

MATERI 11

GEOLOGI LINGKUNGAN

HIDROSFER

HIDROSFER

Hidrosfer : lapisan air yang menyelubungi bumi, terdiri dari:

1. Air di atas permukaan bumi : air meteorit (awan dan air hujan).
2. Air permukaan : air sungai, air danau, air telaga dan air rawa
3. Air di bawah permukaan bumi : air tanah preatis, air tanah artesis dan kelembaban tanah.

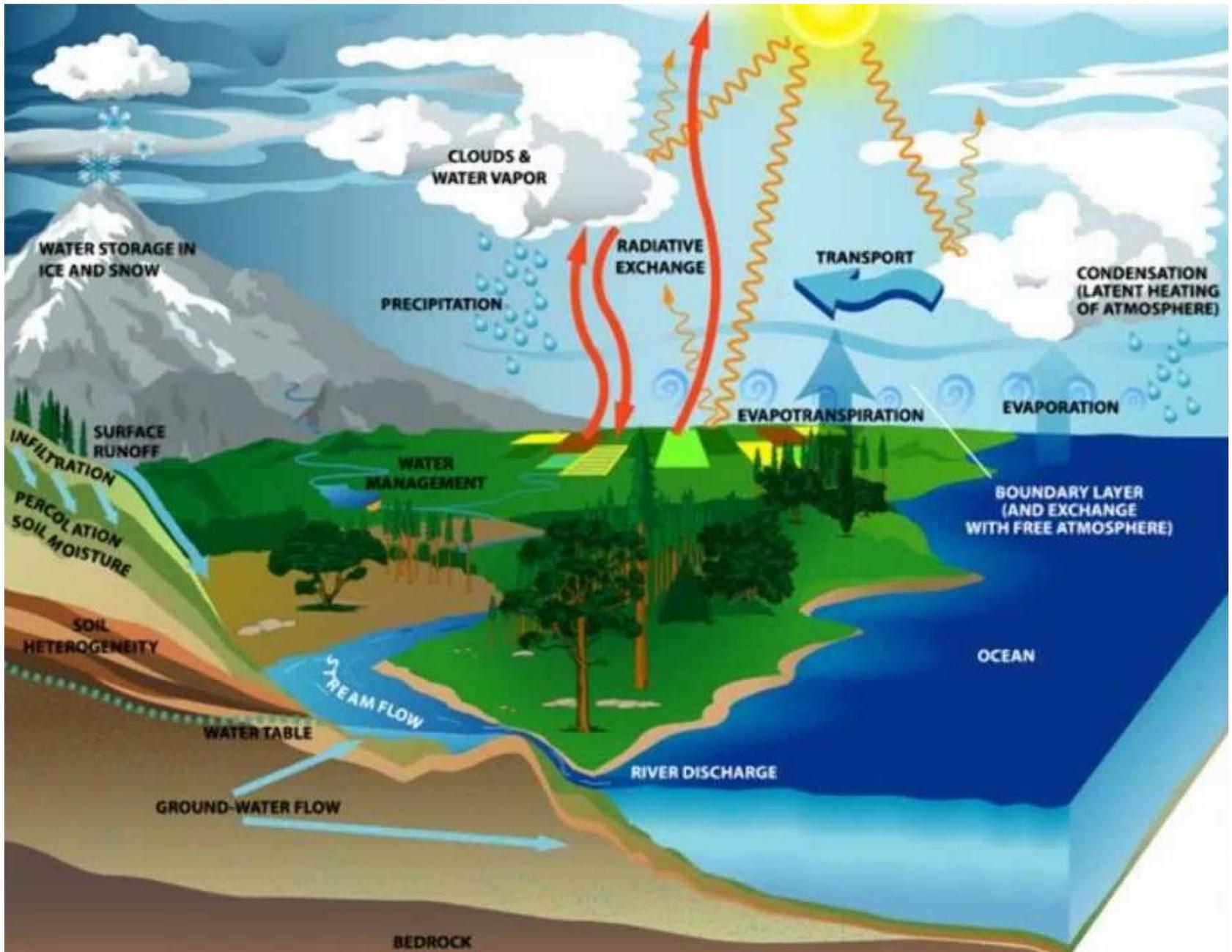
- Jumlah air yang ada di bumi ini relatif tetap, namun sebarannya yang berubah-ubah. Keterdapatan air di bumi berkisar antara 1,3 – 1,4 milyar km³. Air tersebut terdiri atas air laut (97,5 %), salju dan es (1,75 %), berupa air tawar 0,73 % dan berupa air meteorit (0,001 %).

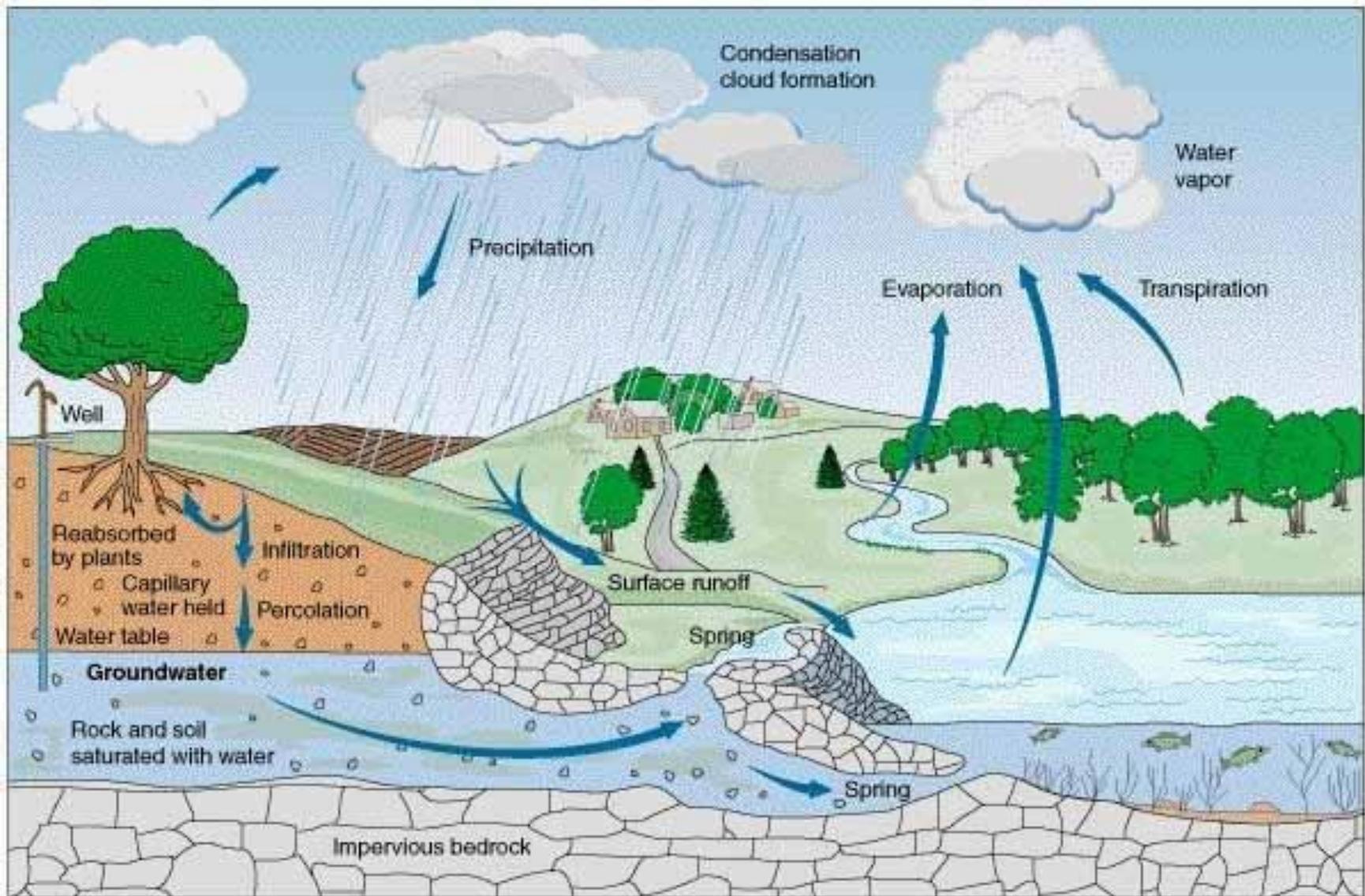
Persediaan air di bumi

TEMPAT	%
Laut dan Samudera	96,53
Air dalam tanah	1,69
Es dan gletser	1,78
Air permukaan (danau, sungai, rawa)	0,014
Air biologis	0,0001
Air di atmosfer	0,001

Siklus Hidrologi

- Siklus Pendek: Dari laut menguap menjadi awan dan jatuh lagi ke laut sebagai hujan
- Siklus Sedang: Ada proses adveksi
- Siklus Panjang: Ada proses pembekuan





Beberapa istilah dalam siklus hidrologi

- **Evaporasi:** Proses menguapnya air di permukaan bumi ke atmosfer.
- **Transpirasi:** penguapan yang berasal dari jaringan makhluk hidup.
- **Evapotranspirasi:** gabungan dari evaporasi dan juga transpirasi.
- **Sublimasi:** proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air, tanpa harus melalui proses cair terlebih dahulu.
- **Kondensasi:** proses berubahnya uap air menjadi partikel- partikel es.

Beberapa istilah dalam siklus hidrologi (lanjutan)

- **Adveksi:** perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya namun masih dalam satu horisontal
- **Presipitasi:** proses mencairnya awan hitam akibat adanya pengaruh suhu udara yang tinggi. Pada tahapan inilah terjadinya hujan.
- **Run Off/ limpasan:** proses pergerakan air dari tempat yang tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah yang terjadi di permukaan bumi melalui saluran- saluran, seperti saluran got, sungai, danau, muara sungai, hingga samudera.
- **Infiltrasi:** proses terserapnya air ke dalam pori-pori tanah

Jenis perairan darat

- Air Tanah (Ground Water)
- Rawa
- Danau
- Sungai

1. GROUND WATER (Air Tanah)

- AIR TANAH: Air yang tersimpan atau terdapat di dalam tanah
- Hampir semua air tanah mengikuti siklus hidrologi, kecuali air konat dan air magma
- Secara umum air tanah akan mengalir sangat perlahan melalui suatu celah yang sangat kecil dan atau melalui butiran antar batuan. Batuan yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah ini kita sebut dengan akuifer (Rachmat F. Lubis, 2006).

Beberapa Pengertian Air Tanah Menurut Para Ahli

- Air tanah adalah segala bentuk aliran air hujan yang mengalir di bawah permukaan tanah sebagai akibat struktur perlapisan geologi, beda potensi kelembaban tanah, dan gaya gravitasi bumi. Air bawah permukaan tersebut biasa dikenal dengan air tanah (Asdak, 2002).
- Air tanah adalah sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase atau dengan pemompaan. Dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Bouwer, 1978; Freeze dan Cherry, 1979; Kodoatie, 1996).

Beberapa Pengertian Air Tanah Menurut Para Ahli

- Air tanah adalah air yang tersimpan pada lajur jenuh, yang kemudian bergerak sebagai aliran melalui batuan dan lapisan-lapisan tanah yang ada di bumi sampai air tersebut keluar sebagai mata air, atau terkumpul masuk ke kolam, danau, sungai, dan laut (Fetter, 1994). Batas atas lajur jenuh air disebut dengan muka air tanah (water table).
- Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan tanah dinamakan lajur jenuh (saturated zone), dan lajur tidak jenuh terletak di atas lajur jenuh sampai ke permukaan tanah, yang rongga-rongganya berisi air dan udara (Soemarto, 1989).

Asal-usul Air Tanah

- Air Hujan (Air meteorit / air Vadus)
- Air Magmatik (Air Vulkanis / air Juvenil)
- Air Konat (Connate water / air terjebak)

Jenis lapisan berdasar kemampuan mengalirkan air tanah

- Lapisan **Permeabel** : Lapisan batuan yang dapat dilalui dengan mudah oleh air tanah
- Lapisan **Impermeabel** : lapisan yang sulit / tidak bisa dilalui oleh air tanah = lapisan kedap
- Lapisan **Akuifer** : Lapisan kulit bumi yang dapat menahan air dan terletak di antara dua lapisan impermeabel

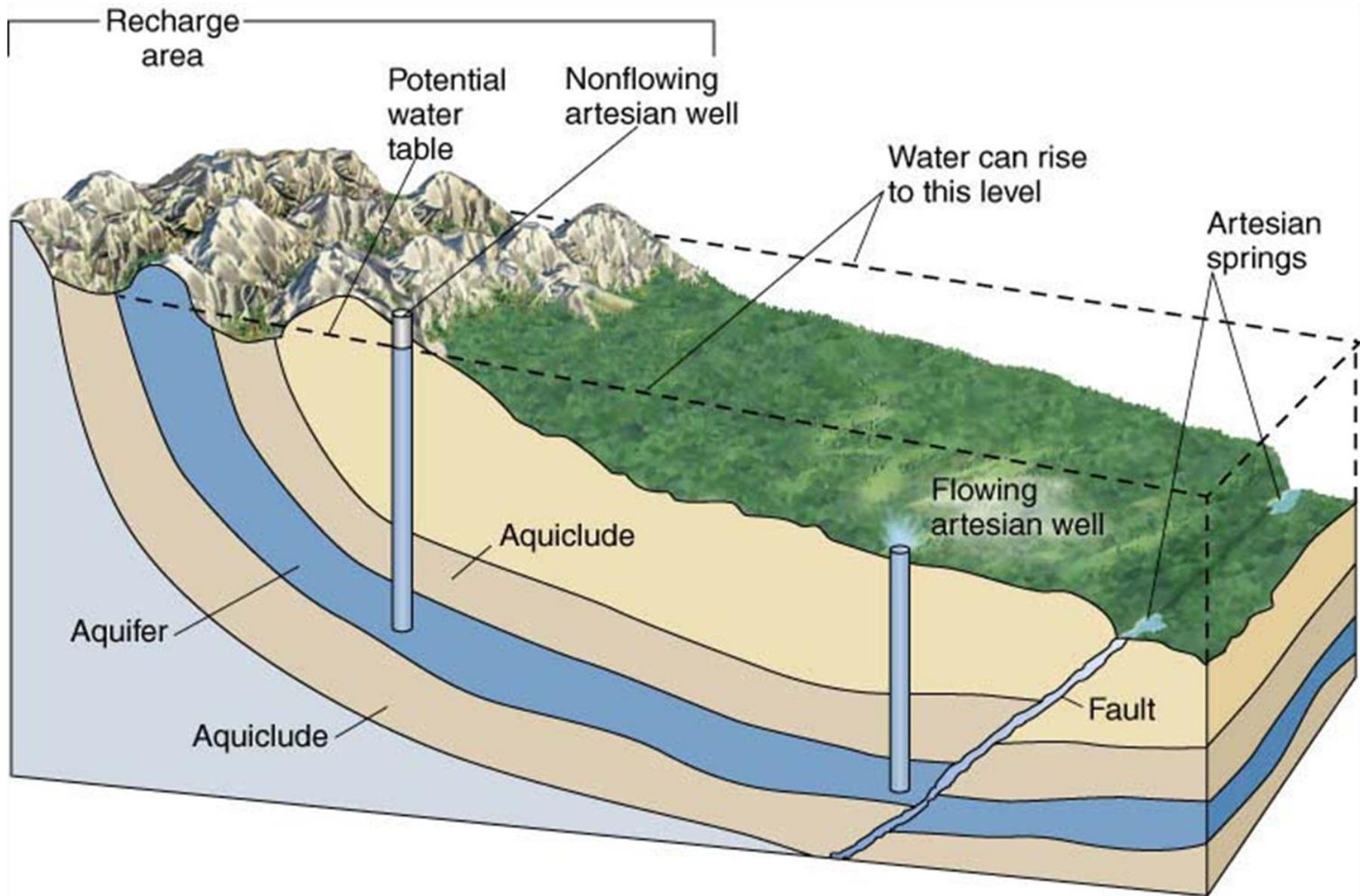
Karakteristik Akuifer Air Tanah

- Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang berlangsung di alam, serta terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah meliputi keterdapatan, penyebaran dan pergerakan air tanah dengan penekanan pada hubungannya terhadap kondisi geologi suatu daerah (Danaryanto,dkk,2005).
- Berdasarkan atas sikap batuan terhadap air, dikenal adanya beberapa karakteristik batuan yaitu : Akuifer (aquifer), Akuiklud (aquiclude), Akuitar (aquitard), Akuifug (aquifuge).

Karakteristik Batuan Terhadap Air

- a) *Akuifer (aquifer)* ; Akuifer adalah lapisan pembawa air, lapisan batuan ini mempunyai susunan sedemikian rupa, sehingga dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah yang cukup berarti di bawah kondisi lapang. Batuan dari akuifer ini bersifat permeabel, contoh batuan permeabel adalah pasir, kerikil, batu pasir yang retak-retak dan batu gamping yang berlubang-lubang.

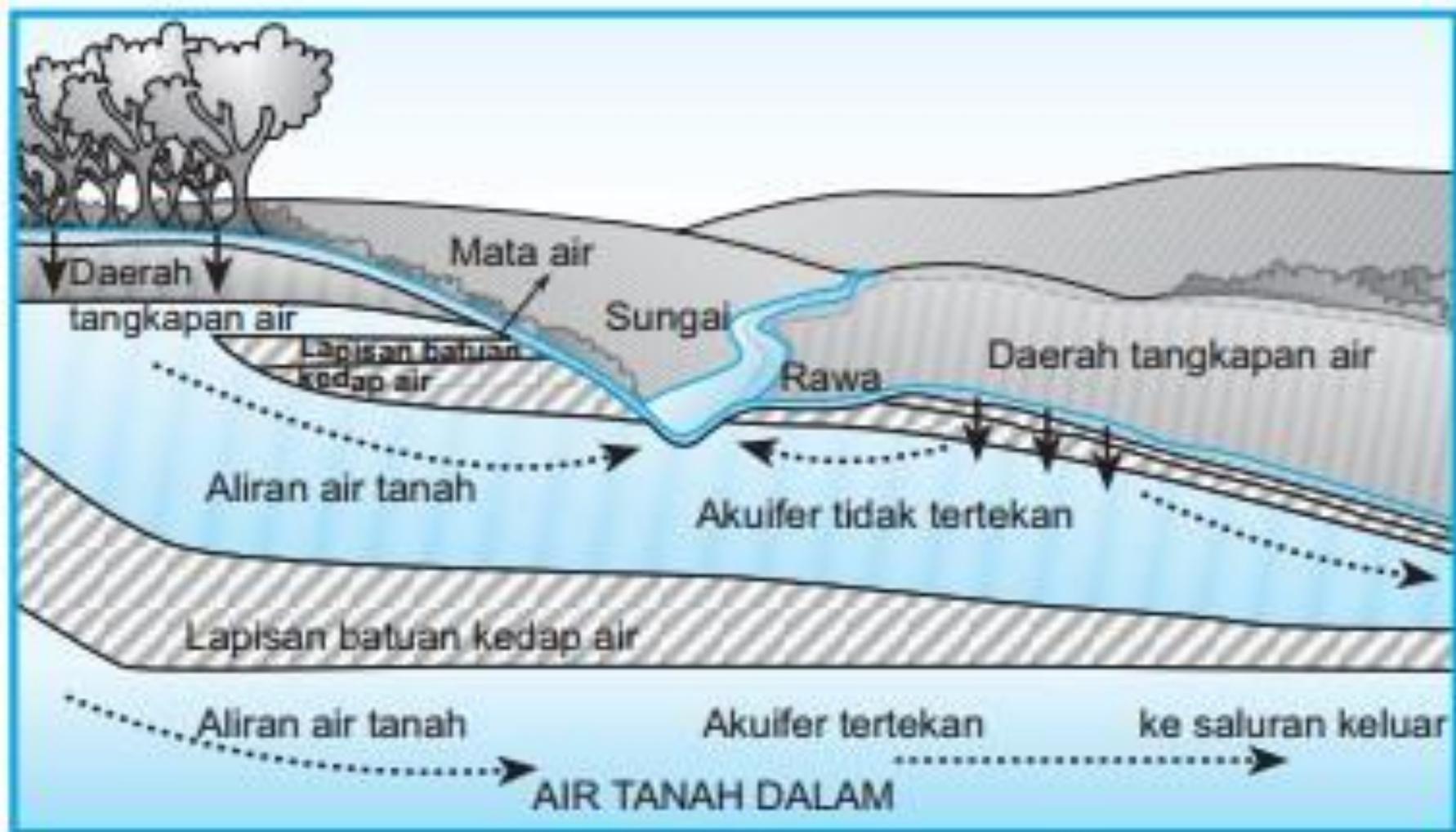
- b) *Akuiklud (aquiclude)* ; Akuiklud adalah lapisan batuan yang dapat menyimpan air, tetapi tidak dapat meloloskan air dalam jumlah yang berarti. Contoh : lempung, shale, tuf halus, silt.
- c) *Akuitar (aquitard)* ; Akuitar adalah lapisan atau formasi batuan yang dapat menyimpan air tetapi hanya dapat meloloskan air dalam jumlah terbatas.
- d) *Akuifug (aquifuge)* ; Akuifug adalah lapisan atau formasi batuan yang tidak dapat menyimpan dan meloloskan air. Contoh : granit dan batuan yang kompak dan padat.



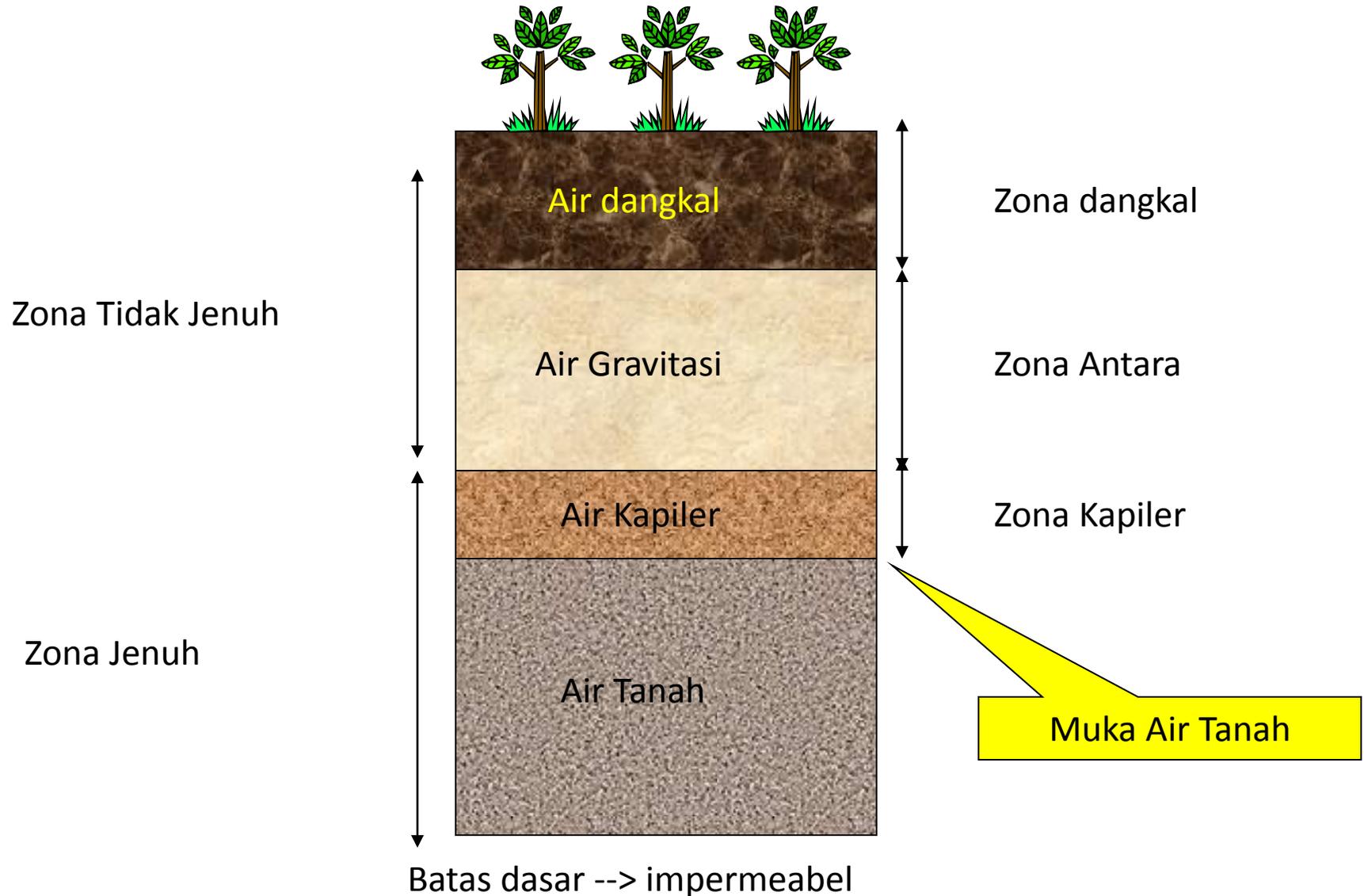
Tipe Akuifer

- Menurut Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung.
- Tipe akuifer digolongkan menjadi tiga (Kodoatie, 2012), yaitu : Akuifer bebas (unconfined aquifer), Akuifer tertekan (confined aquifer), dan Akuifer semi tertekan (leaky aquifer).

- a) Akuifer bebas (*unconfined aquifer*) ; merupakan akuifer jenuh air dimana lapisan pembatasnya hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas di lapisan atasnya (batas di lapisan atas berupa muka air tanah).
- b) Akuifer tertekan (*confined aquifer*) ; adalah akuifer yang batas lapisan atas dan lapisan bawah adalah formasi tidak tembus air, muka air akan muncul diatas formasi tertekan bawah. Akuifer ini terisi penuh oleh air tanah sehingga pengeboran yang menembus akuifer ini akan menyebabkan naiknya muka air tanah di dalam sumur bor yang melebihi kedudukan semula.
- c) Akuifer semi tertekan (*leaky aquifer*) ; merupakan akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa akuitard dan lapisan bawahnya merupakan akuiklud. Akuifer semi-tertekan atau aquifer bocor adalah akuifer jenuh yang sempurna, pada bagian atas dibatasi oleh lapisan semi-lulus air dan bagian bawah merupakan lapisan lulus air ataupun semi-lulus air.



Distribusi Vertikal Air Tanah



Macam air tanah

- Air tanah dangkal / Freatik / bebas : air tanah yang berada di atas lapisan impermeabel
- Air tanah dalam / Artesis / Artois : air tanah yang terletak di antara dua lapisan impermeabel (terletak pada lapisan akuifer)

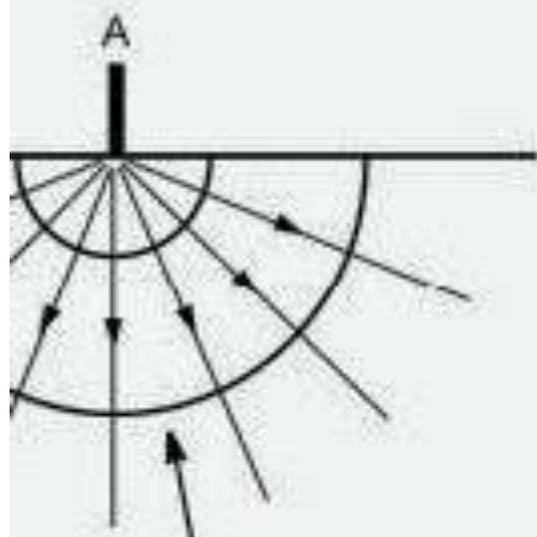
Geolistrik

- Geolistrik adalah suatu metoda eksplorasi geofisika untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan dengan menggunakan sifat-sifat kelistrikan batuan. Sifat-sifat kelistrikan tersebut adalah, antara lain. tahanan jenis (specific resistivity, conductivity, dielectrical constant, kemampuan menimbulkan self potential dan medan induksi serta sifat menyimpan potensial dan lain-lain.
- Metode geolistrik merupakan metode yang menggunakan prinsip aliran arus listrik dalam menyelidiki struktur bawah permukaan bumi. Aliran arus listrik dapat mengalir di dalam tanah melalui batuan-batuan dan sangat dipengaruhi oleh adanya air tanah dan garam yang terkandung di dalam batuan serta adanya mineral logam dan panas yang tinggi (hidrothermal).

Cara Kerja Geolistrik

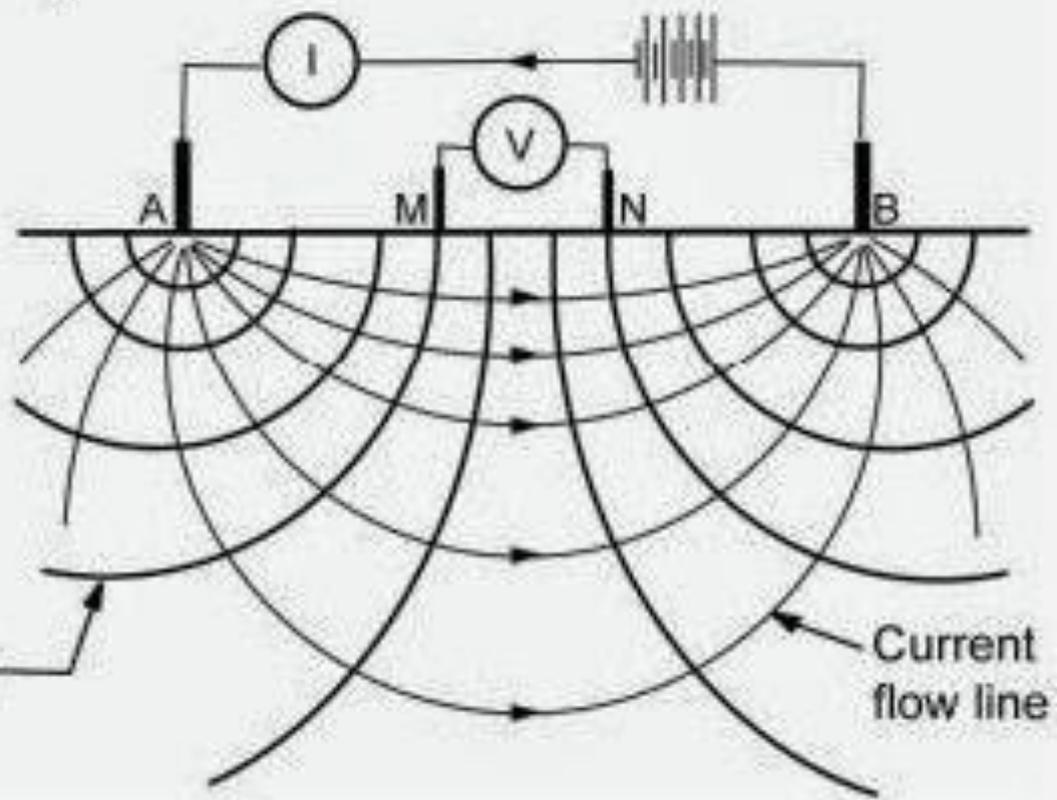
- Pendugaan geolistrik dilakukan dengan menghantarkan arus listrik (beda I) buatan kedalam tanah melalui batang elektroda arus , kemudian mengukur beda potensial (beda V) pada elektroda lain. Hasil pencatatan akan dapat mengetahui tahanan jenis bahan yang dilalui oleh arus listrik dapat diketahui dengan Hukum Ohm yaitu :
- $R = V/I.....(1)$,
- dimana R = tahanan (ohm/mohm), V = beda potensial listrik (volt/mvolt) dan I = beda arus listrik dalam amper/mampe).

- Umumnya metoda geolistrik yang sering digunakan adalah yang menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) di bagian dalam.
- Kombinasi dari jarak $AB/2$, jarak $MN/2$, besarnya arus listrik yang dialirkan serta tegangan listrik yang terjadi akan didapat suatu harga tahanan jenis semu ('Apparent Resistivity'). Disebut tahanan jenis semu karena tahanan jenis yang dihitung tersebut merupakan gabungan dari banyak lapisan batuan di bawah permukaan yang dilalui arus listrik.
- Bila satu set hasil pengukuran tahanan jenis semu dari jarak AB terpendek sampai yang terpanjang tersebut digambarkan pada grafik logaritma ganda dengan jarak $AB/2$ sebagai sumbu-X dan tahanan jenis semu sebagai
- sumbu Y, maka akan didapat suatu bentuk kurva data geolistrik. Dari kurva data tersebut bisa dihitung dan diduga sifat lapisan batuan di bawah permukaan.



Equipotential surface

b)



Current flow line

Sifat Kelistrikan Batuan dan Mineral

- Aliran konduksi arus listrik didalam batuan/mineral digolongkan atas tiga macam yaitu konduksi dielektrik, konduksi elektrolitik, dan konduksi elektronik.
- Konduksi dielektrik terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik (terjadi polarisasi muatan bahan saat bahan dialiri listrik).
- Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan/mineral bersifat porus dan pori-pori tersebut terisi cairan-cairan elektrolitik. Pada kondisi ini arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik.
- Kondisi elektronik terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan/mineral oleh elektron bebas.

- Berdasarkan harga tahanan jenis (ρ) listriknya batuan/mineral digolongkan menjadi tiga yaitu :
 - Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega \text{ m}$
 - Konduktor buruk : $1 < \rho < 10^7 \Omega \text{ m}$
 - Isolator : $\rho > 10^7 \Omega \text{ m}$

Pemanfaatan Geolistrik

1. Regional Geology untuk mengetahui struktur, stratigrafi dan sedimentasi.
2. Hidrogeologi/Geohidrologi untuk mengetahui muka air tanah, akuifer, stratigrafi , intrusi air laut.
3. Geologi Teknik untuk mengetahui struktur, stratigrafi, permeabilitas dan porositas batuan, batuan dasar , pondasi , konstruksi bangunan teknis.
4. Pertambangan untuk mengetahui endapan plaser, stratigrafi, struktur, penyebaran endapan mineral.
5. Archeology untuk mengetahui dasar candi, candi terpendam, tanah galian lama.
6. Panas bumi (geothermal) mengetahui kedalaman, penyebaran, low resistivity daerah panas bumi.
7. Minyak untuk mengetahui struktur, minyak, air dan kontak air dan minyak serta porositas , water content (well logging geophysical).

RAWA

- RAWA: Tanah basah yang selalu digenangi air karena kekurangan *drainase* atau letaknya lebih rendah daripada daerah sekitarnya
- Rawa terjadi karena:
 - mengikuti perluasan daratan akibat sedimen akuatis
 - pengikisan air laut atau abrasi platform
 - kenaikan air laut pada zaman glasial

Macam Rawa berdasar jenis tumbuhannya

- **Swamp** : Lahan basah yang selalu digenangi air dengan jenis tumbuhan seperti lumut, rumput, semak, dan tumbuhan pohon
- **Marsh** : Seperti swamp tapi tumbuhannya didominasi lumut, rumput dan alang-alang
- **Bog** : Lahan basah yang permukaannya relatif kering, sedangkan di dalam tanah bersifat basah dan jenuh air.
- **Rawa Pasang Surut** : Sumber air dari pasang surut, tumbuhan didominasi bakau

Macam rawa berdasar genangan airnya

- Rawa yang airnya selalu tergenang. Air asam, air tidak berganti, tidak ada binatang, tanahnya tanah gambut.
- Rawa yang airnya tidak selalu tergenang. Air berganti saat pasang-surut air laut, dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian.

Manfaat Rawa

- Sawah pasang surut
- Perikanan
- Pembangkit listrik
- Wisata

DANAU

- DANAU : cekungan di daratan yang terisi air

Macam danau berdasar jenis airnya

- Danau air asin. Terdapat di daerah semiarid dan arid, tidak punya / minim outlet, kadar garam tinggi. Contoh: Great Salt Lake, Danau Laut Mati
- Danau air tawar. Terdapat di daerah humid, air diperoleh dari hujan, terbuka.

Macam danau berdasar terjadinya

- Danau tektonik : karena proses tektonisme
- Danau vulkanis : karena proses vulkanisme
- Danau vulkano-tektonik : bersamaan
- Danau gletser : karena gletser mencair
- Danau karst / Dolina : karena proses pelarutan di daerah karst
- Danau Bendungan alam : sungai yang terbendung secara alami
- Danau buatan → waduk

Manfaat danau

- Irigasi
- Perikanan
- Wisata
- Pembangkit listrik
- Air minum

Penyebab hilangnya danau

- Pembentukan delta-delta dan pelumpuran di danau
- Gerakan tektonik berupa pengangkatan dasar danau
- Pengendapan jasad hewan dan tumbuhan di dasar danau mempercepat pendangkalan
- Penguapan yang kuat, terutama di daerah arid
- Erosi yang kuat pada saluran outlet

SUNGAI

- SUNGAI : Alur di permukaan bumi yang terisi air yang mengalir
- Hulu : bagian sungai yang dekat mata air
- Hilir : bagian sungai yang dekat muara
- Kanal : sungai buatan manusia
- Sungai bawah tanah: sungai di daerah kapur

Jenis sungai berdasar asal airnya

- Sungai mata air
- Sungai hujan
- Sungai gletser
- Sungai campuran

Jenis sungai berdasar kestabilan airnya

- Sungai Permanen / Perennial / episodik : debit air antara musim kemarau dengan penghujan tidak jauh beda
- Sungai Periodik / Intermitten : debit air menyusut ketika musim kemarau
- Sungai Ephemeral : Hanya berair ketika datang hujan

Erosi Sungai

- **Erosi vertikal** : karena kemiringan lahan masih besar sehingga sungai mengikis bagian dasar sungai
- **Erosi Horizontal / lateral** : terjadi di dataran rendah dimana air mengikis bagian samping
- **Erosi Mundur / backwash erosion** : alur-alur sungai baru yang bergerak mundur dan bergabung dengan sungai utama

Pengendapan Sungai

- Pengendapan terjadi di muara sungai
- DELTA : material endapan sungai yang membentuk daratan (biasanya berbentuk segitiga) di muara sungai

Syarat terbentuknya Delta

- Ada aliran sungai yang membawa lumpur
- Laut di muara sungai landai dan dangkal
- Lautnya tenang (gelombang dan arus laut tidak besar)
- Arus pasang surut tidak besar

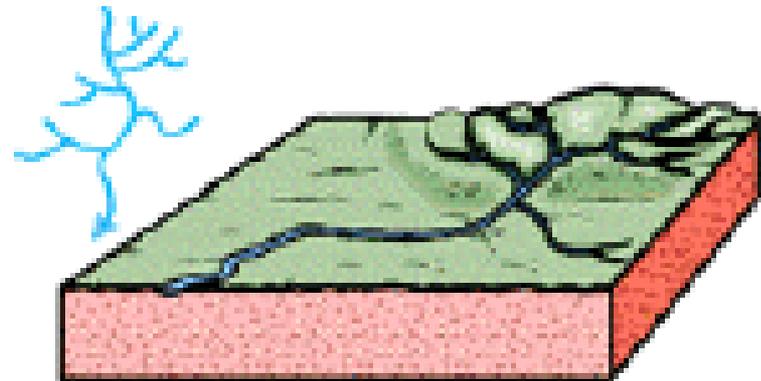
Pola Pengaliran Sungai

- suatu sistem jaringan sungai akan membentuk pola pengaliran tertentu diantara saluran utama dengan cabang-cabangnya dan pembentukan pola pengaliran ini sangat ditentukan oleh faktor geologinya.
- Pola pengaliran sungai dapat diklasifikasikan atas dasar bentuk dan teksturnya. Bentuk atau pola berkembang dalam merespon terhadap topografi dan struktur geologi bawah permukaannya.
- Saluran-saluran sungai berkembang ketika air permukaan (*surface runoff*) meningkat dan batuan dasarnya kurang resisten terhadap erosi.

a. Pola Aliran Dendritik

- Pola aliran dendritik adalah pola aliran yang cabang-cabang sungainya menyerupai struktur pohon.
- Pada umumnya pola aliran sungai dendritik dikontrol oleh litologi batuan yang homogen.
- Pola aliran dendritik dapat memiliki tekstur/kerapatan sungai yang dikontrol oleh jenis batuan. Sebagai contoh sungai yang mengalir diatas batuan yang tidak/kurang resisten terhadap erosi akan membentuk tekstur sungai yang halus (rapat) sedangkan pada batuan yang resisten (seperti granit) akan membentuk tekstur kasar (renggang).

- Tekstur sungai didefinisikan sebagai panjang sungai per satuan luas.
- Hal ini dapat dijelaskan bahwa resistensi batuan terhadap erosi sangat berpengaruh pada proses pembentukan alur-alur sungai, batuan yang tidak resisten cenderung akan lebih mudah di-erosi membentuk alur-alur sungai.
- Jadi suatu sistem pengaliran sungai yang mengalir pada batuan yang tidak resisten akan membentuk pola jaringan sungai yang rapat (tekstur halus), sedangkan sebaliknya pada batuan yang resisten akan membentuk tekstur kasar.



Dendritic

b. Pola Aliran Radial

- Pola aliran radial adalah pola aliran sungai yang arah alirannya menyebar secara radial dari suatu titik ketinggian tertentu, seperti puncak gunungapi atau bukir intrusi.
- Pola aliran radial juga dijumpai pada bentuk-bentuk bentangalam kubah (domes) dan *laccolith*.
- Pada bentangalam ini pola aliran sungainya kemungkinan akan merupakan kombinasi dari pola radial dan annular.

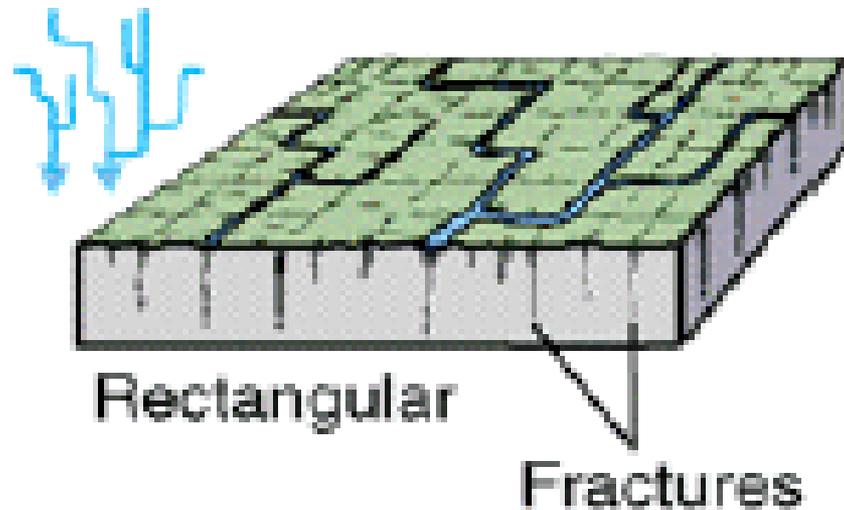


Radial

c. Pola Aliran Rectangular

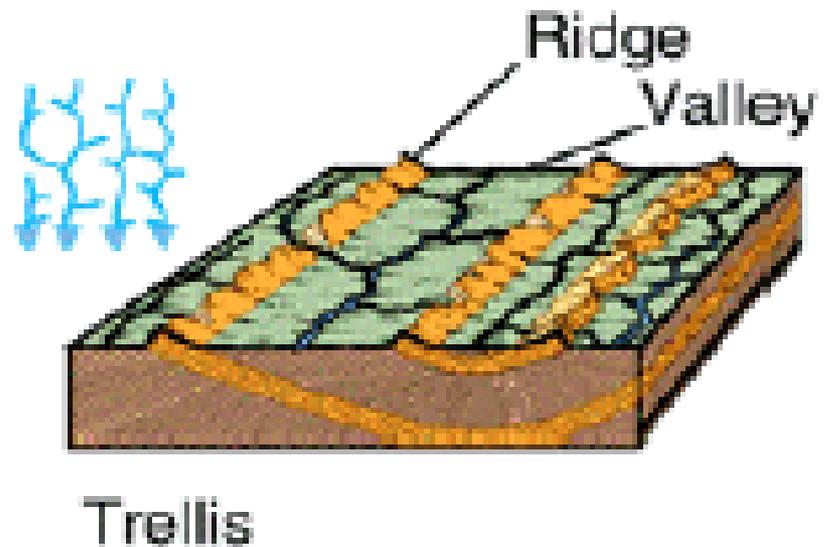
- Pola rectangular umumnya berkembang pada batuan yang resistensi terhadap erosinya mendekati seragam, namun dikontrol oleh kekar (retakan/rekahan batuan) yang mempunyai dua arah dengan sudut saling tegak lurus.
- Kekar pada umumnya kurang resisten terhadap erosi sehingga memungkinkan air mengalir dan berkembang melalui kekar-kekar membentuk suatu pola pengaliran dengan saluran salurannya lurus-lurus mengikuti sistem kekar.

- pola aliran rectangular adalah pola aliran sungai yang dikendalikan oleh struktur geologi, seperti struktur kekar (rekahan) dan sesar (patahan). Sungai rectangular dicirikan oleh saluran-saluran air yang mengikuti pola dari struktur kekar dan patahan.



d. Pola Aliran Trellis

- Pola aliran trellis adalah pola aliran sungai yang berbentuk pagar (trellis) dan dikontrol oleh struktur geologi berupa perlipatan sinklin dan antiklin.
- Sungai trellis dicirikan oleh saluran-saluran air yang berpola sejajar, mengalir searah kemiringan lereng dan tegak lurus dengan saluran utamanya.
- Saluran utama berarah searah dengan sumbu lipatan.



e. Pola Aliran Centripetal

- Pola aliran centripetal merupakan pola aliran yang berlawanan dengan pola radial, dimana aliran sungainya mengalir kesatu tempat yang berupa cekungan (depresi).
- Pola aliran centripetal merupakan pola aliran yang umum dijumpai di bagian barat dan baratlaut Amerika, mengingat sungai-sungai yang ada mengalir ke suatu cekungan, dimana pada musim basah cekungan menjadi danau dan mengering ketika musim kering. Dataran garam terbentuk ketika air danau mengering.

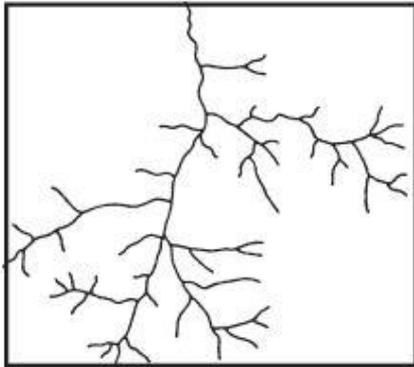
f. Pola Aliran Annular

- Pola aliran annular adalah pola aliran sungai yang arah alirannya menyebar secara radial dari suatu titik ketinggian tertentu dan ke arah downstream aliran kembali bersatu.
- Pola aliran annular biasanya dijumpai pada morfologi kubah atau intrusi loccolith.

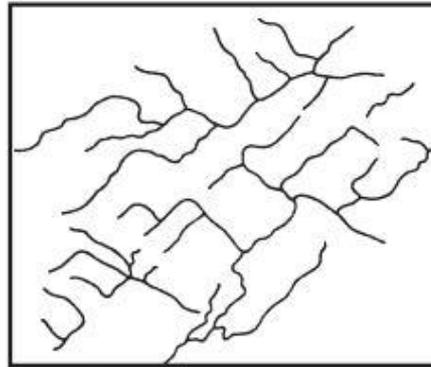
h. Pola Aliran Paralel (Pola Aliran Sejajar)

- Sistem pengaliran paralel adalah suatu sistem aliran yang terbentuk oleh lereng yang curam/terjal. Dikarenakan morfologi lereng yang terjal maka bentuk aliran-aliran sungainya akan berbentuk lurus-lurus mengikuti arah lereng dengan cabang-cabang sungainya yang sangat sedikit.
- Pola aliran paralel terbentuk pada morfologi lereng dengan kemiringan lereng yang seragam. Pola aliran paralel kadangkala meng-indikasikan adanya suatu patahan besar yang memotong daerah yang batuan dasarnya terlipat dan kemiringan yang curam.

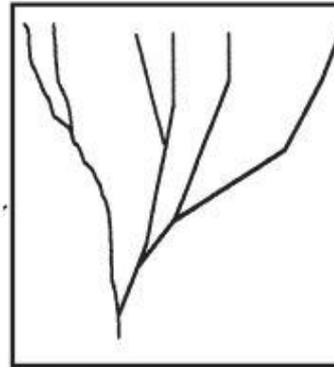
Gambar Pola Aliran Sungai



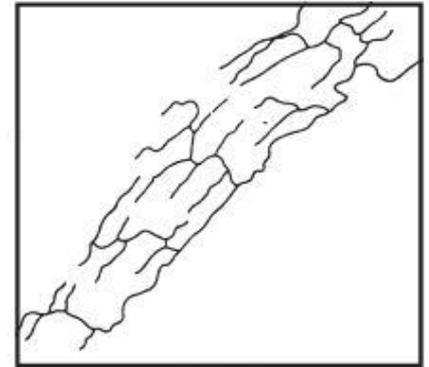
Pola Dendritik



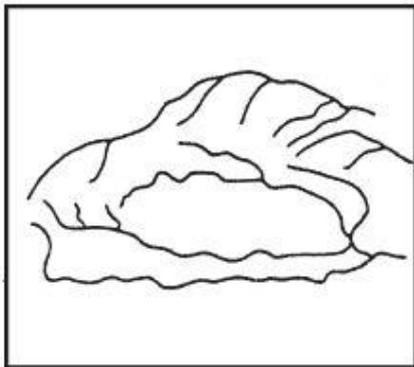
Pola Rektangular



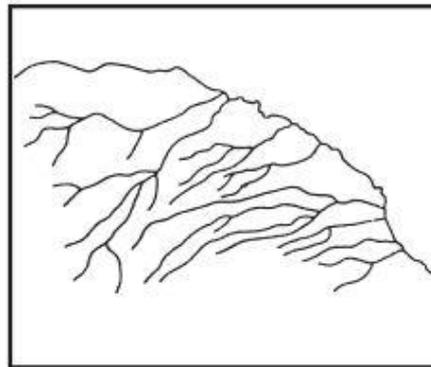
Pola Pinnate



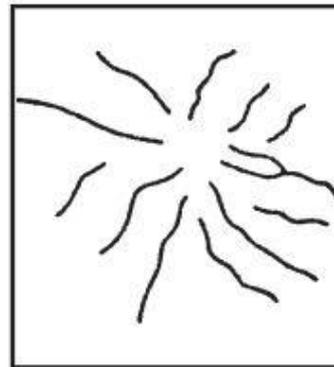
Pola Trellis



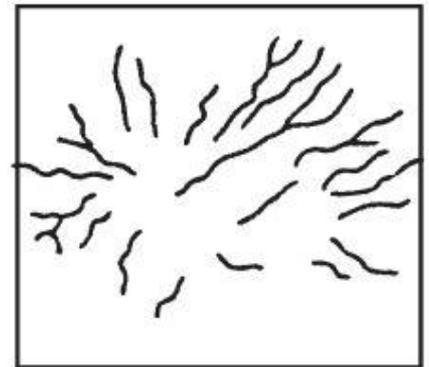
Pola Annular



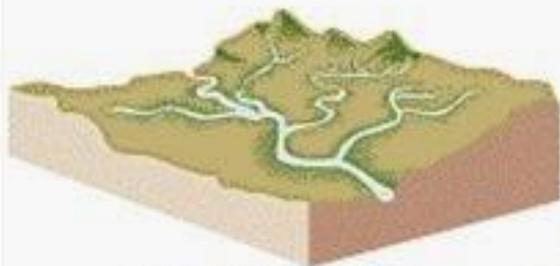
Pola Parallel (sejajar)



Pola Radial

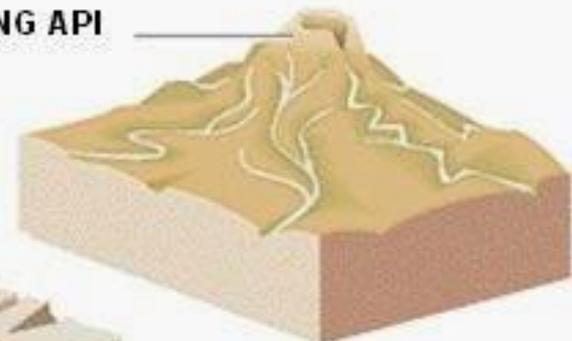


Pola Centripetal

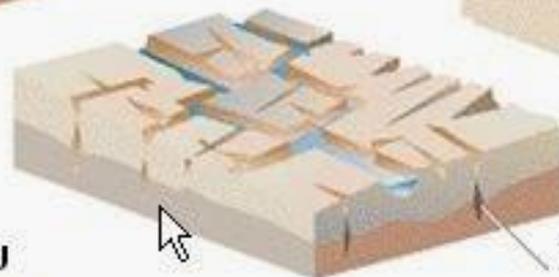


ALIRAN DEDRITIK

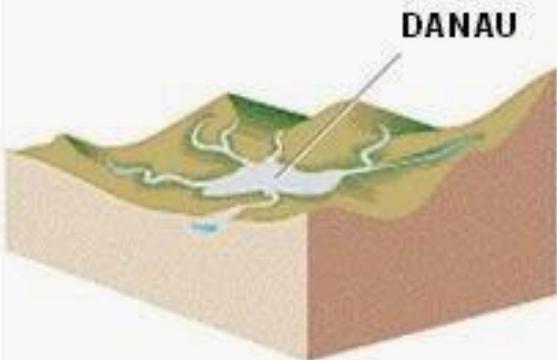
GUNUNG API



ALIRAN RADIAL



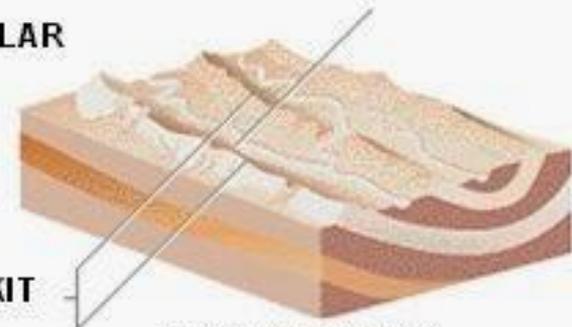
ALIRAN REKTANGULAR



ALIRAN SENTRIPETAL

RETAKAN

LEMBAH



BUKIT

ALIRAN TRELLIS

Genetika Sungai

- a) Sungai Superposed atau sungai Superimposed adalah sungai yang terbentuk diatas permukaan bidang struktur dan dalam perkembangannya erosi vertikal sungai memotong ke arah bagian bawah hingga sampai memotong bidang struktur dibawahnya agar supaya sungai dapat mengalir ke bagian yang lebih rendah. Dengan kata lain sungai superposed adalah sungai yang berkembang belakangan dibandingkan dengan pembentukan struktur batuanannya.

b) Sungai Antecedent adalah sungai yang lebih dulu ada dibandingkan dengan keberadaan struktur batuan dan dalam perkembangannya air sungai mengikis hingga ke bagian struktur yang ada dibawahnya. Pengikisan ini dapat terjadi karena erosi arah vertikal lebih intensif dibandingkan arah lateral.

c) Sungai Konsekuen adalah sungai yang berkembang dan mengalir searah lereng topografi aslinya. Sungai konsekuen sering diasosiasikan dengan kemiringan asli dan struktur lapisan batuan yang ada dibawahnya. Selama tidak dipakai sebagai pedoman, bahwa asal dari pembentukan sungai konsekuen adalah didasarkan atas lereng topografinya bukan pada kemiringan lapisan batumannya

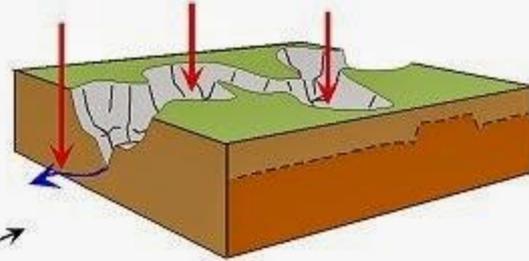
d) Sungai Subsekuen adalah sungai yang berkembang disepanjang suatu garis atau zona yang resisten. sungai ini umumnya dijumpai mengalir disepanjang jurus perlapisan batuan yang resisten terhadap erosi, seperti lapisan batupasir. Mengenal dan memahami genetika sungai subsekuen seringkali dapat membantu dalam penafsiran geomorfologi.

e) Sungai Resekuen. Lobeck (1939) mendefinisikan sungai resekuen sebagai sungai yang mengalir searah dengan arah kemiringan lapisan batuan sama seperti tipe sungai konsekuen. Perbedaannya adalah sungai resekuen berkembang belakangan.

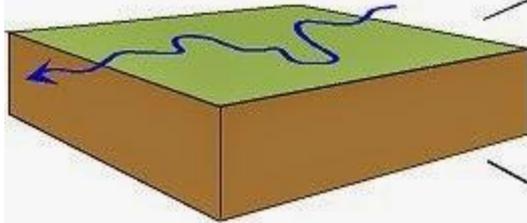
f) Sungai Obsekuen. Lobeck juga mendefinisikan sungai obsekuen sebagai sungai yang mengalir berlawanan arah terhadap arah kemiringan lapisan dan berlawanan terhadap sungai konsekuen. Definisi ini juga mengatakan bahwa sungai konsekuen mengalir searah dengan arah lapisan batuan.

g) Sungai Insekuen adalah aliran sungai yang mengikuti suatu aliran dimana lereng tidak dikontrol oleh faktor kemiringan asli, struktur atau jenis batuan.

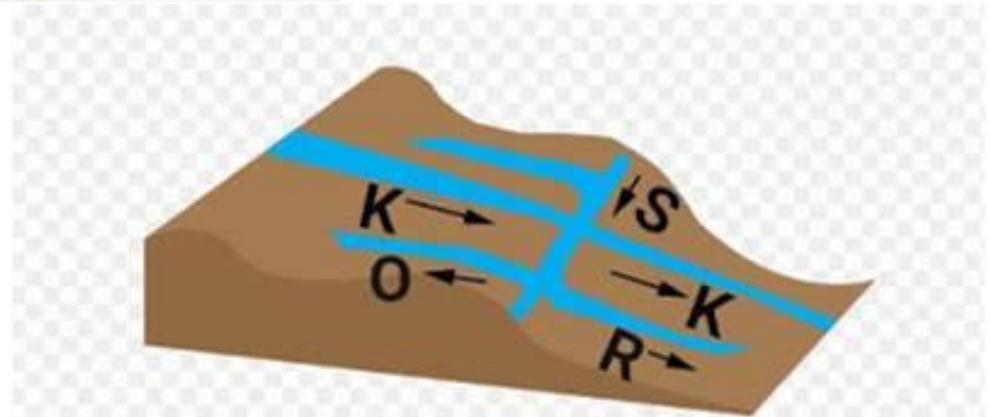
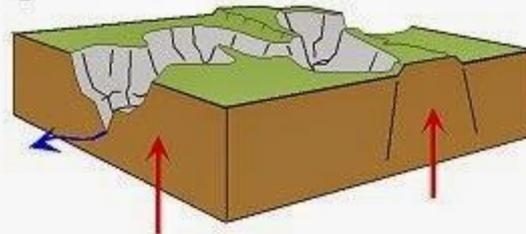
Sungai Superposed



Sungai Konsekuen



Sungai Anteseden



R = Sungai resekuen

O = Sungai obsekuen

K = Sungai konsekuen

S = Sungai subsekuen