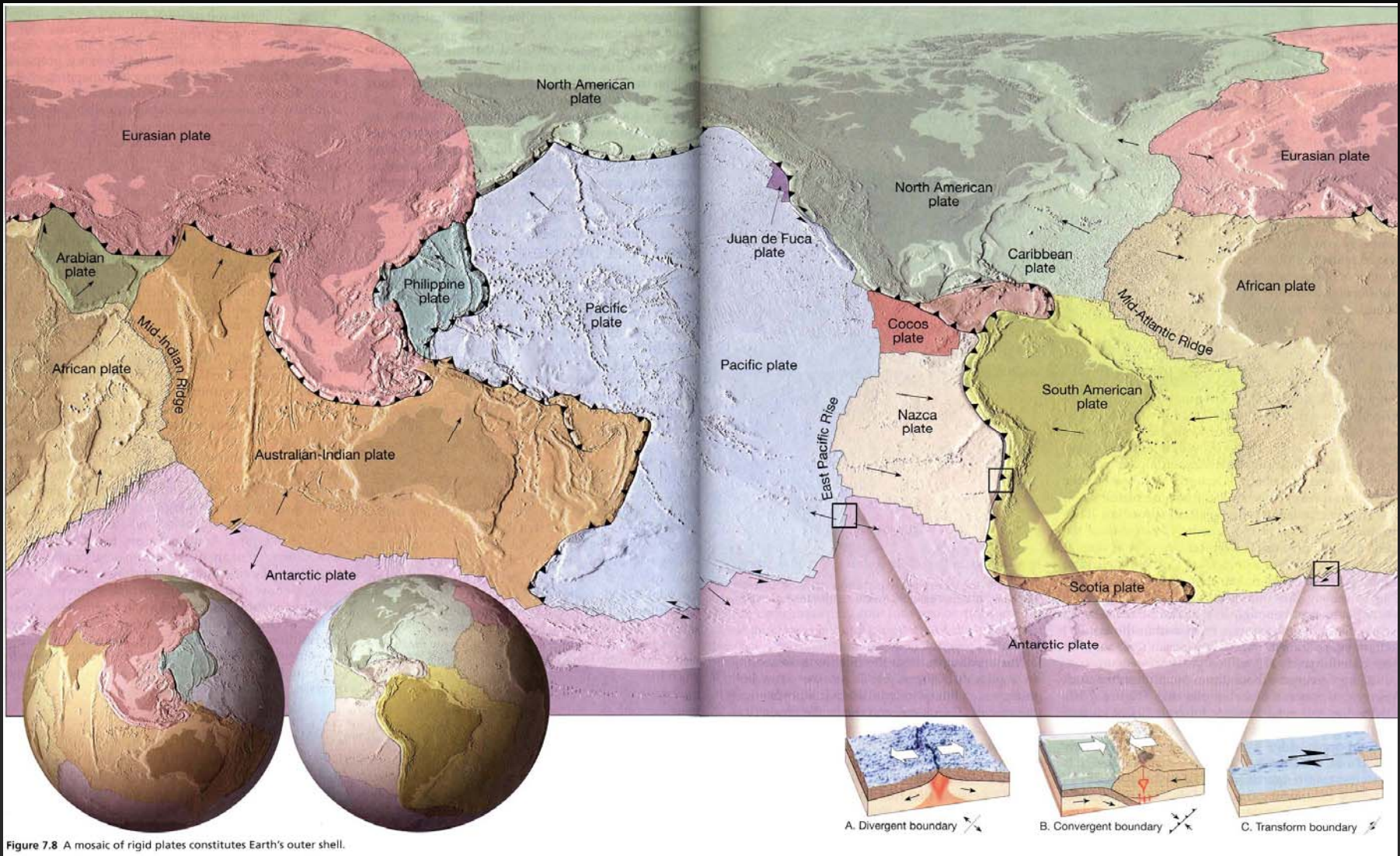
- **ASTENOSFER**

Merupakan lapisan yang plastis dibawah litosfer, sebagai tumpuan Litosfer yang “mobile” di atasnya.



TEKTONIK LEMPENG (PLATE TECTONICS)

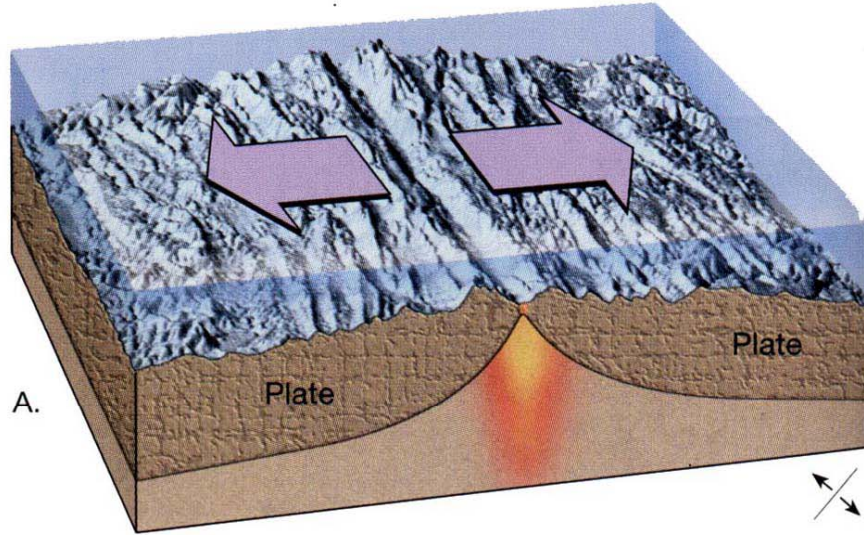
Geology



Batas Lempeng Pertemuan (Convergen), Pemisahan (Divergen) dan Pergeseran (Transform)

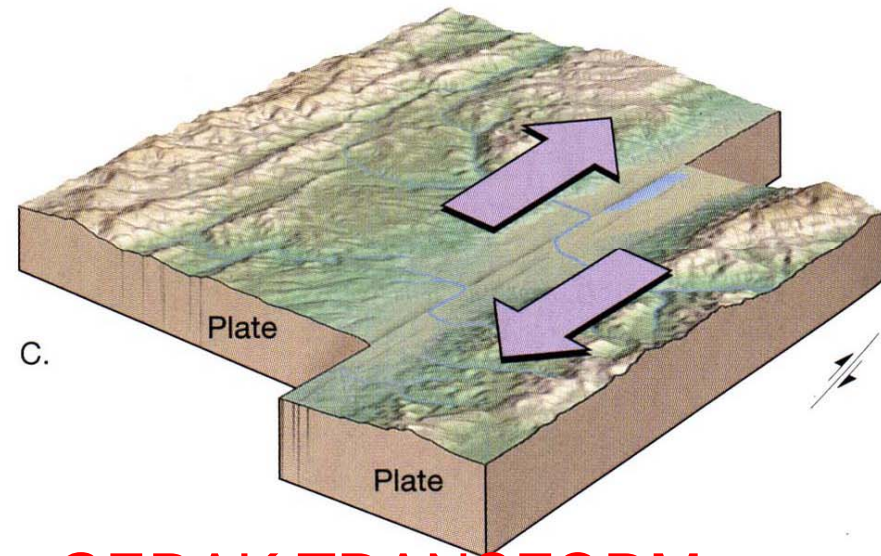
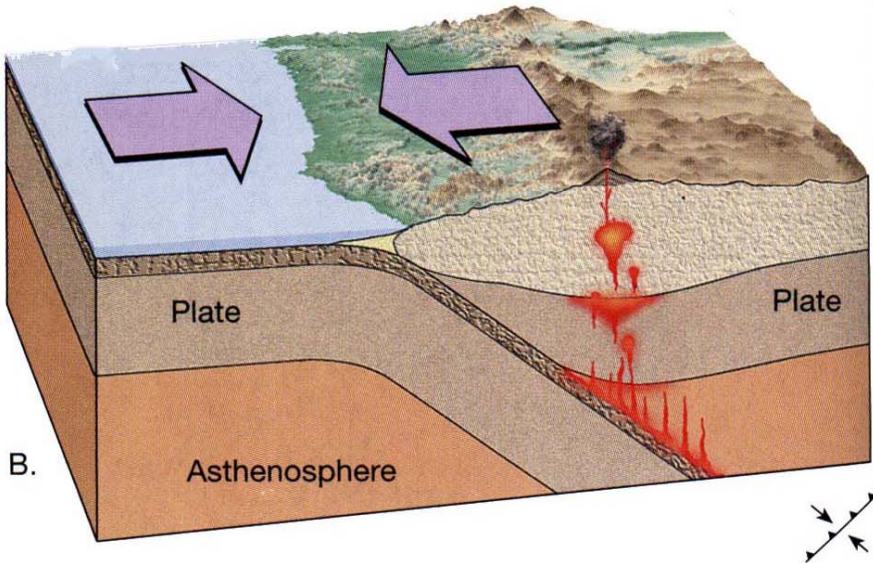


GERAK UTAMA PADA TEKTONIK LEMPENG



GERAK
DIVERGEN

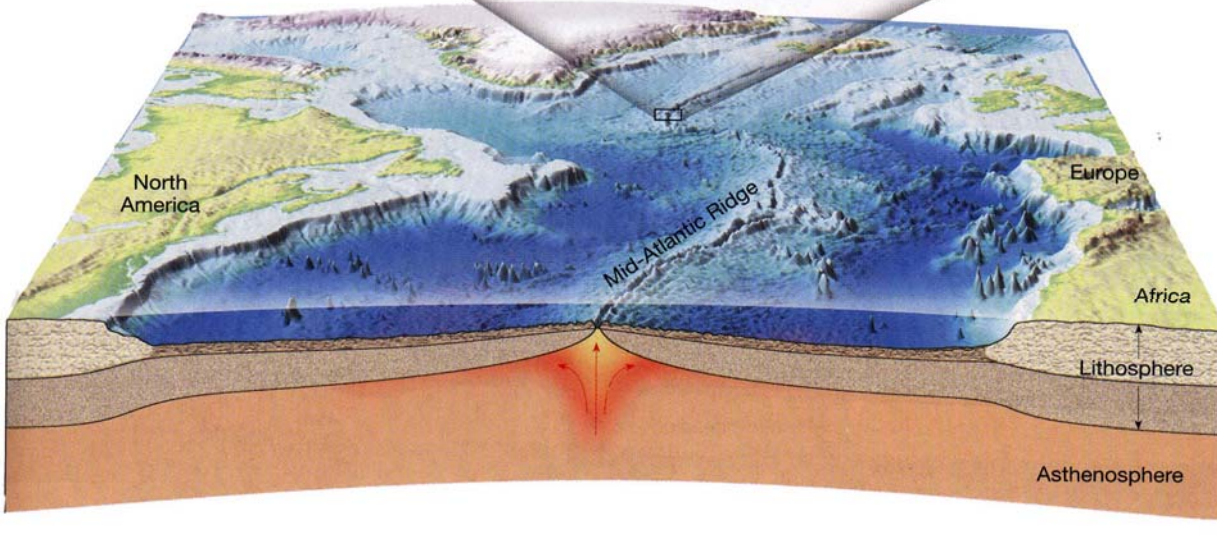
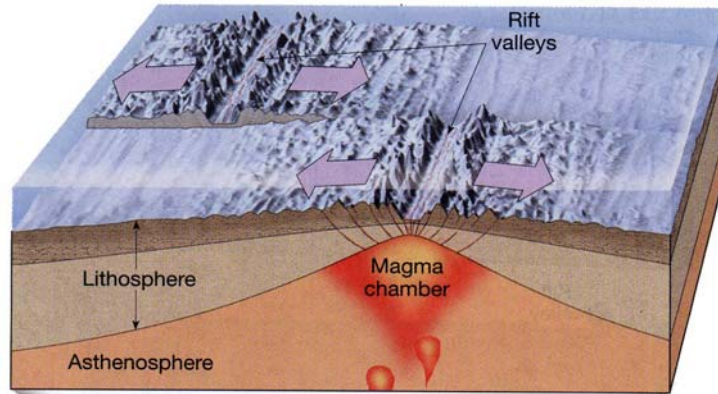
GERAK
CONVERGEN



GERAK TRANSFORM



GERAK DIVERGEN (Pemekaran Samudera)



MENGHASILKAN;

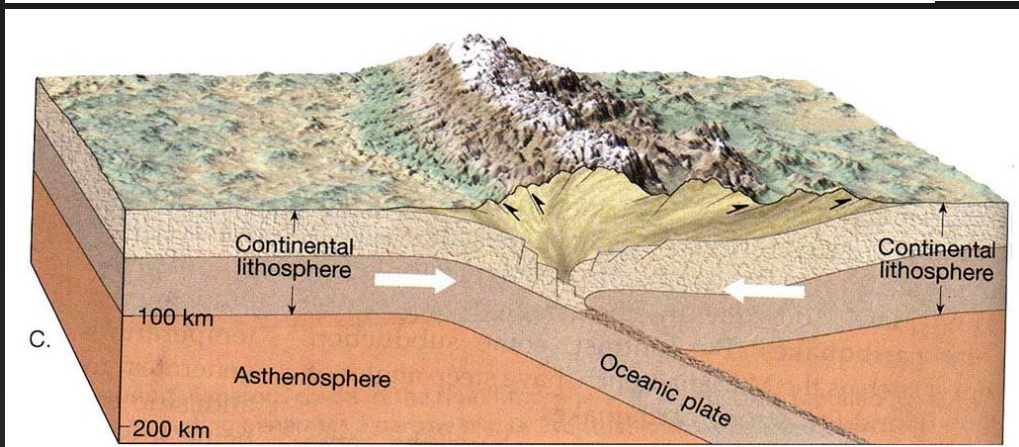
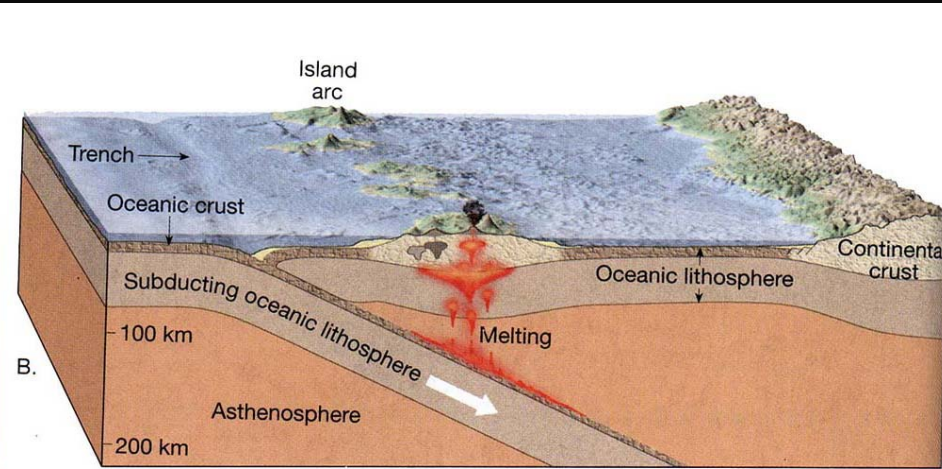
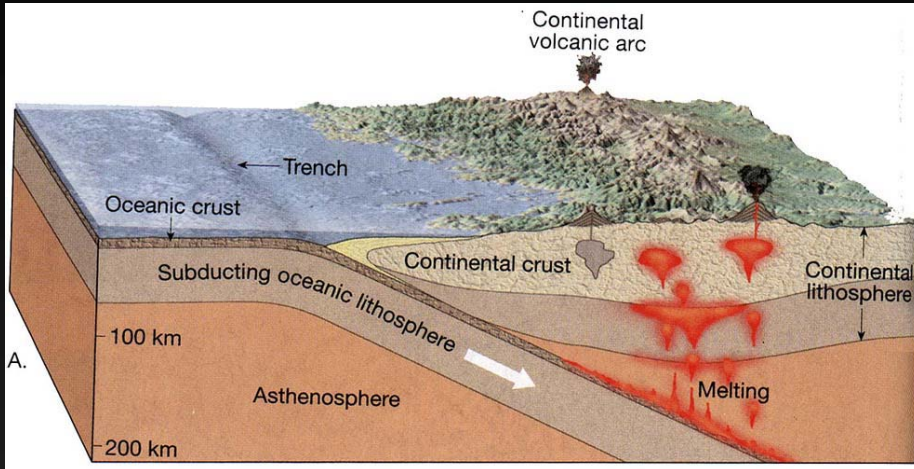
**- KELUARNYA MAGMA
DI LANTAI SAMUDERA**

**- PUNGGUNGAN
SAMUDERA**

**- TERBENTUKNYA
LANTAI SAMUDERA
BARU**



GERAK KONVERGEN (Subduksi – Kolisi)



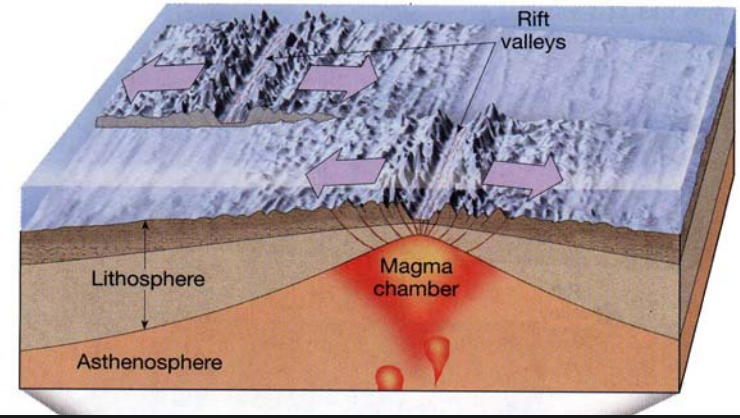
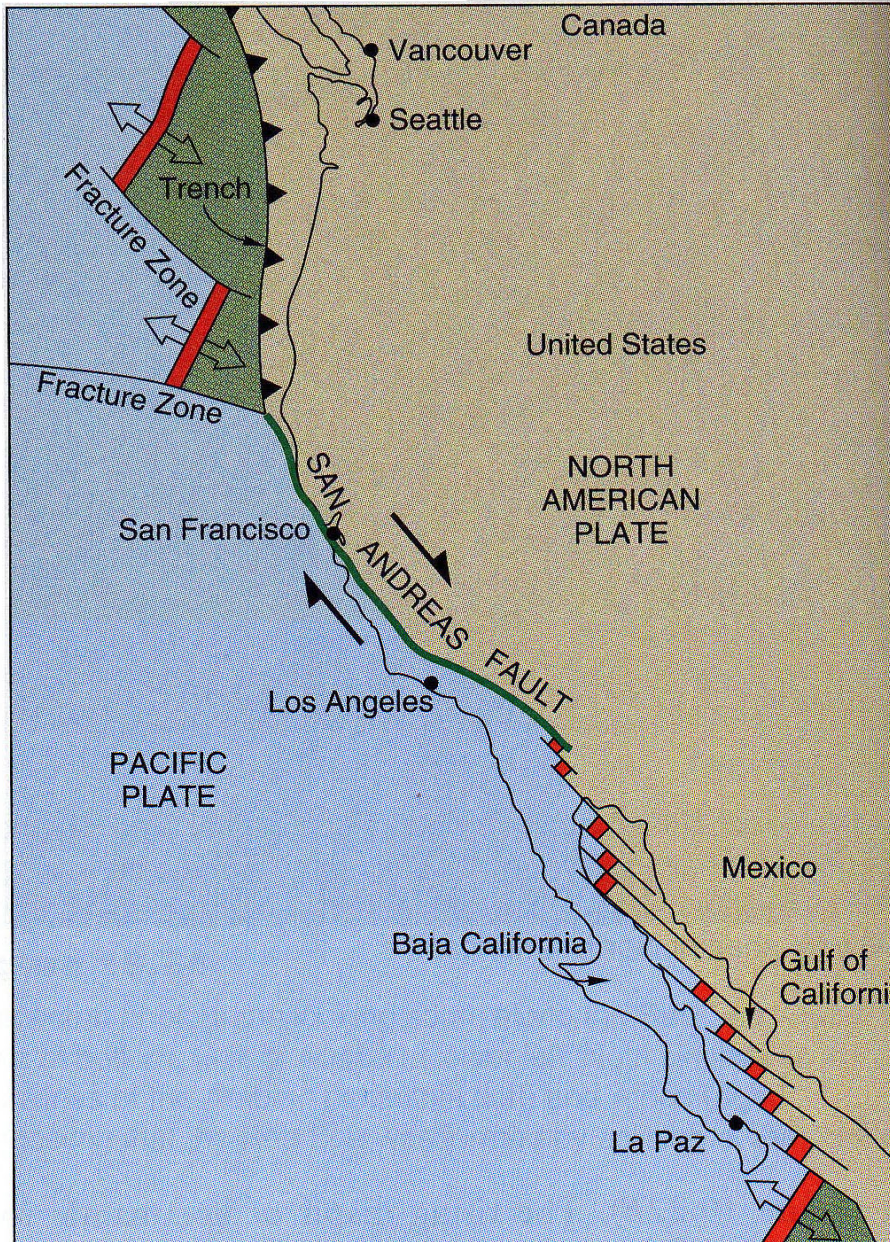
MENGHASILKAN;

- KEGIATAN GUNUNG API (VOLKANISME)

- TERBENTUKNYA RANGKAIAN PEGUNUNGAN



GERAK MENDATAR (Strike-Slip/Transform)



- MENGHASILKAN;**
- PERGESERAN DI LANTAI SAMUDERA
 - PATAHAN (SESAR) AKTIF SAMUDERA
 - GEMPA DANGKAL



TEKTONIK & KEGEMPAAN

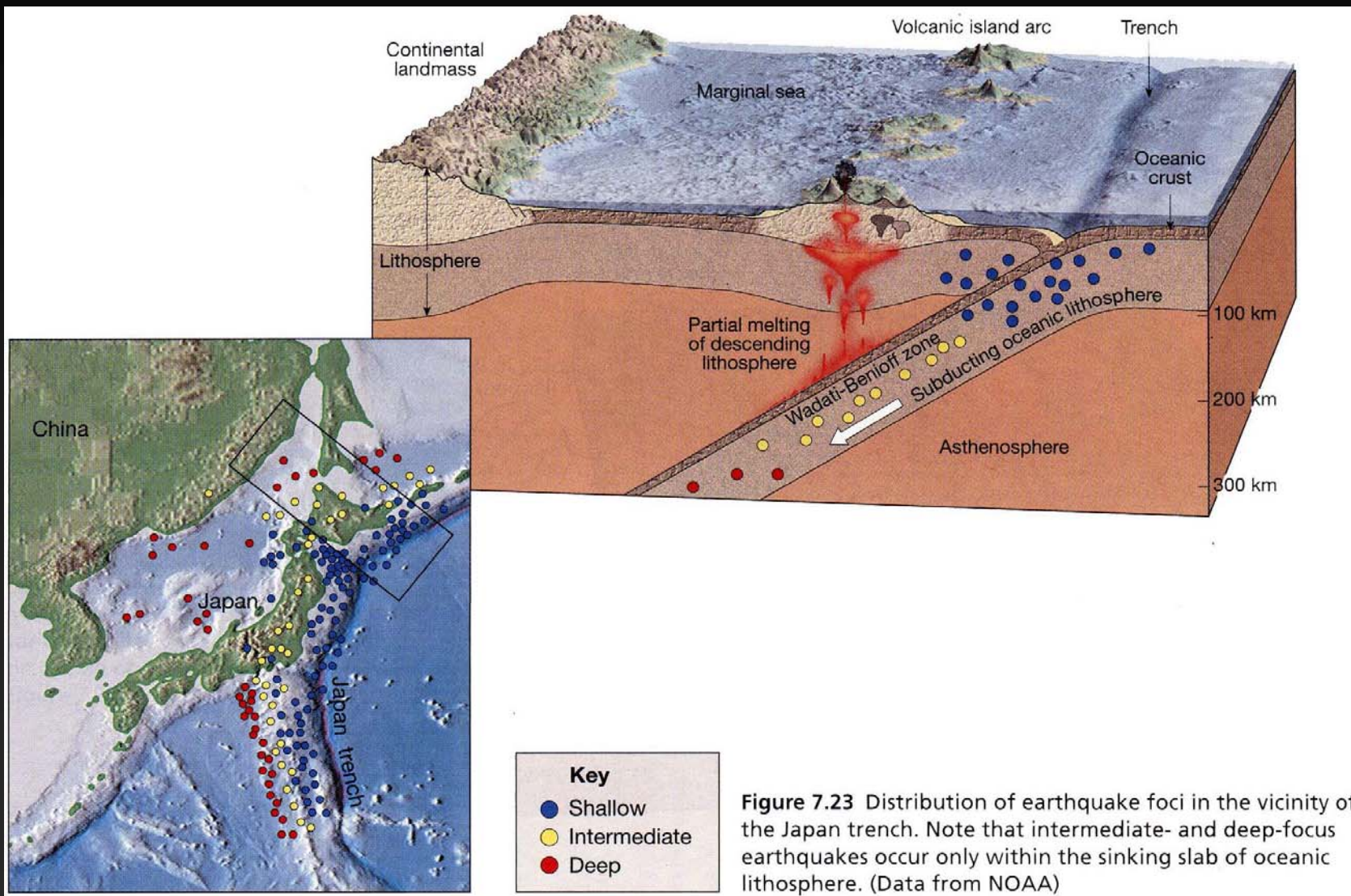


Figure 7.23 Distribution of earthquake foci in the vicinity of the Japan trench. Note that intermediate- and deep-focus earthquakes occur only within the sinking slab of oceanic lithosphere. (Data from NOAA)

SUBDUKSI & GEMPA BUMI



- **Merupakan Revolusi dalam Ilmu Kebumihan**
 - **Menjelaskan Proses Geologi Utama (Volkanisme, Kegempaan, Pembentukan Rangkaian Pegunungan dan Cekungan)**
- **Menjadi Konsep Dasar dalam Eksplorasi Sumberdaya Minyak-Gas Bumi dan Mineral**
 - **Mengembangkan Penemuan Baru Cekungan Potensial, Jalur Mineralisasi (Metalogen)**