

# **Pengantar Geologi Rekayasa**

---

## **Proses Pembentukan Batuan**

**Sherly Meiwa , ST., MT**



Department of Civil Engineering  
Universitas Komputer Indonesia  
Bandung, 2020

# Definisi Geologi Teknik

**Geologi** adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk kerak bumi (*earth crust*); mulai dari asal-usul, jenis, komposisi, dan penyebaran materialnya, hingga struktur dan proses perubahan yang terjadi.

**Geologi teknik** atau **Engineering Geology** adalah ilmu geologi terapan dalam bidang teknik sipil yang mempelajari hubungan dan pengaruh geologi terhadap pekerjaan konstruksi (*engineering practice*).

**Geoteknik** atau **Geotechnic** adalah cabang dari ilmu teknik sipil yang menerapkan geologi dalam tahap perencanaan, pelaksanaan maupun operasional pada pekerjaan konstruksi.



# Definisi Geologi Teknik

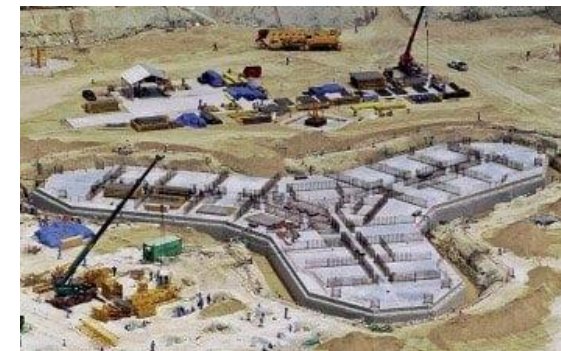
## Geologi



## Geologi Teknik (*Engineering Geology*)



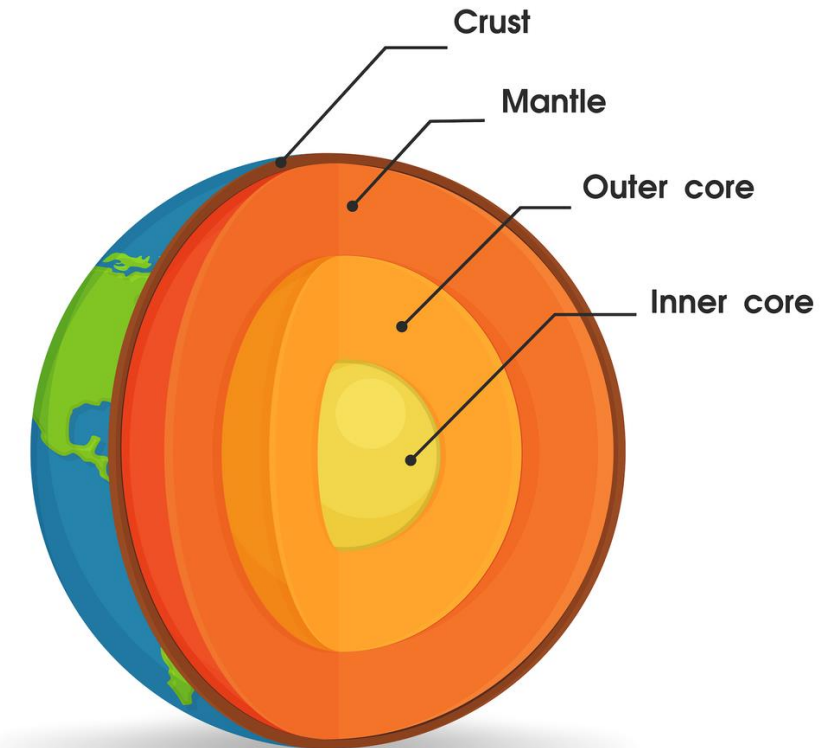
## Geoteknik (*Geotechnic*)



# Struktur Bumi

*Inner core* (inti dalam) adalah pusat dan bagian terpanas dari bumi. Bahannya solid (padat) dan terbuat dari besi dan nikel dengan temperature hingga  $5500^{\circ}\text{C}$

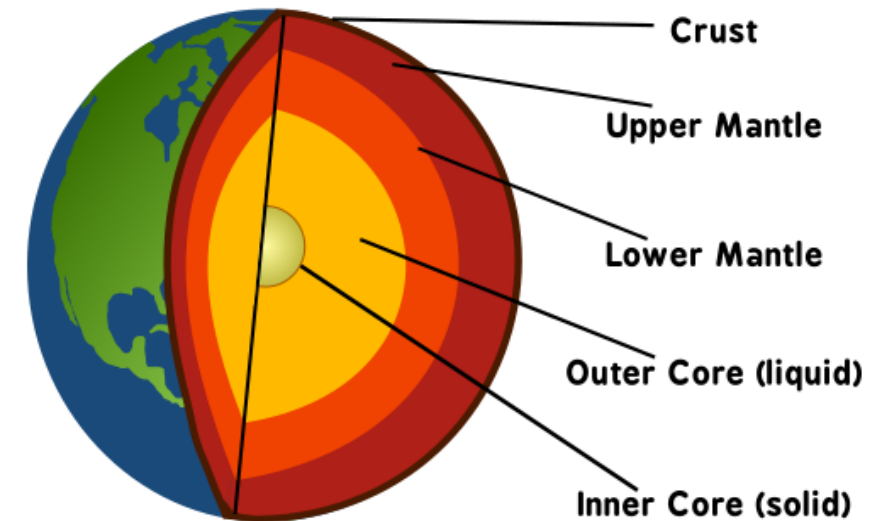
*Outer core* (inti luar) adalah lapisan berbentuk cair sekeliling inner core yang juga terbuat dari besi dan nikel dengan temperatur yang kurang lebih sama dengan inner core.



# Struktur Bumi

*Mantle* (selubung) adalah lapisan paling tebal dari bumi. Diameternya  $\pm 2900$  km. Lapisan ini terbuat dari *semi-molten rock* (magma). Bagian atas mantle merupakan batuan keras, dan bagian di bawahnya merupakan batuan lunak (batuan meleleh)

*Crust* (kerak) merupakan bagian paling luar dari bumi dengan tebal lapisan 0-60 km. Crust merupakan batuan padat tempat kita hidup

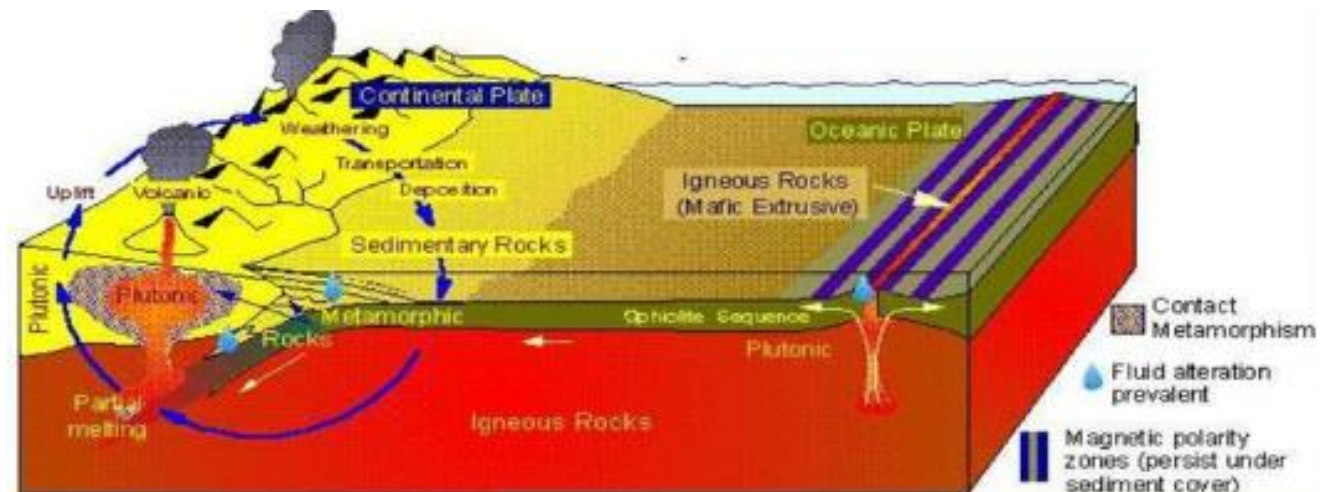


# Daur Geologi

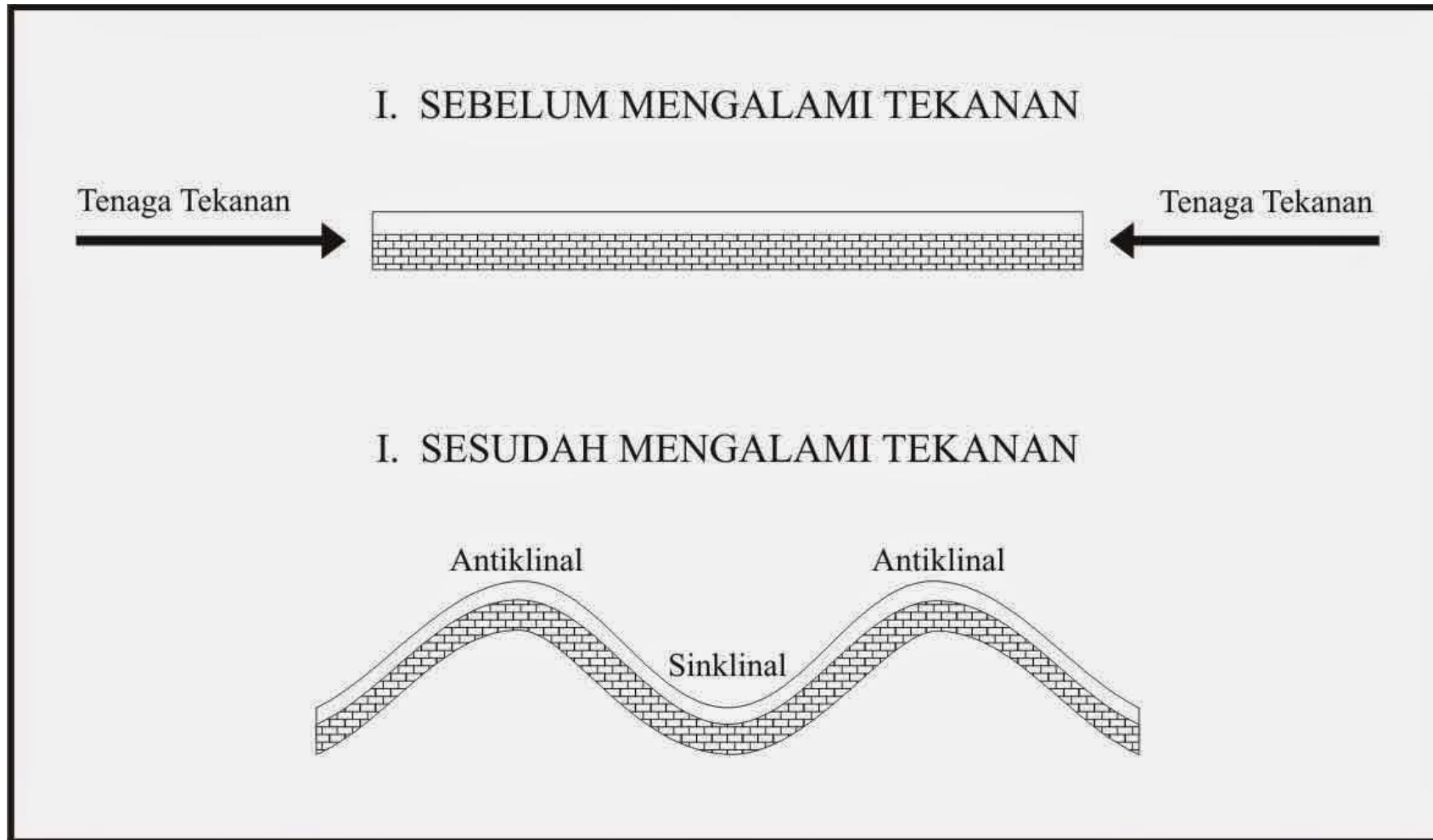
Daur Geologi adalah suatu daur gejala geologis dari pelapukan, pengangkutan, pengendapan, perlipatan, pengangkatan yang silih berganti.

Daur geologi dibagi menjadi 3 bagian :

1. **Orogenesis**, yaitu pembentukan pegunungan
2. **Glyptogenesis**, yaitu penghancuran timbunan antara lain akibat gaya-gaya eksogen
3. **Litogenesis** yaitu pembentukan kembali batuan endapan ke dalam Samudra.



# Daur Geologi-Orogenesis

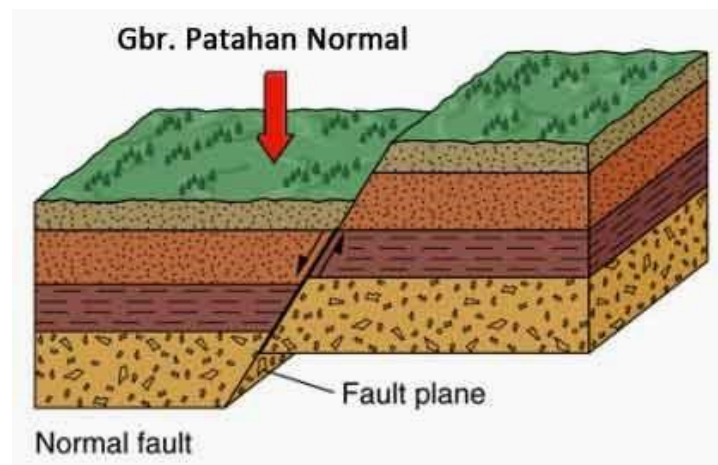
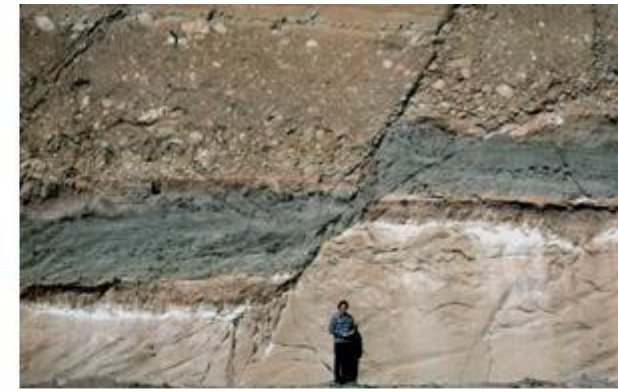
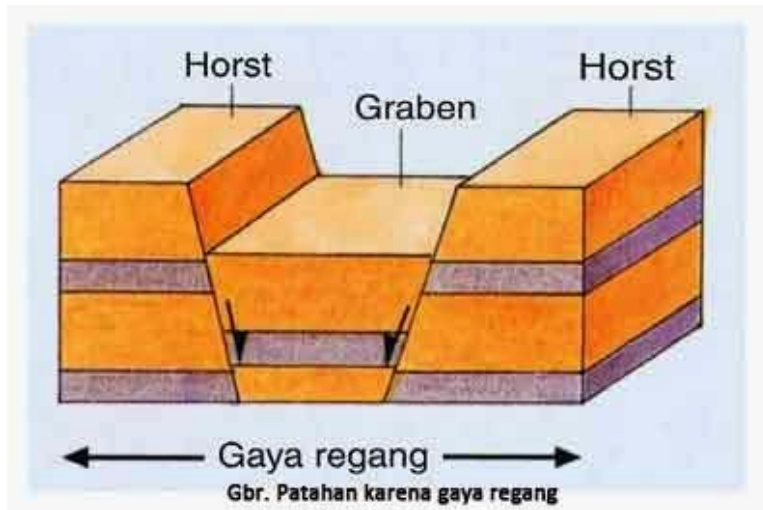


Akibat dari arah Gerakan lapisan kulit bumi secara vertical maupun horizontal. Arah ini menyebabkan terjadinya pengangkatan maupun penurunan permukaan bumi.

Gunung terjadi karena adanya proses gaya tektonik yang bekerja dalam bumi, salah satunya disebut orogenesis.

# Penyebab Gerakan Orogenesis

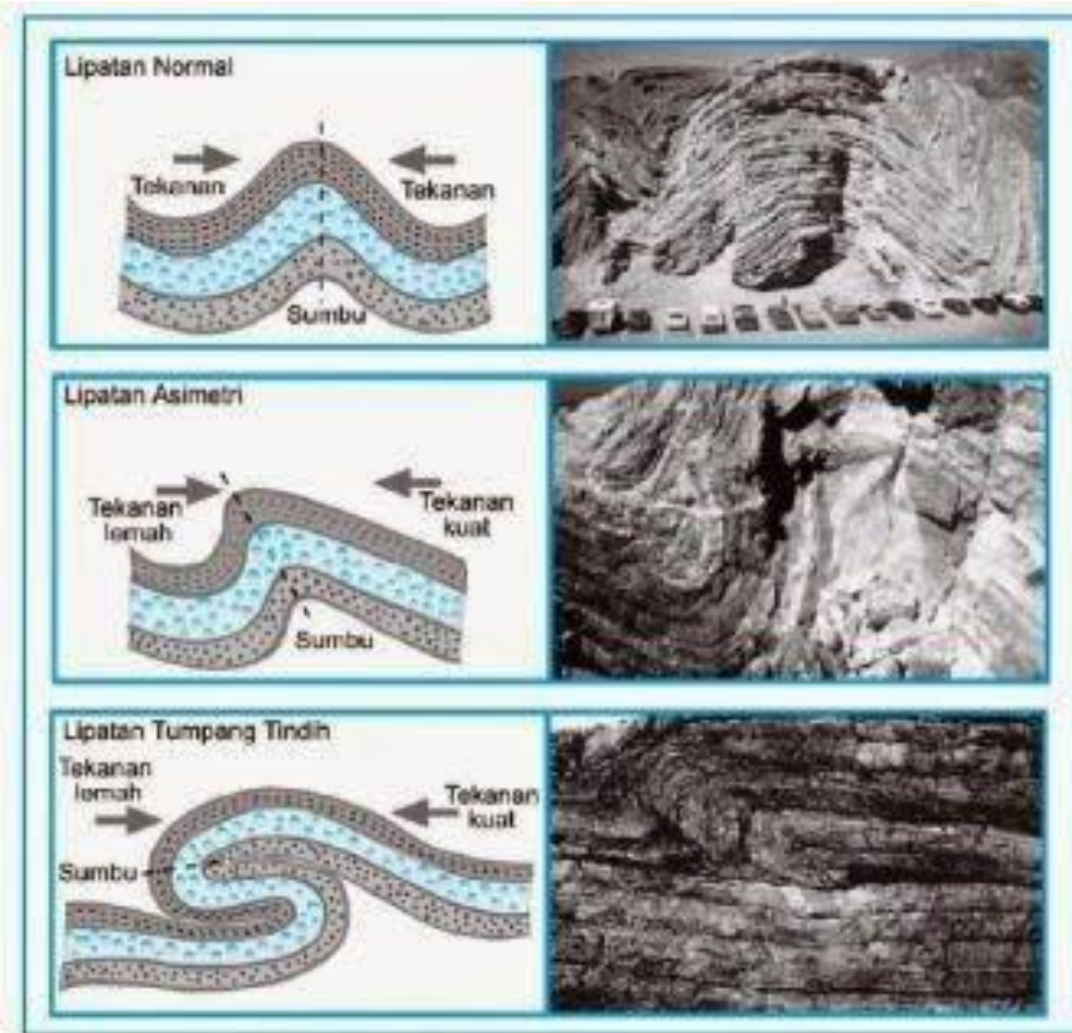
## 1. Patahan (Sesar/ Fault)





# Penyebab Gerakan Orogenesis

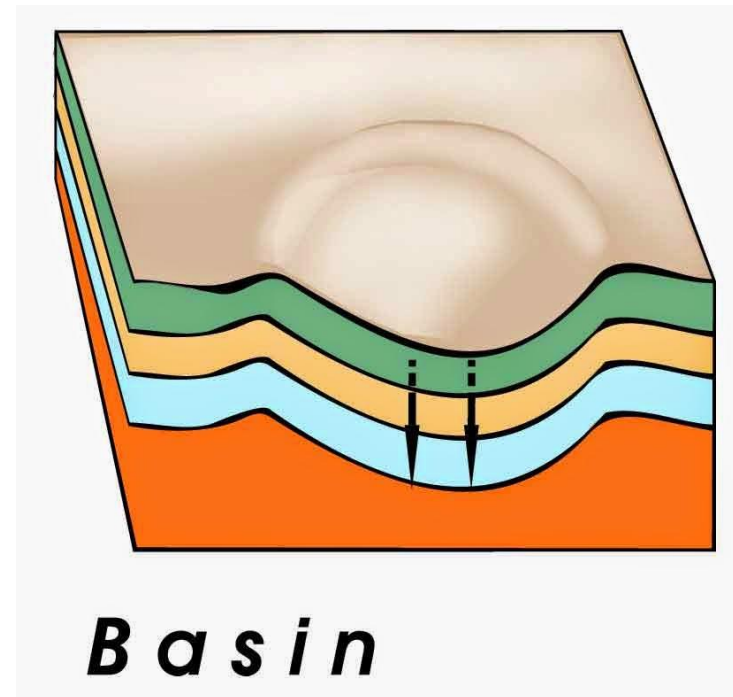
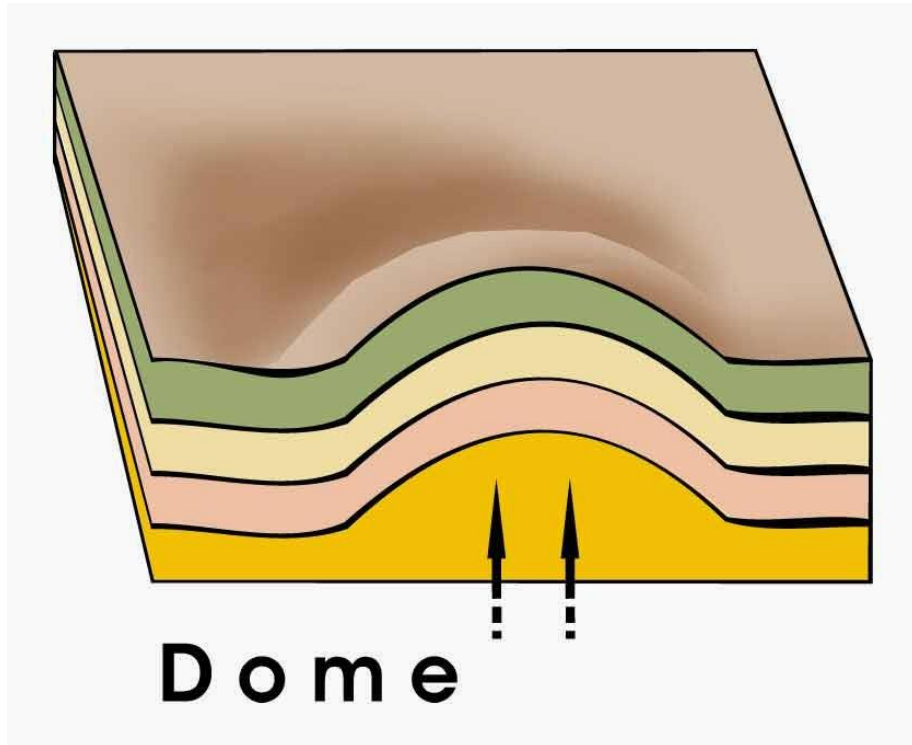
## 2. Lipatan

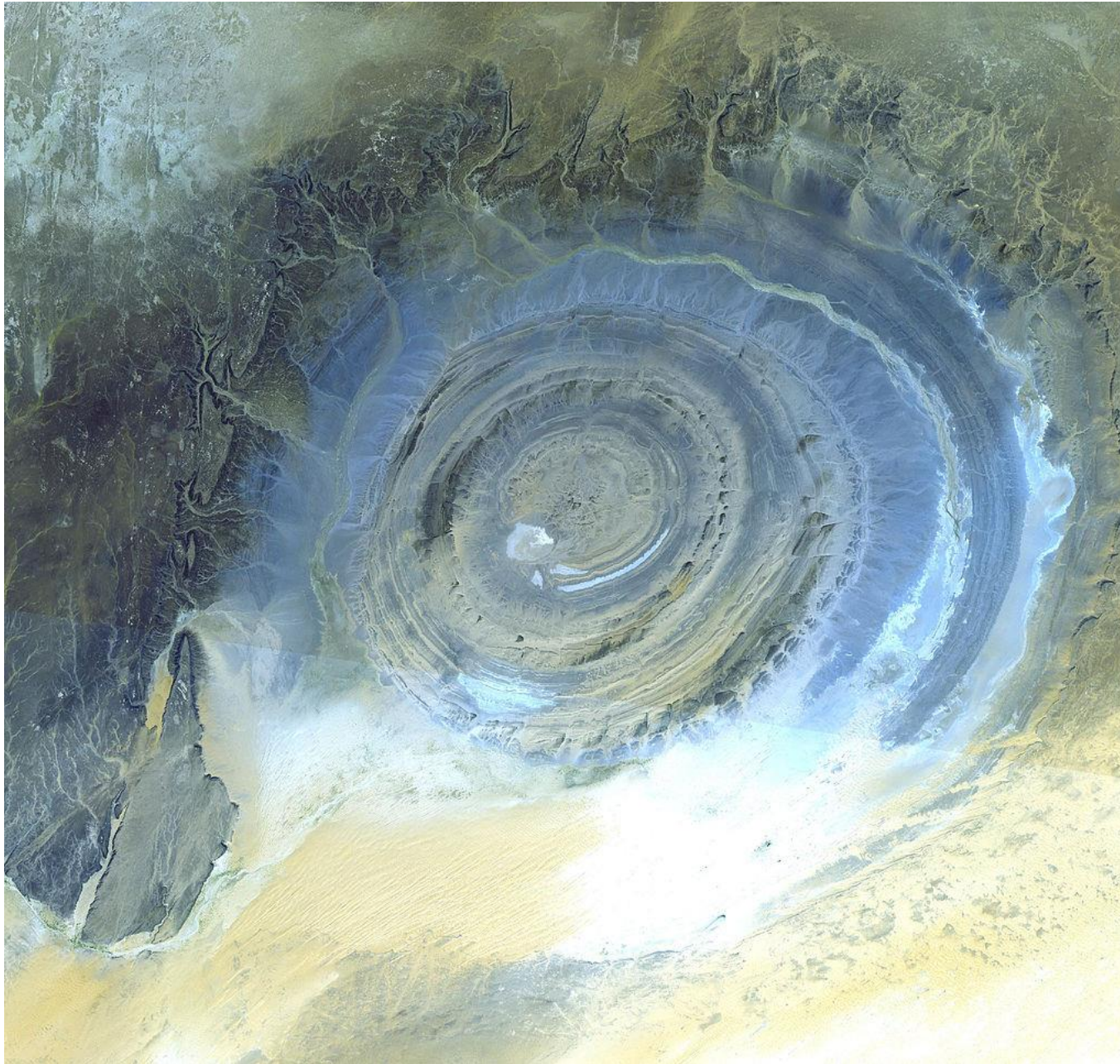


Sumber: Geography Essentials 3  
Gambar 1.6 Jenis-jenis lipatan batuan.

# Penyebab Gerakan Orogenesis

## 3. Pelengkungan

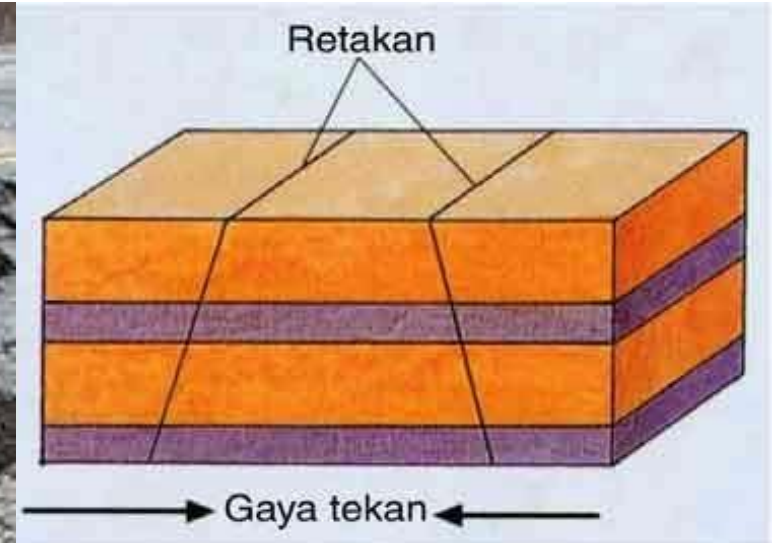




The [Richat Structure](#) in the Sahara Desert of [Mauritania](#). Briefly considered to be an impact structure, it is now believed by most to be a structural dome.

# Penyebab Gerakan Orogenesis

## 4. Retakan



Retakan terjadi karena adanya gaya regangan pada lapisan batuan sehingga menyebabkan batuan menjadi retak.

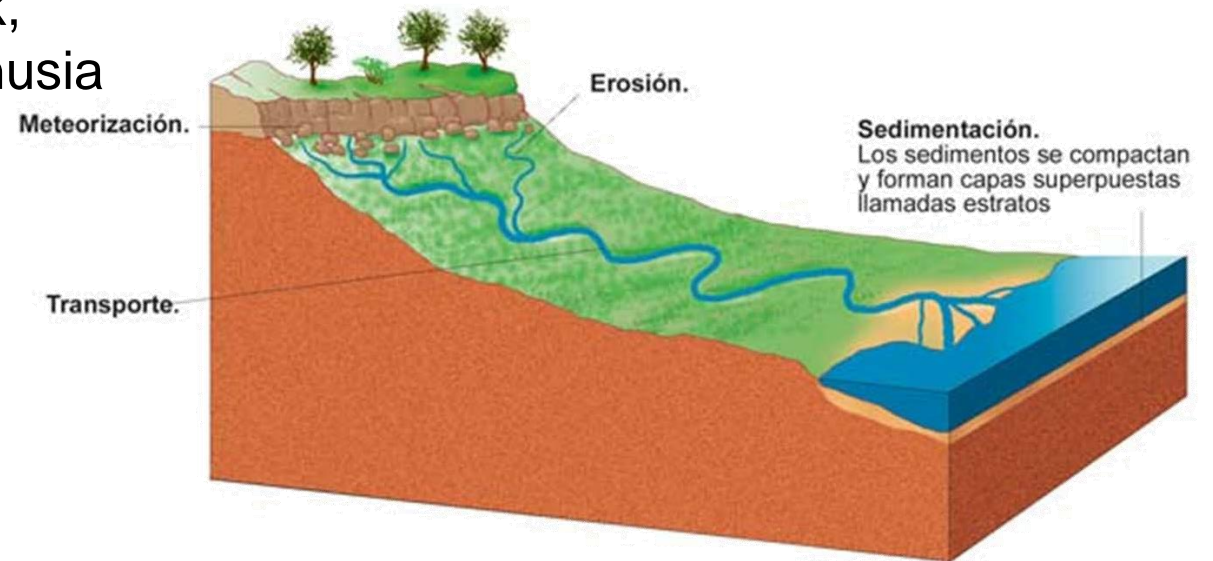
# Daur Geologi - Glyptogenesis

Gliptogenesis : Proses penghancuran suatu pegunungan material kemudian menjadi erasin, denudasi (pengikisan lapisan atas permukaan bumi oleh tenaga eksogen) dan lain-lain.

Secara umum tenaga eksogen berasal dari 3 sumber, yaitu :

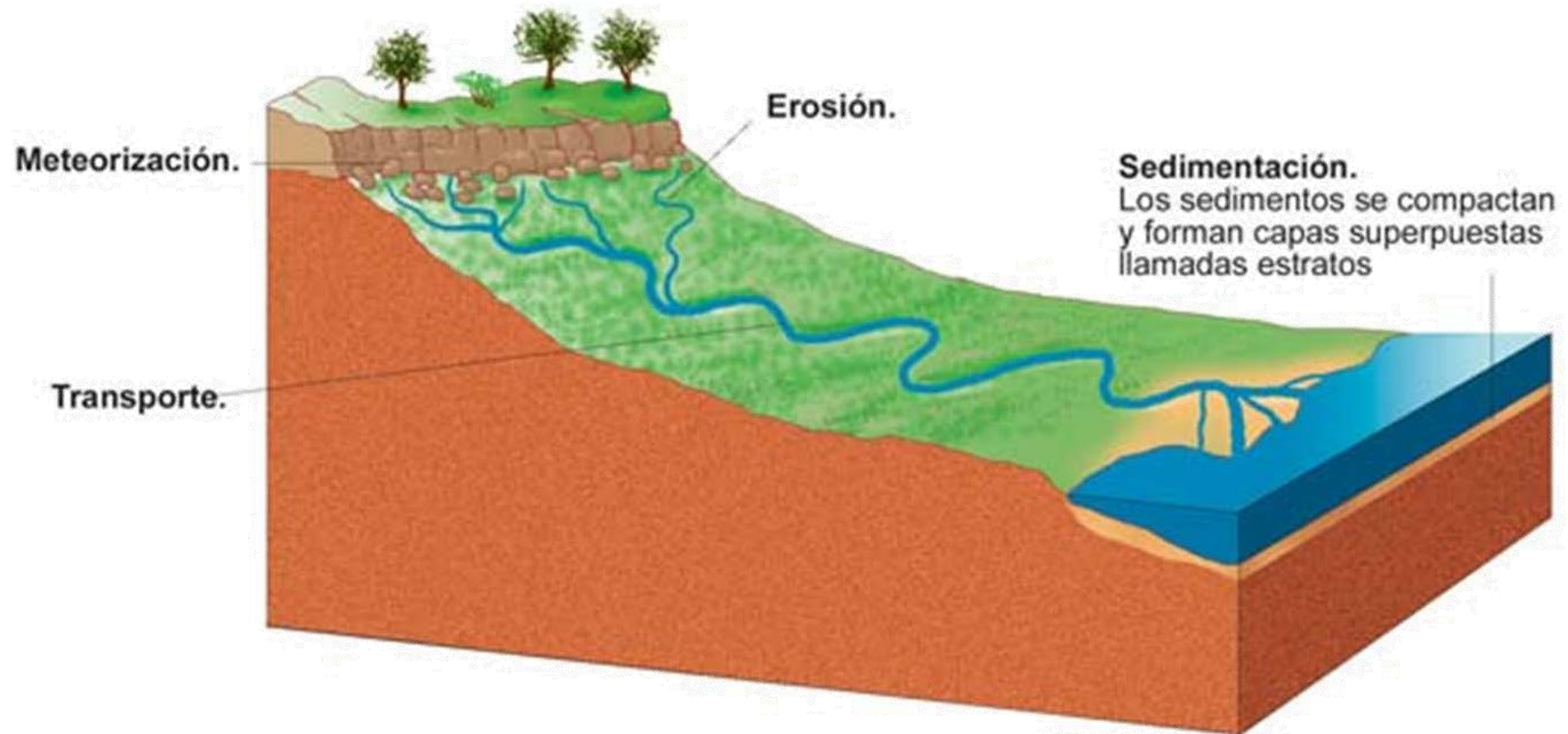
1. Atmosfer : perubahan suhu dan angin
2. Air : yang bias berupa berubah aliran air, siraman hujan, hempasan gelombang laut, gletser, dan sebagainya
3. Organisme yaitu berupa jasad renik, tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia

***Gliptogenesis bersifat destruktif karena merupakan proses penghancuran relief***

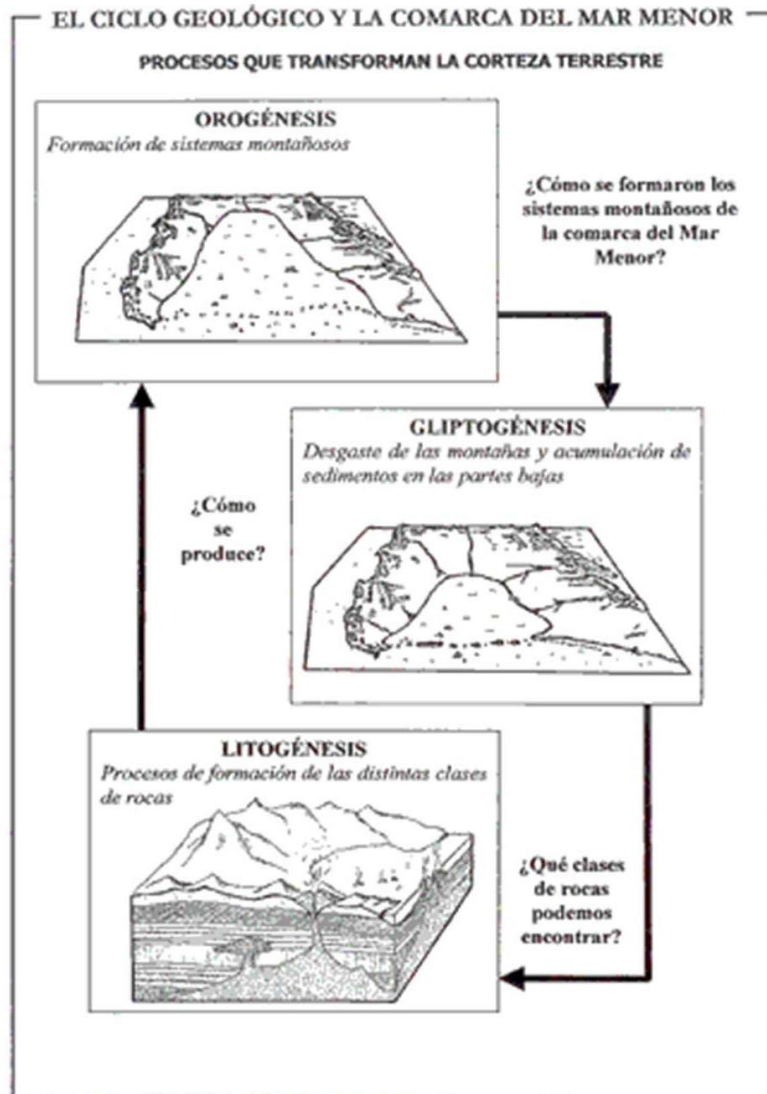


# *Daur Geologi - Litogenesis*

Litogenesis : Pembentukan kembali batuan-batuan endapan (sedimentasi) ke dalam Samudra-samudra

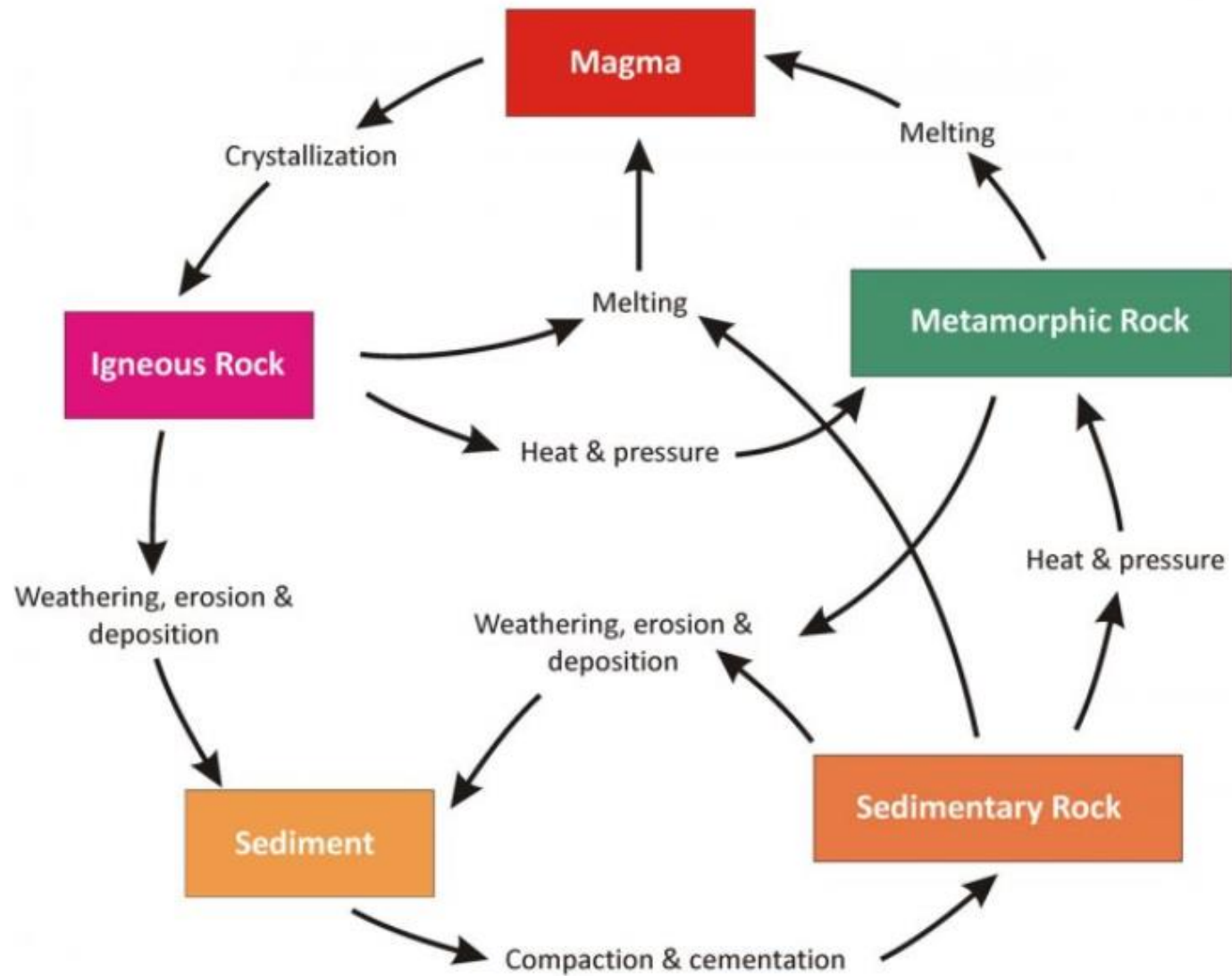


# Daur Geologi



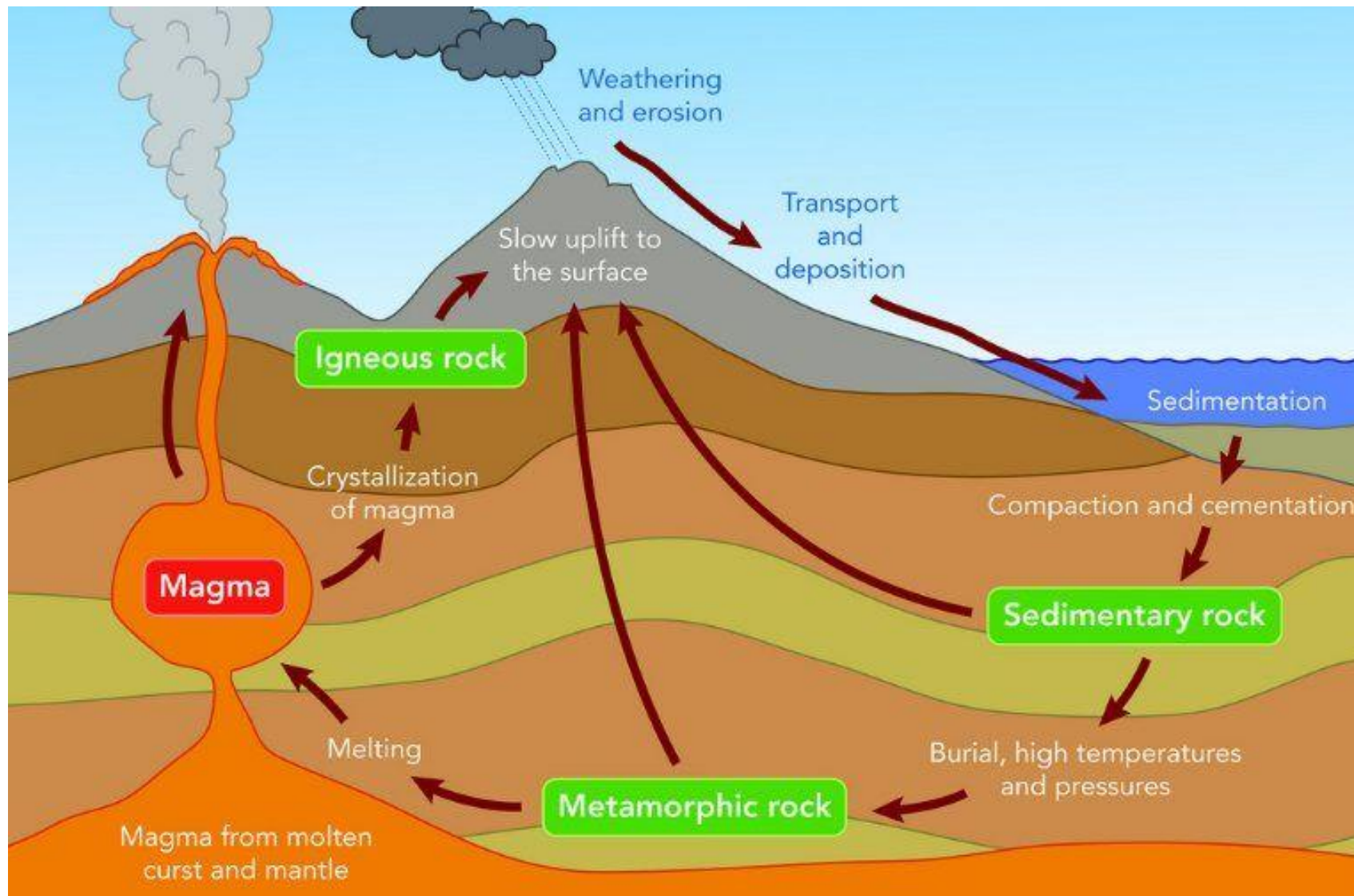
Dalam peristiwa pembentukan gunung (Orogenesis), selalu diikuti adanya pengikisan permukaan bumi yang disebut glyptogenesis. Dengan adanya pengikisan ini mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang disebut litogenesis. Jadi, ketiga peristiwa tersebut selalu terjadi berturut-turut dan berulang-ulang, hingga susunan kulit bumi (litosfer) selalu berubah-ubah. Peristiwa orogenesis, glyptogenesis, dan litogenesis disebut siklus geologi

# Daur Batuan





# Daur Batuan



# *Daur Batuan*

Berdasarkan proses pembentukannya batuan dapat dikelompokkan sebagai batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

**Batuan beku** : terbentuk sebagai akibat dari pendinginan dan pembekuan magma. Pendinginan magma yang berupa lelehan silikat, akan diikuti oleh proses penghabluran yang dapat berlangsung di bawah atau di atas permukaan bumi melalui erupsi gunung berapi.

Kelompok batuan beku tersebut apabila tersingkap dipermukaan bumi, maka ia akan bersentuhan dengan atmosfer dan hidrosfir, yang menyebabkan berlangsungnya proses pelapukan.

# Daur Batuan

## ***TYPES OF IGNEOUS ROCKS***



Granite rocks form when slow cooling of pockets of magma takes place deep below the earth's surface

Scoria rock or basalt rock forms due to quick cooling of the lava during underwater volcanic eruptions in the sea or the ocean.



Pumice rock forms when lava cools quickly above the ground. These rocks have sponge-like appearance.

Obsidian rock forms due to rapid cooling of molten lava above the ground. They look like black glass.



# *Daur Batuan*

Dalam proses pelapukan ini, batuan akan mengalami penghancuran. Selanjutnya, batuan yang telah dihancurkan ini akan dipindahkan/digerakkan dari tempatnya terkumpul oleh gaya berat, air yang mengalir di atas dan di bawah permukaan, angin yang bertiup, gelombang di pantai dan gletser di pegunungan-pegunungan yang tinggi. Media pengangkut tersebut juga dikenal sebagai alat pengikis, yang dalam bekerjanya berupaya untuk meratakan permukaan Bumi. Bahan-bahan yang diangkutnya baik itu berupa fragmen-fragmen atau bahan yang larut, kemudian akan diendapkan ditempat-tempat tertentu sebagai sedimen.

# Daur Batuan

## ***TYPES OF SEDIMENTARY ROCKS***



Sandstone is used for construction of buildings, statues and temples



Gypsum is used in the form of plaster of Paris, casts, and moulds.



Conglomerates find uses as ornamental stones



Limestone is used for manufacture of writing chalk, concrete and glass.



Shale rock is used for manufacturing bricks, tiles, and Portland cement.

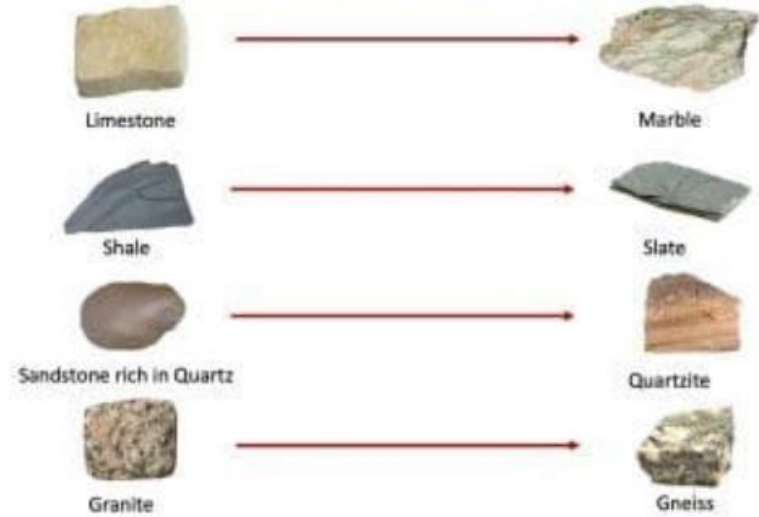
*Types of sedimentary rocks and their uses*

# *Daur Batuan*

Proses berikutnya adalah terjadinya ubahan dari sedimen yang bersifat lepas, menjadi batuan yang keras, melalui pembebanan dan perekatan oleh senyawa mineral dalam larutan, dan kemudian disebut **batuan sedimen**. Apabila terhadap batuan sedimen ini terjadi peningkatan tekanan dan suhu sebagai akibat dari penimbunan dan atau terlibat dalam proses pembentukan pegunungan, maka batuan sedimen tersebut akan mengalami ubahan untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang baru, dan terbentuk batuan malihan atau **batuan metamorfis**. Apabila batuan metamorfis ini masih mengalami peningkatan tekanan dan suhu, maka ia akan kembali leleh dan berubah menjadi magma.

# Daur Batuan

## TYPES & SOURCE OF METAMORPHIC ROCKS



Filit



Sekis



Genes



Kuarsit



Marmer

# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## a) Granit

Granit adalah batuan beku dalam, mineralnya berbutir kasar hingga sedang, berwarna terang, mempunyai banyak warna umumnya putih, kelabu, merah jambu atau merah. Warna ini disebabkan oleh variasi warna dari mineral feldspar. Granit terbentuk jauh di dalam bumi dan tersingkap di permukaan bumi karena adanya erosi dan tektonik. Granit merupakan batuan yang banyak terdapat di alam. Di Indonesia, granit terdapat di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya (Papua), dan lain-lain.





# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## c) Diorit

Diorit adalah batuan beku dalam, mineralnya berbutir kasar hingga sedang, warnanya agak gelap. Diorit merupakan batuan yang banyak terdapat di alam. Di Jawa Tengah banyak terdapat di kota Pemalang dan Banjarnegara. Diorit dapat digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, dan lain-lain.



# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## d) Andesit

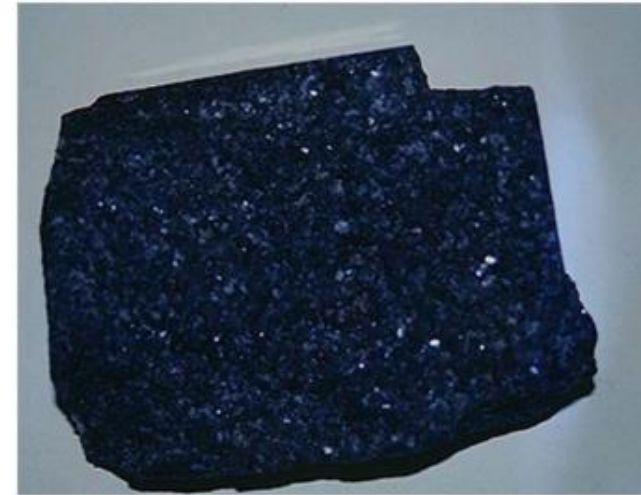
Andesit adalah batuan leleran dari diorit, mineralnya berbutir halus, komposisi mineralnya sama dengan diorit, warnanya kelabu. Gunung api di Indonesia umumnya menghasilkan batuan andesit dalam bentuk lava maupun piroklastika. Batuan andesit yang banyak mengandung hornblenda disebut andesit hornblenda, sedangkan yang banyak mengandung piroksin disebut andesit piroksin.



# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## e) Gabro

Gabro adalah batuan beku dalam yang umumnya berwarna hitam, mineralnya berbutir kasar hingga sedang. Dapat digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, dan yang dipoles sangat disukai karena warnanya hitam, sehingga baik untuk lantai atau pelapis dinding. Di Pulau Jawa, batuan ini terdapat di Selatan Ciletuh, Pegunungan Jiwo, Serayu, dan Pemalang.



# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## f) Basal

Basal adalah batuan leleran dari gabro, mineralnya berbutir halus, berwarna hitam. Gunungapi di Indonesia umumnya menghasilkan batuan basal dalam bentuk lava maupun piroklastika. Basal umumnya berlubang-lubang akibat bekas gas, terutama pada bagian permukaannya.



# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## g) Batukaca (obsidian)

Batukaca adalah batuan yang tidak mempunyai susunan dan bangun kristal (metamorf). Batukaca terbentuk dari lava yang membeku tiba-tiba, dan banyak terdapat di sekitar gunungapi. Pada umumnya berwarna coklat, kelabu, kehitaman atau tidak berwarna (putih seperti kaca). Batukaca yang dihancurkan dengan ukuran kecil dan dicampur dengan semen, dapat dibuat granit buatan. Di zaman purba, batuan ini banyak digunakan untuk membuat mata lembing, mata panah, dan lain-lain.



# Batuan Beku (Igneous Rocks)

## h) Batuapung

Batuapung dibentuk dari cairan lava yang banyak mengandung gas. Dengan keluarnya gas dari cairan lava akan menimbulkan lubang-lubang atau gelembung-gelembung pada lava yang telah membeku. Lubang-lubang ini berbentuk bola, ellips, silinder atau tak teratur bentuknya. Dengan adanya lubang-lubang ini membuat batuapung jadi ringan. Di Indonesia batuapung yang terkenal dihasilkan oleh Gunung Krakatau.



# Batuan Sedimen

## a) Breksi

Breksi adalah batuan yang memiliki butiran-butiran kasar. Batuan jenis ini terbentuk dari segmentasi bagian-bagian yang bersifat coarse dengan ukuran 2 sampai 256 mm. Bagian-bagian ini berbentuk runcing dan menyudut. Breksi biasanya terbentuk pada bagian dasar lereng gunung yang mengalami sedimentasi.



# Batuan Sedimen

## b) Konglomerat

Konglomerat adalah batuan sedimen yang tersusun dari bahan-bahan dengan ukuran berbeda dan bentuk membulat yang direkat menjadi batuan padat. Bentuk fragmen yang membulat akibat adanya aktivitas air, umumnya terdiri atas mineral atau batuan yang mempunyai ketahanan dan diangkut jauh dari sumbernya. Di antara fragmen-fragmen konglomerat diisi oleh sedimen-sedimen halus sebagai perekat yang umumnya terdiri atas Oksida Besi, Silika, dan Kalsit. Fragmen-fragmen konglomerat dapat terdiri atas satu jenis mineral atau batuan atau beraneka macam campuran. Sifatnya yang heterogen menjadikan berwarna-warni.





# Batuan Sedimen

## c) Sandstone

Sandstone terbentuk karena proses segmentasi butiran-butiran pasir yang terbawa oleh arus sungai, ombak dan angin sehingga akhirnya terakumulasi pada suatu tempat. Oleh karena itu, batuan ini disebut juga dengan batu pasir. Ukuran butiran sandstone 1/16 sampai 2 mm.



# Batuan Sedimen

## d) Shale

Shale memiliki tekstur yang halus. Ukuran butirannya 1/16 sampai 1/256 mm. Shale dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu batu lempung (batu serpih) dan batu lanau. Batu lempung bersifat mudah membelah dan plastis bila terkena panas, sedangkan batu lanau mempunyai butiran berukuran antara batu pasir dan batu lempung.



# Batuan Sedimen

## f) Saltstone

Saltstone adalah jenis batuan sedimen yang memiliki tekstur berbentuk kristal. Batuan ini tersusun dari mineral yang terbentuk karena adanya penguapan yang biasanya terjadi pada air laut.



# Batuan Sedimen

## g) Gypsum

Terbentuknya gipsum sama dengan salstone, yaitu karena adanya kandungan pada air yang menguap. Teksturnya pun berbentuk kristal, batuan jenis ini tersusun atas mineral gipsum.



# Batuan Sedimen

## h) Coal

Coal atau yang lebih dikenal dengan batubara adalah batuan sedimen yang tersusun dari material-material yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, baik dari batang, akar, maupun daun. Tekstur batuan ini tebal dan berlapis. Komposisinya berupa karbon dan humus dengan warna coklat kehitaman serta pecahannya berbentuk prisma. Coal terbentuk di daerah rawa-rawa dan di daerah tropis yang airnya mengandung oksigen sedikit.



# Batuan Metamorf

## a) Slate

Slate merupakan batuan metamorf terbentuk dari proses metamorfosis batuan sedimen Shale atau Mudstone (batulempung) pada temperatur dan suhu yang rendah. Memiliki struktur foliasi (slaty cleavage) dan tersusun atas butir-butir yang sangat halus (very fine grained)



# Batuan Metamorf

## b) Filit

Merupakan batuan metamorf yang umumnya tersusun atas kuarsa, sericite mica dan klorit. Terbentuk dari kelanjutan proses metamorfosis dari Slate.



# Batuan Metamorf

## c) Gneiss

Merupakan batuan yang terbentuk dari hasil metamorfosis batuan beku dalam temperatur dan tekanan yang tinggi. Dalam Gneiss dapat diperoleh rekristalisasi dan foliasi dari kuarsa, feldspar, mika dan amphibole.





# Batuan Metamorf

## d) Sekis

Schist (sekis) adalah batuan metamorf yang mengandung lapisan mika, grafit, horndlende. Mineral pada batuan ini umumnya terpisah menjadi berkas-berkas bergelombang yang diperlihatkan dengan kristal yang mengkilap.



# Batuan Metamorf

## e) Marmer

Terbentuk ketika batu gamping mendapat tekanan dan panas sehingga mengalami perubahan dan rekristalisasi kalsit. Utamanya tersusun dari kalsium karbonat. Marmer bersifat padat, kompak dan tanpa foliasi.



# Batuan Metamorf

## f) Kuarsit

Kuarsit adalah salah satu batuan metamorf yang keras dan kuat. Terbentuk ketika batupasir (sandstone) mendapat tekanan dan temperatur yang tinggi. Ketika batupasir bermetamorfosis menjadi kuarsit, butir-butir kuarsa mengalami rekristalisasi, dan biasanya tekstur dan struktur asal pada batupasir terhapus oleh proses metamorfosis .



# Batuan Metamorf

## g) Milonit

Milonit merupakan batuan metamorf kompak. Terbentuk oleh rekristalisasi dinamis mineral-mineral pokok yang mengakibatkan pengurangan ukuran butir-butir batuan. Butir-butir batuan ini lebih halus dan dapat dibelah seperti schistose.



# Batuan Metamorf

## h) Filonit

Merupakan batuan metamorf dengan derajat metamorfisme lebih tinggi dari Slate. Umumnya terbentuk dari proses metamorfisme Shale dan Mudstone. Filonit mirip dengan milonit, namun memiliki ukuran butiran yang lebih kasar dibanding milonit dan tidak memiliki orientasi. Selain itu, filonit merupakan milonit yang kaya akan filosilikat (klorit atau mika)



# Batuan Metamorf

## i) Serpetinit

Serpentinit, batuan yang terdiri atas satu atau lebih mineral serpentine dimana mineral ini dibentuk oleh proses serpentinisasi (serpentinization).

Serpentinisasi adalah proses proses metamorfosis temperatur rendah yang menyertakan tekanan dan air, sedikit silica mafic dan batuan ultramafic teroksidasi dan terhidrolize dengan air menjadi serpentinit.



# Batuan Metamorf

## j) Hornfels

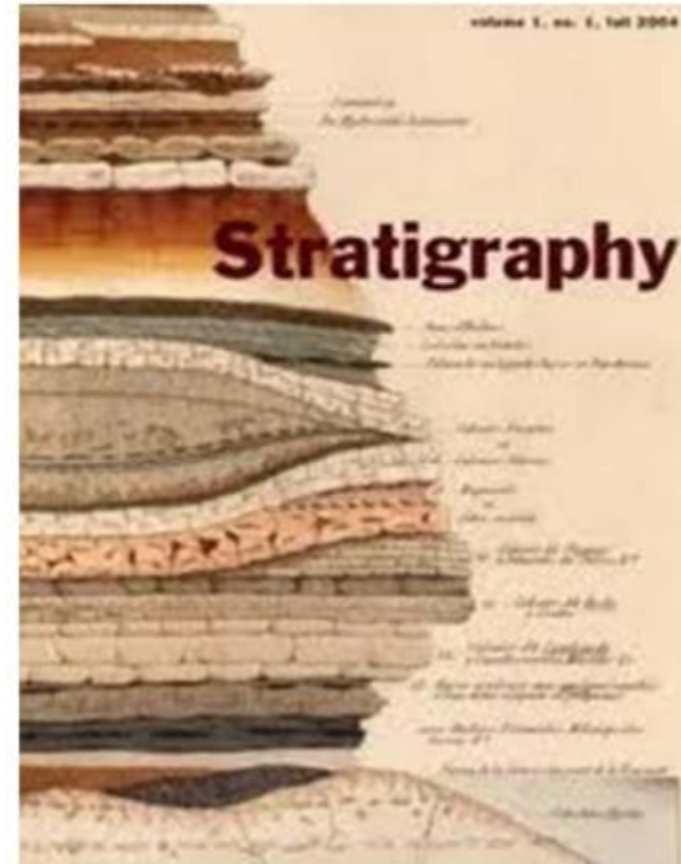
Hornfels terbentuk ketika shale dan claystone mengalami metamorfosis oleh temperatur dan intrusi beku, terbentuk di dekat dengan sumber panas seperti dapur magma, dike, sil. Hornfels bersifat padat tanpa foliasi.



# Stratigrafi

Stratigrafi atau stratifikasi adalah susunan/urutan lapisan sesuai cara terjadinya dan sesuai dengan waktu pengendapan/waktu terjadinya.

Stratigrafi merupakan suatu cara mendeskripsikan urutan lapisan batuan yang tergambar kearah tegak disuatu daerah dengan azas stratigrafi (yang tua berada di bawah yang muda) dan menghubungkan urutan dengan waktu pembentukannya, serta membuat korelasi baik secara tegak maupun datar.





# Proses Pelapukan Batuan

Pelapukan atau *weathering* merupakan perusakan batuan pada kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembaban, atau angin). Proses pelapukan ini merupakan penghancuran batuan dari bentuk gumpalan menjadi butiran yang lebih kecil bahkan menjadi hancur atau larut dalam air.

Pelapukan dibagi dalam tiga macam, yaitu pelapukan mekanis, pelapukan kimiawi, dan pelapukan biologis.



# *Pelapukan Mekanis/ Fisis*

Pelapukan mekanis atau sering disebut pelapukan fisis adalah penghancuran batuan secara fisik tanpa mengalami perubahan kimiawi. Penghancuran batuan ini bisa disebabkan oleh akibat pemuaian, pembekuan air, perubahan suhu tiba-tiba, atau perbedaan suhu yang sangat besar antara siang dan malam.

Contoh mekanisme pelapukan mekanis: proses abrasi, kristalisasi es dalam batuan, proses hidrasi, dan eksfoliasi/ pengelupasan yang disebabkan pelepasan tekanan pada batuan karena perubahan tekanan.



# *Pelapukan Kimiawi*

Pelapukan kimiawi (dikenal juga sebagai proses dekomposisi atau proses peluruhan) adalah terurai/pecahnya batuan melalui mekanisme kimiawi, seperti karbonisasi, hidrasi, hidrolisis, oksidasi dan pertukaran ion-ion dalam larutan. Pelapukan kimiawi merubah komposisi mineral mineral dalam batuan menjadi mineral permukaan seperti mineral lempung.

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam terjadinya proses pelapukan kimia, seperti pengelupasan cangkang (speriodal weathering) pada batuan.



# *Pelapukan Biologis*

Pelapukan biologis atau disebut juga pelapukan organis terjadi akibat proses organis. Pelakunya adalah makhluk hidup, bisa oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, atau manusia. Akar tumbuh-tumbuhan bertambah panjang dapat menembus dan menghancurkan batuan, karena akar mampu mencengkeram batuan. Bakteri merupakan media penghancur batuan yang ampuh.

Cendawan dan lumut yang menutupi permukaan batuan dan menghisap makanan dari batu bisa menghancurkan batuan tersebut

