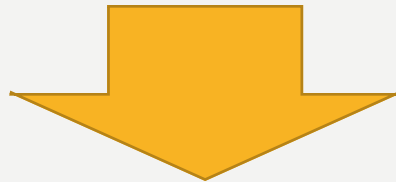


HIDROLOGI Air Tanah



Prodi Teknik Pertanian

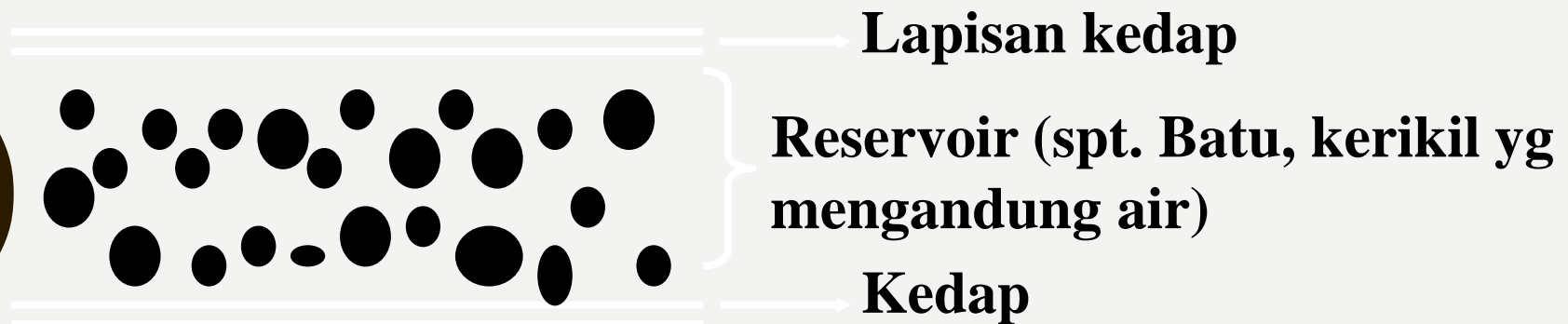
AIR HUJAN SEBAGAI SUMBER AIR TANAH

→ Imbuhan air tanah secara alami dapat berupa air hujan, kolam, danau atau sungai.

**Imbuhan = Presipitasi – Limpasan –
Evapotranspirasi + Storativitas**

Reservoir Air Tanah :

Suatu air yang terdapat di dalam tanah/batuan yang bersifat porous sekali, dimana airnya mengisi lubang-lubang di dalam tanah/batuan.



Reservoir air tanah mudah sekali bergerak dari tempat tinggi menuju tempat yang rendah (potensial), kalau di tempat yang rendah dapat keluar sebagai sumber air.

Macam Reservoir Air Tanah :

1. Kerikil → lapisan porous yang dapat menyimpan air
2. Pasir
3. Tufa vulkanis (batuan gunung berapi yang porous)
4. Batu gamping yang porous

Pergerakan air tanah yang terjadi pada reservoir tsb sangat lambat tergantung pada permeabilitas dan gradient hidarulis.

Kecepatan gerak air ini dilukiskan secara sederhana oleh H. DARCY.

$$V = P.I$$

Dimana : $V =$ Velocity

$P =$ Koefisien permeabilitas

$I =$ gradient Hidraulis

Pada aliran air tanah lewat akuifer berlaku Hukum Darcy dan Hukum Kontinuitas.

Formulasi Hk. Darcy

$$Q = K \cdot A \cdot ((h_1 - h_2)) / \Delta S$$

Koefisien permeabilitas

$$K = T/b$$

Sedangkan Σ air tanah yang melewati titik tertentu dalam waktu tertentu dinyatakan dalam rumus sbb:

$$D = P.I.A$$

Dimana : $D = \Sigma$ air

$A =$ penampang lintang dari tanah yang dilaluinya

Aliran air dalam tanah ada 2 :

- 1. Aliran Efluent : aliran yang terdapat pada suatu lembah yang airnya mengalir terus-menerus (merembes terus-menerus sifatnya)**
- 2. Aliran Influent : suatu aliran yang berasal dari pegunungan yang mengalir ke suatu gurun sehingga airnya merembes ke bawah**

Macam lapisan tanah yang mengandung Air :

1. **Aquiver** adalah lapisan tanah/batuan yg menyimpan dan meluluskan air dgn kapasitas yg cukup besar
Lapisan ini bisa berupa lapisan batuan sedimen, spt : pasir & kerikil, pasir, kerikil, ataupun batuan tufa.
2. **Aquiclude** adalah suatu lapisan tanah/batuan yg mampu menahan/menyimpan air tetapi tidak mampu meluluskan air, misalnya : tanah liat.
3. **Aquifuge** adalah suatu batuan yg tidak mampu menyimpan air, sehingga terus menerus mengalir.
Contoh : batuan Granit

Faktor-faktor yg mempengaruhi kemampuan menyimpan air dan kemampuan utk meluluskan air pada aquiver :

- a. Porositas
- b. Permeabilitas
- c. Luas penyebaran
- d. Tebal lapisan

BEBERAPA NILAI POROSITAS DARI BEBERAPA BATUAN SEDIMEN YG MELULUSKAN AIR

Macam batuan sedimentasi	Porositas (%)
Tanah liat	50 – 60
Pasir sedang – kasar	30 – 45
Pasir seragam	35 – 40
Pasir halus – sedang	35 – 45
Kerikil	30 – 40
Pasir dan kerikil	25 – 30
Batu pasir	10 – 20
Batu kapur	1 – 10

AIR TANAH

Air Tanah : air yg berada/pada permukaan partikel tanah yg langsung atau tidak langsung berpengaruh thd pertumbuhan tanaman dan organisme lain yg berada di atas / di dalam tanah

Klasifikasi air tanah (Brady, 1974)

- 1. Klasifikasi fisik → didasarkan atas tegangan air tanah.**
Dibedakan 3 bagian :
 - a. Air Higroskopis
 - b. Air Kapiler
 - c. Air Bebas
- 2. Klasifikasi biologis air tanah**
Klasifikasi ini ditinjau dari ketersediaan air tanah dalam hubungannya dgn pertumbuhan tanaman.
Dibedakan atas 3 bagian :
 - a. Air Tak Tersedia
 - b. Air Tersedia
 - c. Air Mengalir/berkelebihan

Kramer (1977), membedakan air tanah atas 4 klas :

- 1. Air Gravitasi : air yg terdapat pada pori-pori besar dari tanah dimana bergerak ke bawah karena adanya gaya gravitasi**
- 2. Air Kapiler : air yg ditahan oleh permukaan partikel tanah, yg berupa selaput tipis dalam sudut-sudut partikel tanah dari pori kapiler**
- 3. Air Higroskopis : air yg ditahan dalam bentuk selaput yg sangat tipis oleh permukaan partikel tanah**
- 3. Uap air : air yg terdapat dalam atmosfer tanah yg bergerak sepanjang gradient tekanan uap**
- 4. Koefisien Hygroskopis : yaitu suatu kandungan kelembaban tanah dalam keseimbangannya dgn atmosfer yg dikenal dengan kelembaban relatif**

Klasifikasi Air Tanah

Klasifikasi Fisik:

1. Air Bebas (drainase)
2. Air Kapiler
3. Air Higroskopis

Air Bebas (Drainase):

- a. Air yang berada di atas kapasitas lapang
- b. Air yang ditahan tanah dg tegangan kurang dari 0.1-0.5 atm
- c. Tidak diinginkan, hilang dengan drainase
- d. Bergerak sebagai respon thd tegangan dan tarika gravitasi bumi
- e. Hara tercuci bersamanya

AIR KAPILER:

- a. Air antara kapasitas lapang dan koefisien higroskopis
- b. Tegangan lapisan air berkisar 0.1 - 31 atm
- c. Tidak semuanya tersedia bagi tanaman
- d. Bergerak dari lapisan tebal ke lapisan tipis
- e. Berfungsi sebagai larutan tanah

AIR HIGROSKOPIS :

- a. Air diikat pd koefisien higroskopis
- b. Tegangan berkisar antara 31 - 10.000 atm
- c. Diikat oleh koloid tanah
- d. Sebagian besar bersifat non-cairan
- e. Bergerak sebagai uap air

Pergerakan Air Tanah

Air bergerak dalam pori-pori tanah dari tempat yg bertekanan rendah ke tempat yg bertekanan tinggi atau air bergerak dari potensial tinggi menuju tempat yg berpotensi rendah.

Tekanan - → tegangan

Sehingga air mengalir ke bawah dipengaruhi 2 gaya :

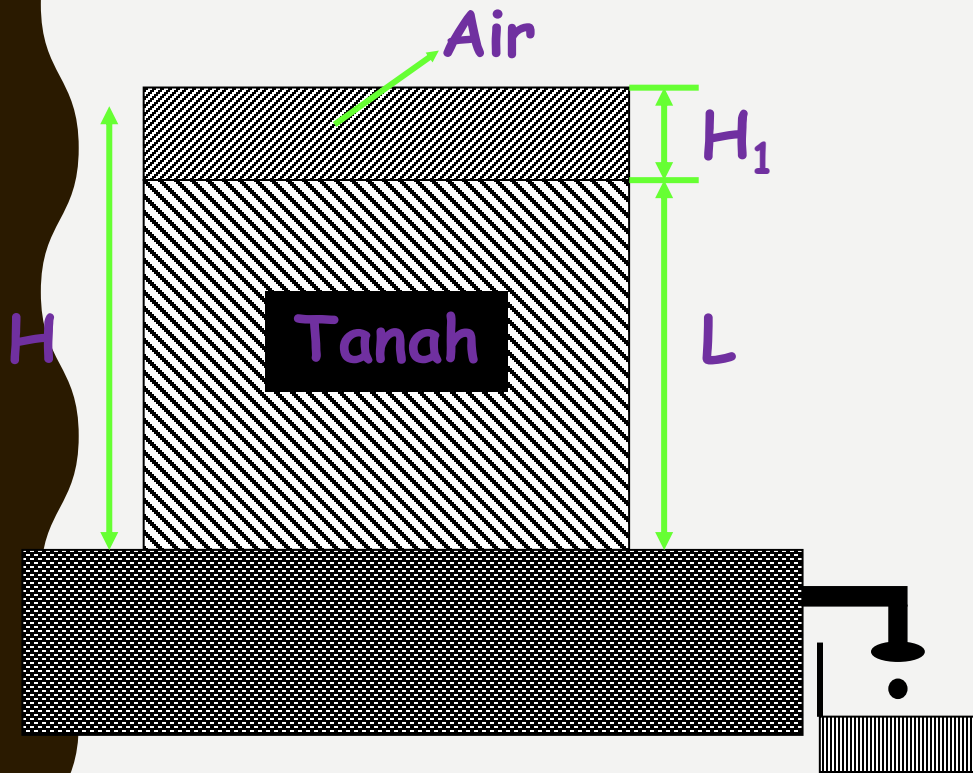
- gaya gravitasi
- gaya kapiler

Hillet (1980), menyatakan bahwa aliran cairan melalui media berpori adalah bergerak sesuai dgn arah dan tekanan yg proporsional dgn daya penggerak yg bertindak pada aliran tekanan dan proporsional dgn sifat media untuk melewatkan cairan tersebut (konduktivitas).

Dimana pergerakan air dalam arah horizontal terjadi dalam responnya thd gradient tekanan hydrolis.

Sedangkan aliran dalam arah vertikal disebabkan oleh tekanan negatif atau daya hisap partikel-partikel tanah.

Persamaan DARCY :



$$q = K \frac{H}{L}$$

$$q = K \frac{H_1 + L}{L}$$

$$q = K \frac{H_1}{L} + K$$

Dimana :

q = debit air yg keluar

k = konduktifitas hidrolika

L = tinggi tanah dalam tabung

H = tinggi kolom air

Uap air dalam tanah dalam phase gas dari tanah yg tidak jenuh air, dan difusi uap air terjadi apabila tekanan uap air terjadi di dalam tanah.

Persamaan difusi dari uap air adalah sbb :

$$q_d = D_{uap} \frac{P_{uap}}{L}$$

Dimana : q_d = kecepatan aliran difusi

D_{uap} = koefisien difusi uap air

P = Perbandingan tekana uap antara 2 titik dlm tanah dgn jarak L

Di dalam tanah lebih rendah daripada di udara terbuka karena terbatasnya porositas dan adanya pori-pori yg terisi udara.

Faktor-faktor yg mempengaruhi pergerakan air tanah :

1. Ukuran & Distribusi Pori

Air masuk ke dalam tanah melalui bagian tanah yg terbuka yaitu melalui ruang pori, celah berlubang karena adanya aktivitas akar, binatang atau pengolah tanah.

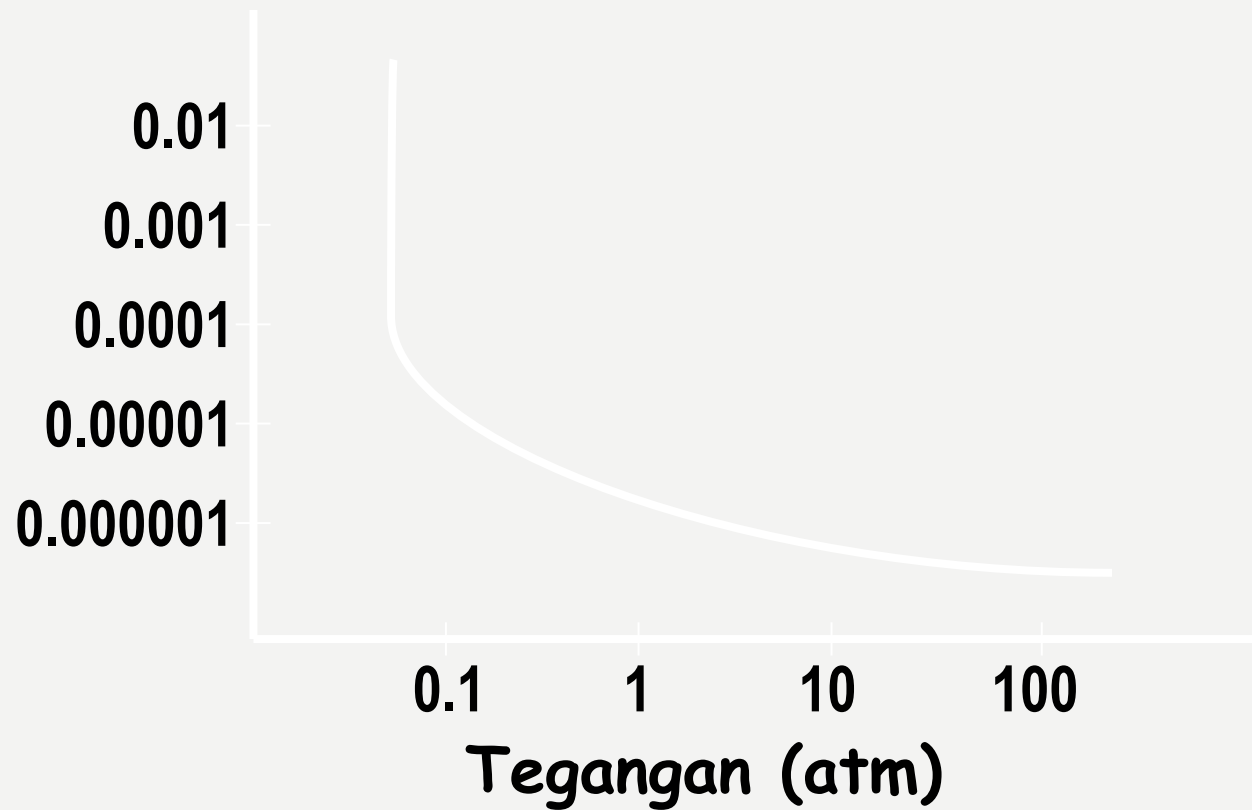
2. Stratifikasi

Yaitu adanya lapisan liat, debu, pasir dan sebagainya yg membentuk suatu lapisan yg impervisus.

3. Tekanan / Selisih Tegangan

Untuk kandungan air tanah di bawah kapasitas lapang maka hantaran hidrolika akan menurun dgn cepat. Pada tegangan 2 atm hantaran hidrolika 10x lebih baik daripada tegangan 10 atm.

Hantaran
Hydrolika



4. Suhu

Suhu makin tinggi maka viscositas semakin rendah dan sebaliknya suhu rendah viscositas air semakin tinggi sehingga akan menghambat pergerakan air dalam tanah.

Gerakan Air Tanah Tidak Jenuh

**Gerakan tidak jenuh = gejala kapilaritas = air bergerak dari muka air tanah ke atas melalui pori mikro.
Gaya adhesi dan kohesi bekerja aktif pada kolom air (dalam pori mikro), ujung kolom air berbentuk cekung.
Perbedaan tegangan air tanah akan menentukan arah gerakan air tanah secara tidak jenuh.**

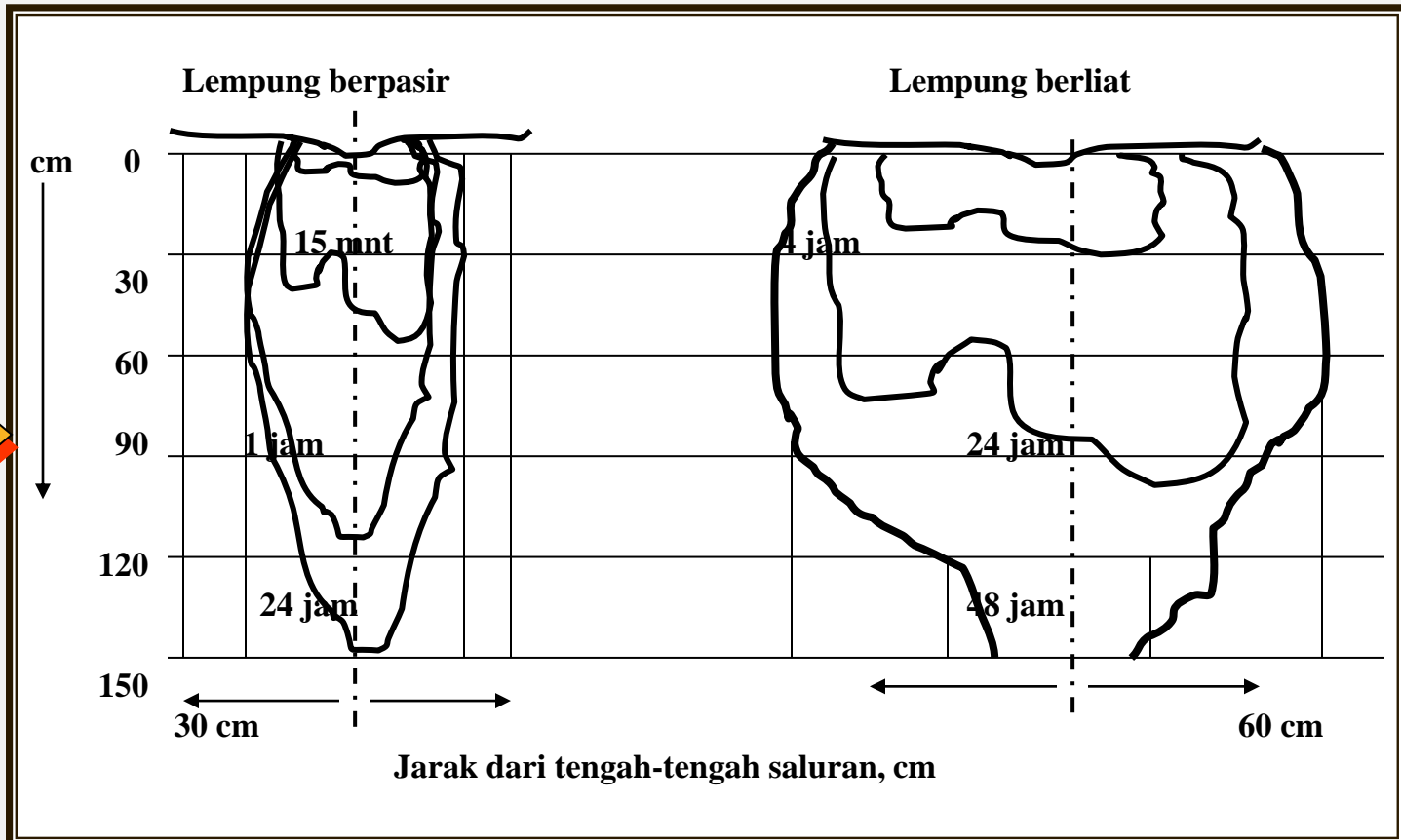
**Air bergerak dari daerah dengan tegangan rendah (kadar air tinggi) ke daerah yang tegangannya tinggi (kadar air rendah, kering).
Gerakan air ini dapat terjadi ke segala arah dan berlangsung secara terus-menerus.**

**Pelapisan tanah berpengaruh terhadap gerakan air tanah.
Lapisan keras atau lapisan kedap air memperlambat gerakan air
Lapisan berpasir menjadi penghalang bagi gerakan air dari lapisan yg bertekstur halus.
Gerakan air dlm lapisan berpasir sgt lambat pd tegangan**

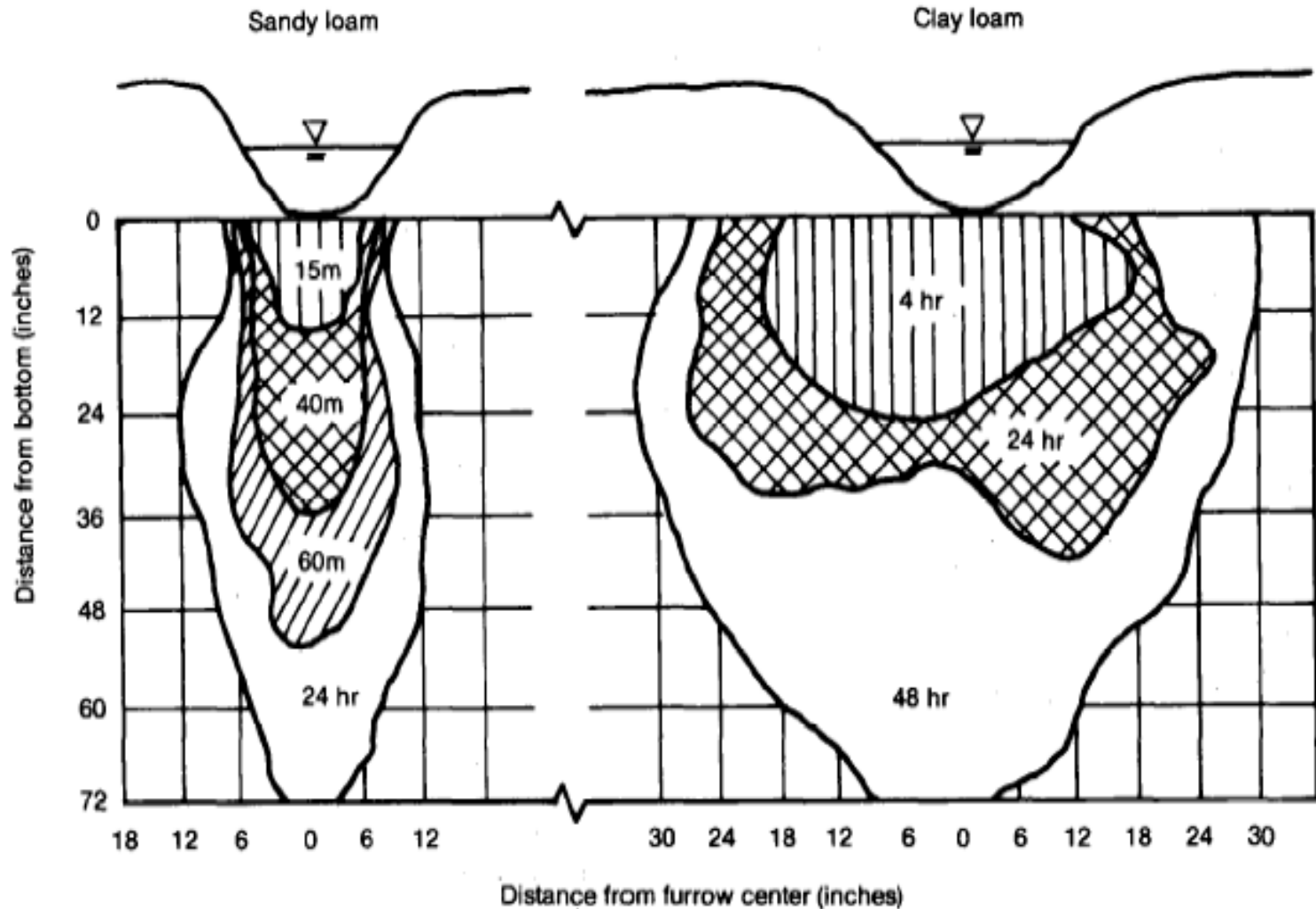
Gerakan Jenuh (Perkolasi)

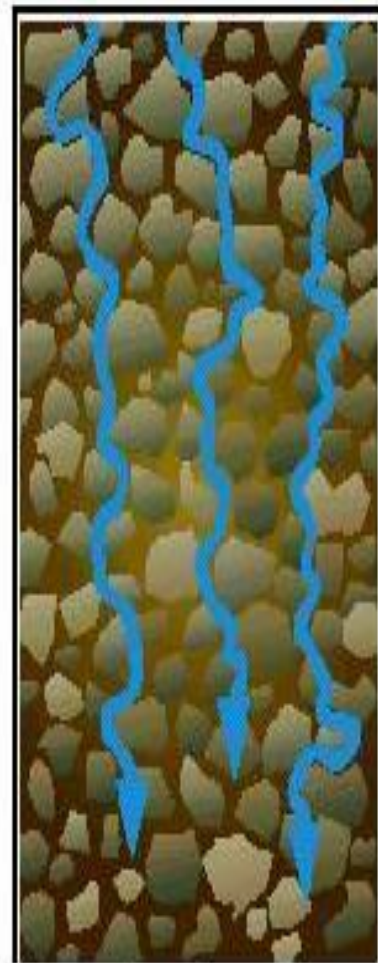
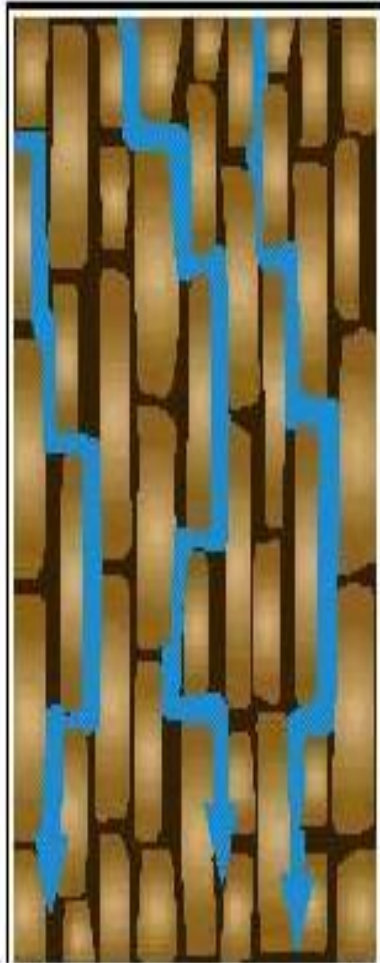
Air hujan dan irigasi memasuki tanah, menggantikan udara dalam pori makro - medium - mikro. Selanjutnya air bergerak ke bawah melalui proses gerakan jenuh dibawah pengaruh gaya gravitasi dan kapiler.

Gerakan air jenuh ke arah bawah ini berlangsung terus selama cukup air dan tidak ada lapisan penghalang



Pola Penetrasi dan Pergerakan Air pada tanah Berpasir dan tanah Lempung-liat

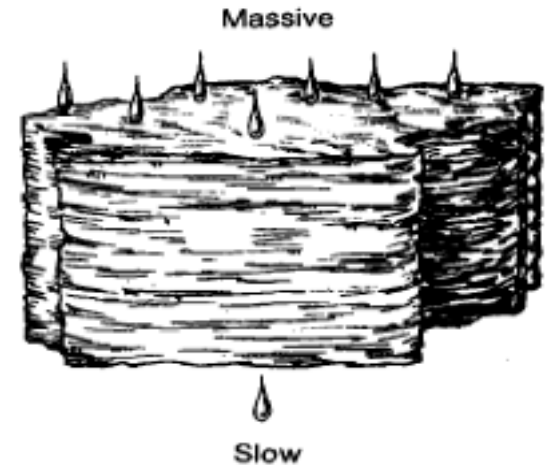
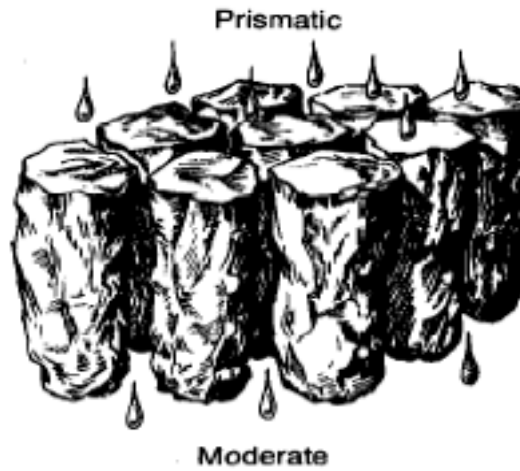
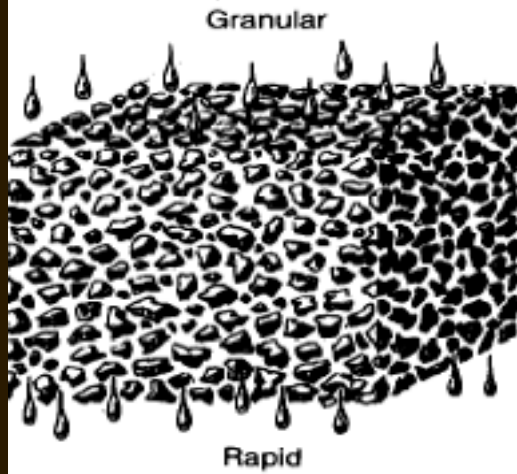
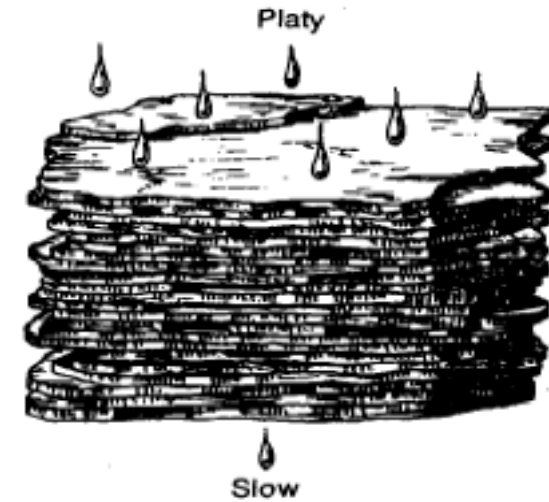
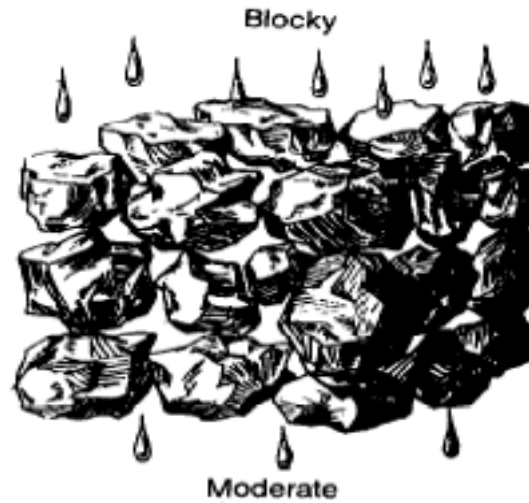
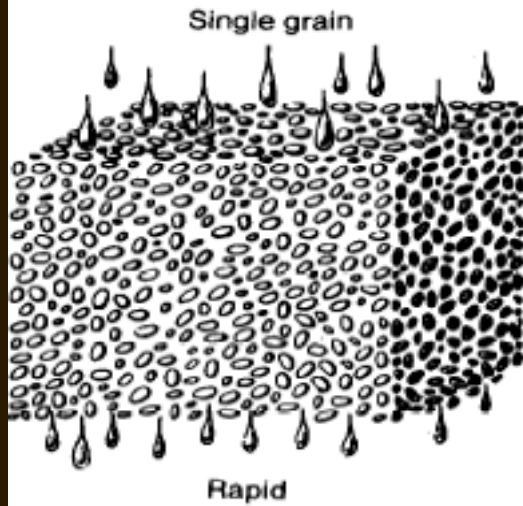




Preferential flow - gravitational water movement through granular, prismatic, subangular blocky, and platy soils 5 (left to right).

Pola pergerakan air gravitasi dalam tanah

Pengaruh struktur tanah terhadap pergerakan air tanah ke arah bawah



PERKOLASI

Jumlah air perkolasi

Faktor yg berpengaruh:

1. Jumlah air yang ditambahkan
2. Kemampuan infiltrasi permukaan tanah
3. Daya hantar air horison tanah
4. Jumlah air yg ditahan profil tanah pd kondisi kapasitas lapang

Keempat faktor di atas ditentukan oleh struktur dan tekstur tanah

Tanah berpasir punya kapasitas infiltrasi dan daya hantar air sangat tinggi, kemampuan menahan air rendah, shg perkolasinya mudah dan cepat

Tanah tekstur halus, umumnya perkolasinya rendah dan sangat beragam; faktor lain yg berpengaruh:

1. Bahan liat koloidal dpt menyumbat pori mikro & medium
2. Liat tipe 2:1 yang mengembang-mengkerut sangat berperan

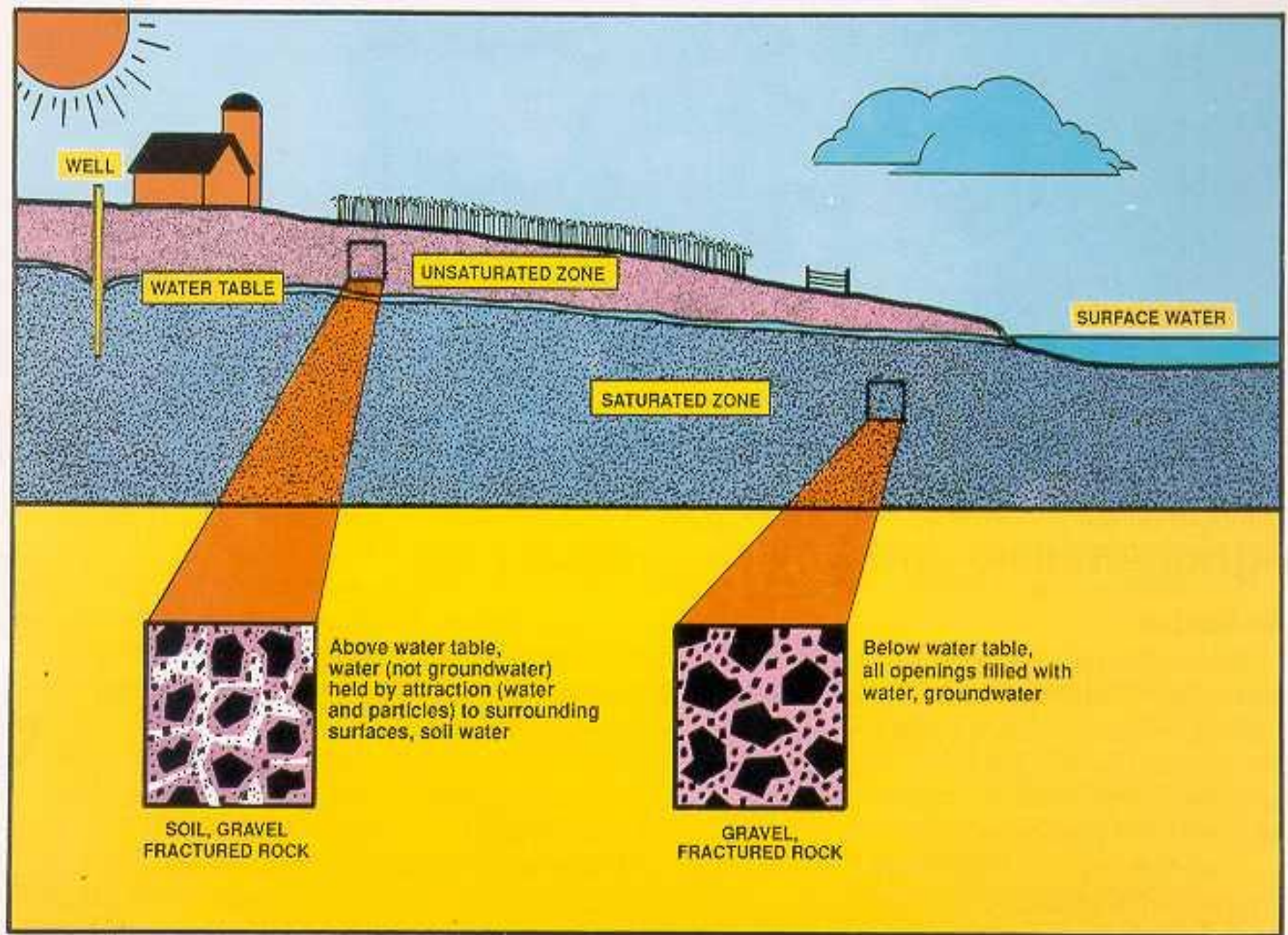


Figure 2.

LAJU GERAKAN AIR TANAH

Kecepatan gerakan air dlm tanah dipengaruhi oleh dua faktor:

1. Daya dari air yang bergerak
2. Hantaran hidraulik = Hantaran kapiler = daya hantar

$$i = k.f$$

dimana i = volume air yang bergerak; f = daya air yg bergerak dan k = konstante.

Daya air yg bergerak = daya penggerak, ditentukan oleh dua faktor:

1. Gaya gravitasi, berpengaruh thd gerak ke bawah
2. Selisih tegangan air tanah, ke semua arah

Gerakan air semakin cepat kalau perbedaan tegangan semakin tinggi.

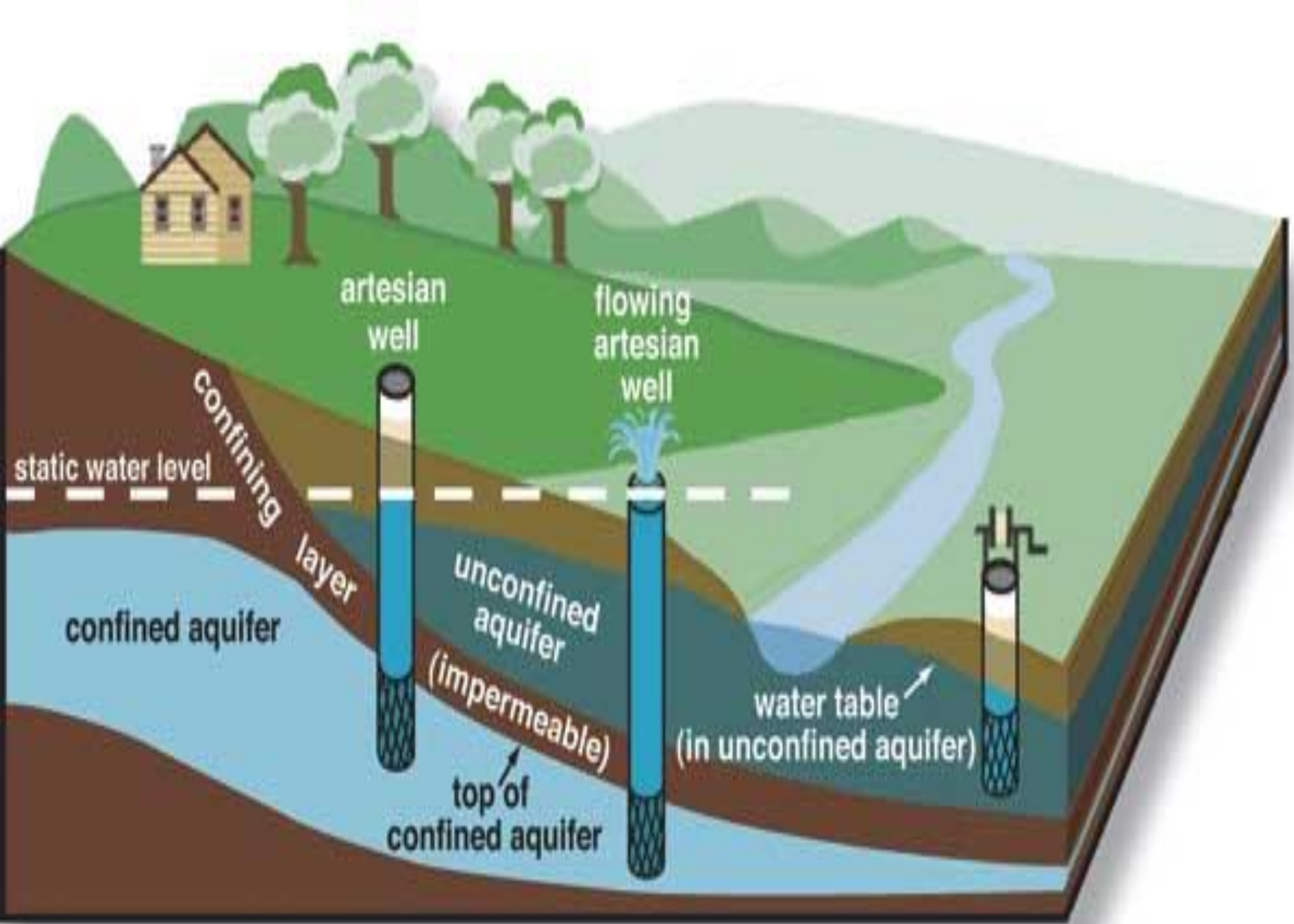
Hantaran hidraulik ditentukan oleh bbrp faktor:

1. Ukuran pori tanah
2. Besarnya tegangan untuk menahan air

Pada gerakan jenuh, tegangan airnya rendah, shg hantaran hidraulik berbanding lurus dengan ukuran pori

Pd tanah pasir, penurunan daya hantar lebih jelas kalau terjadi penurunan kandungan air tanah

Lapisan pasir dlm profil tanah akan menjadi penghalang gerakan air tidak jenuh



TERIMA KASIH

KULIAH TEP 2020