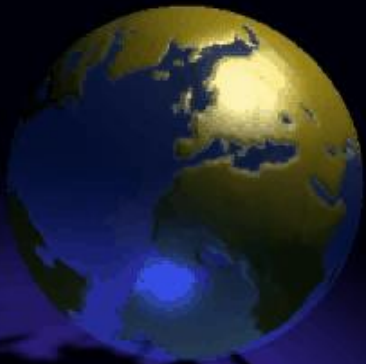


FISIKA DALAM HIDROGEOLOGI

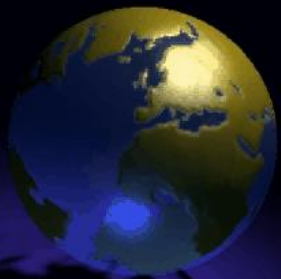
Sari Bahagiarti K.

UPN “Veteran” Yogyakarta



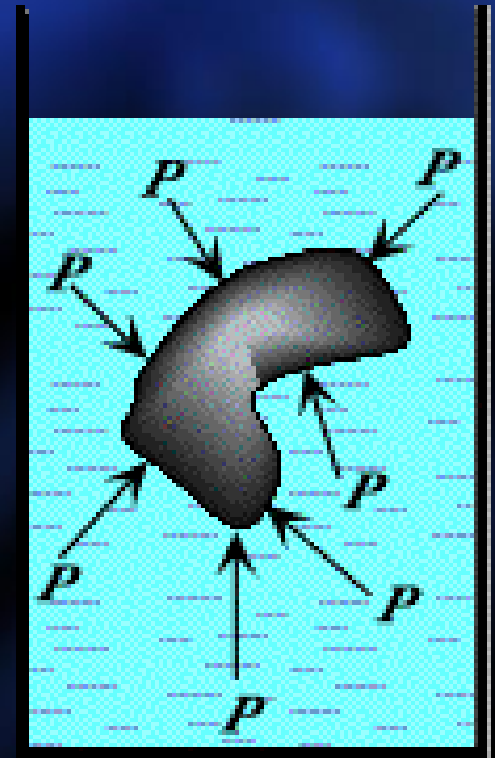
Ilmu Fisika dalam Hidrogeologi

- Digunakan untuk:
 - Memahami gaya hidrostatika dan gaya hidrodinamika
 - Menentukan porositas batuan
 - Menentukan konduktivitas hidrolika
 - Menghitung debit aliran
 - Menentukan tinggi potensial air



Hydrostatic Pressure

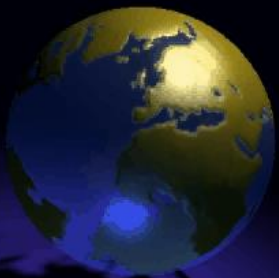
- Tekanan hidrostatis merupakan tekanan yang ditimbulkan oleh air dalam kondisi diam (statik) terhadap suatu benda yang berada di dalamnya
- Besar tekanan adalah sama ke segala arah.



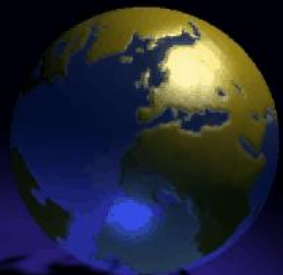
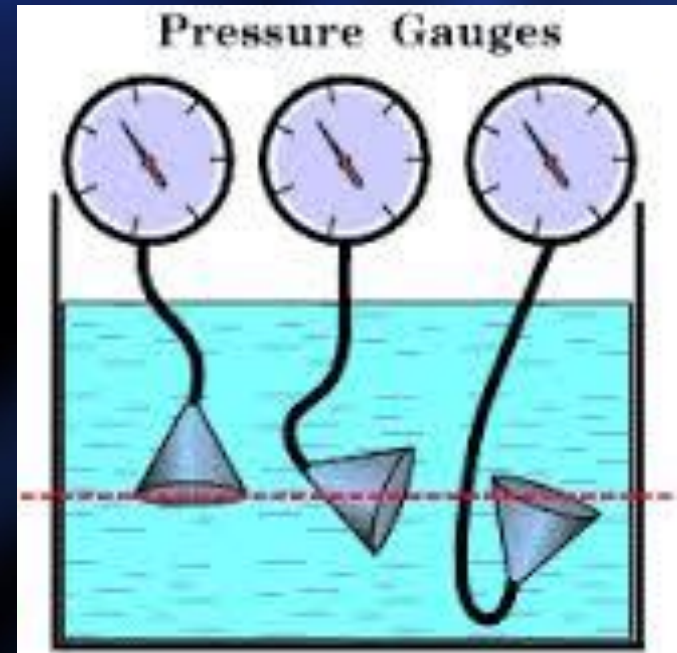
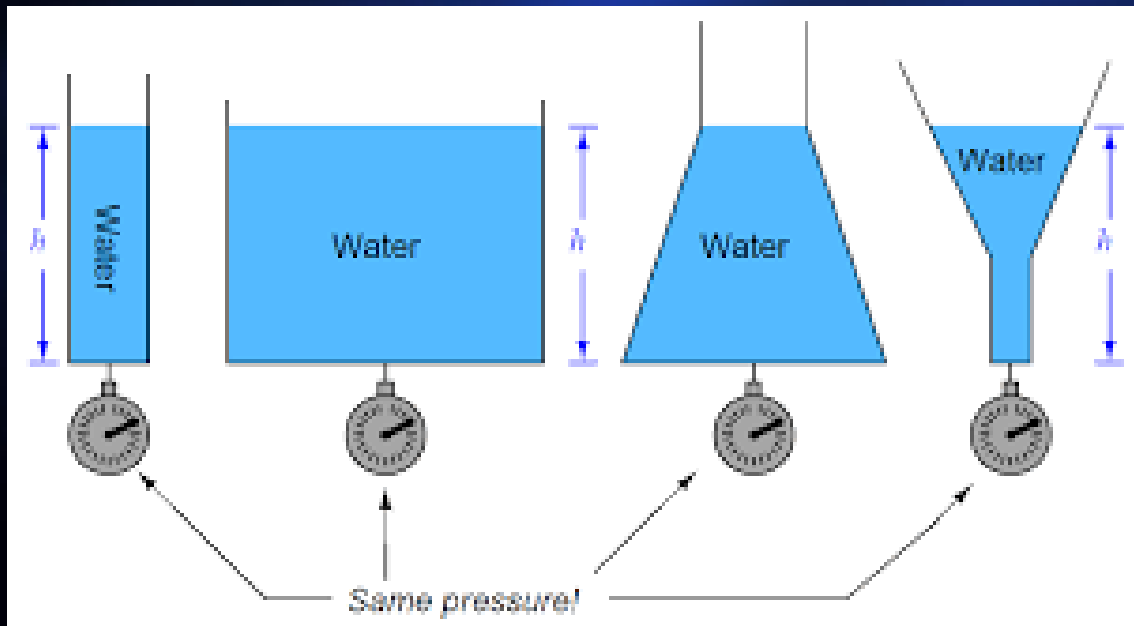
Tegangan Hidrostatika :

- Uniaxial Stress: Bila hanya ada satu arah atau satu komponen stress (σ_1). σ_2 dan $\sigma_3 = 0$
- Biaxial Stress: Bila σ_1 dan σ_2 mempunyai besaran, dan $\sigma_3 = 0$
- Asymetrical triaxial stress: Bila $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3 \neq 0$
- Hydrostatic Stress: Bila $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \neq 0$

- Biaxial dan triaxial stresses dapat dikategorikan sebagai differential stress

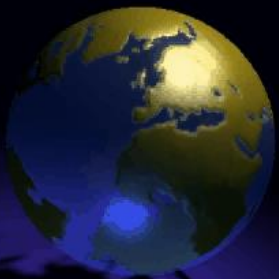


Hydrostatic Pressure

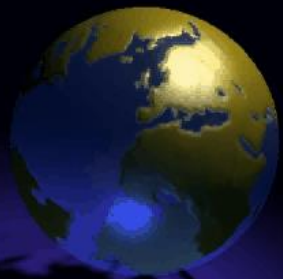
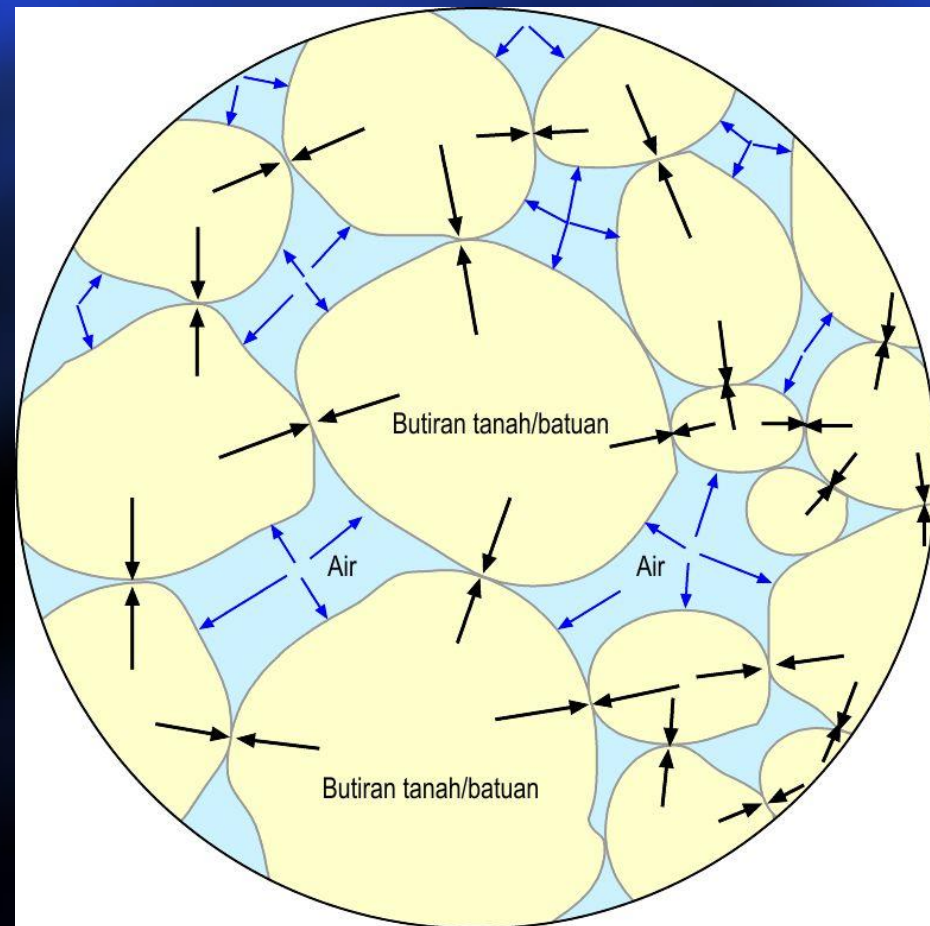
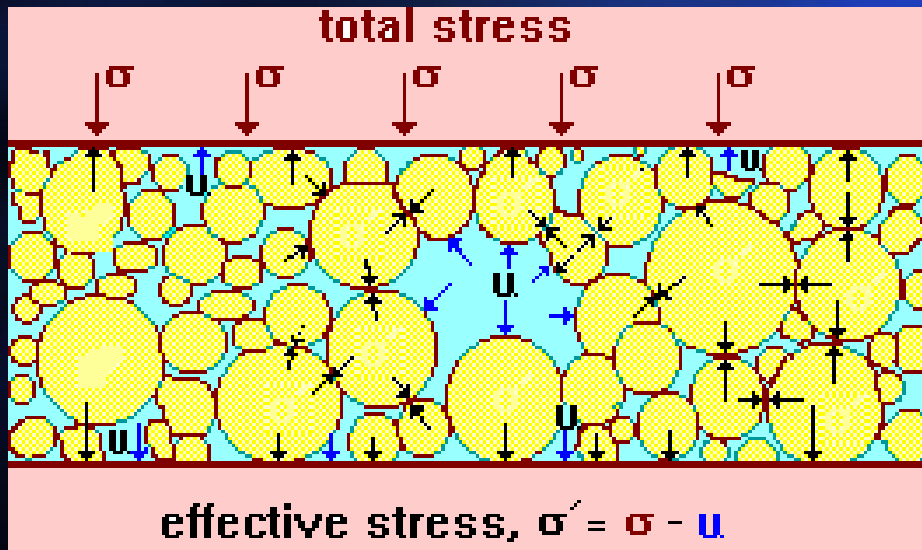


Tekanan Pori (Pore Water Pressure)

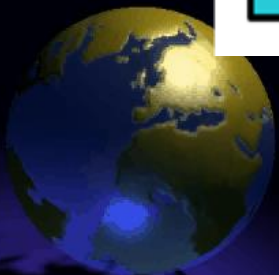
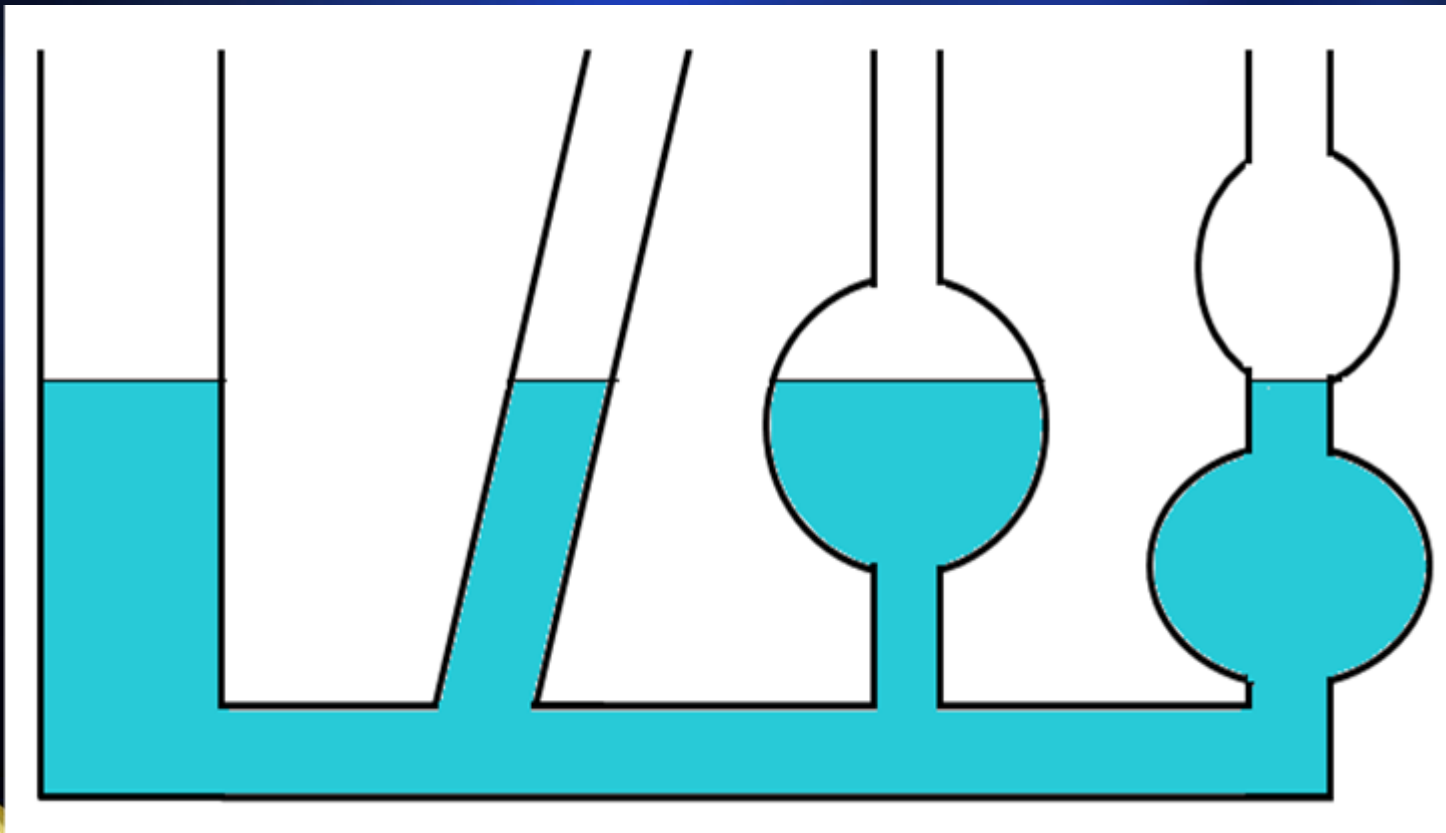
- **Tekanan air pori** (kadang-kadang disingkat **pwp**) merupakan tekanan yang dilakukan oleh air tanah yang tertahan di dalam tanah atau batuan, dalam celah-celah atau di antara partikel (pori-pori).
- Tekanan air pori air tanah dapat diukur dengan alat yang disebut piezometer.
- Tekanan air pori dapat mengakibatkan berkurangnya kekuatan tanah/batuan.



Pore Water Pressure in Rocks (u)



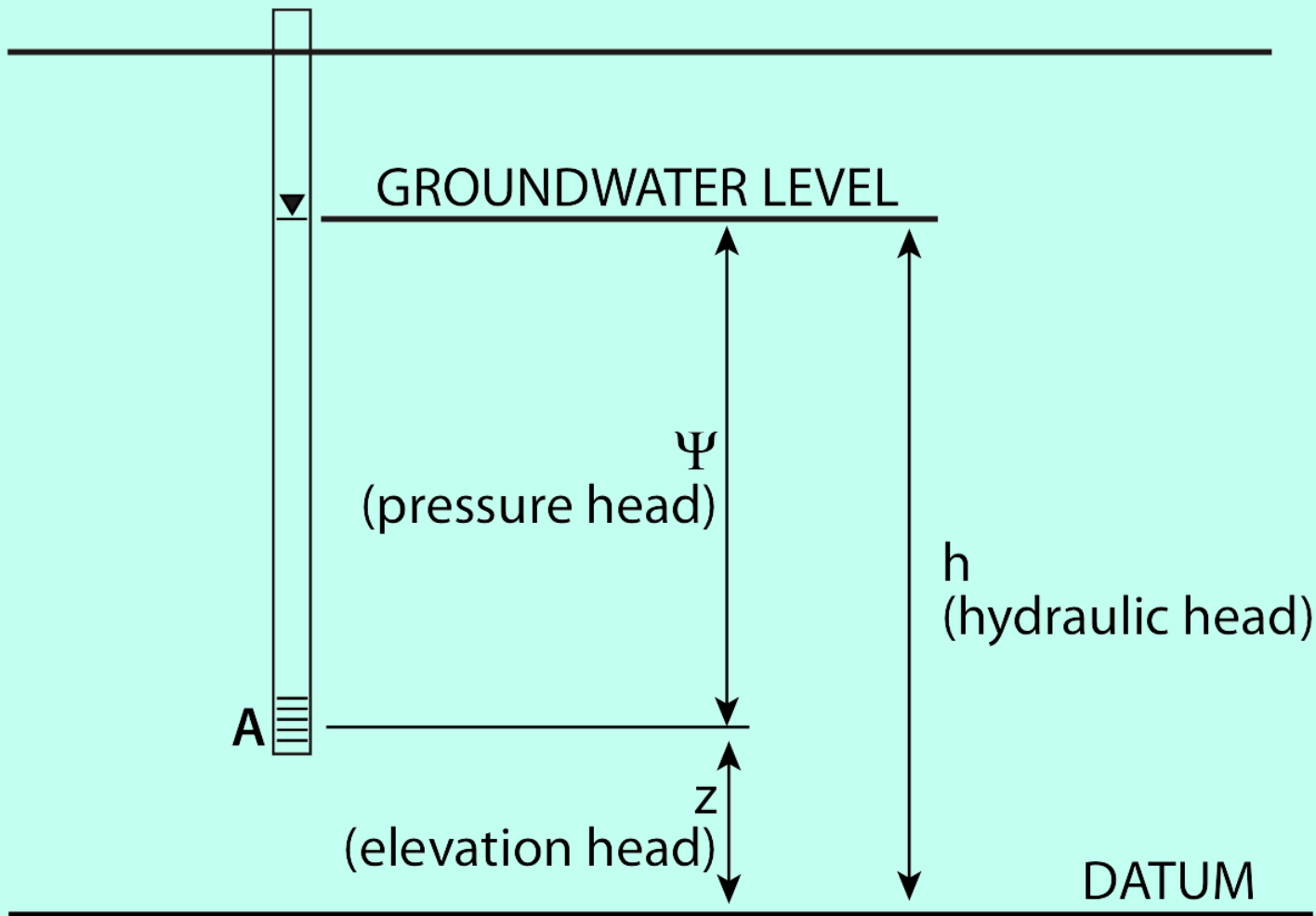
Hydraulic Head = Tinggi Potensial Air



Hydraulic Head

- Hydraulic Head disebut juga sebagai tinggi potensial suatu tubuh air.
- Hydraulic Head terdiri dari Pressure Head dan Elevation Head
- Pressure Head merupakan energi potensial per satuan berat suatu cairan (air) yang ditimbulkan oleh kolom air yang terdapat di atasnya.
- Elevation Head merupakan energi potensial per satuan berat suatu cairan (air) yang ditimbulkan oleh elevasinya.

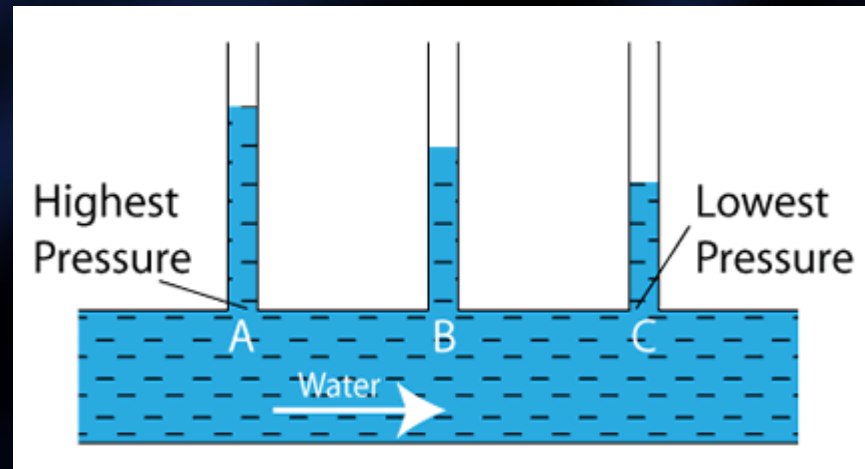




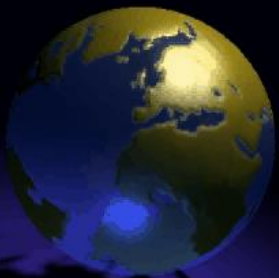
Hydraulic Head

Pressure Head + Elevation Head = Total Head

$$h_t = h_p + h_e$$



TERJADI ALIRAN DARI TEMPAT DG HT
TINGGI KE HT RENDAH

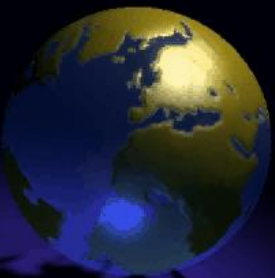
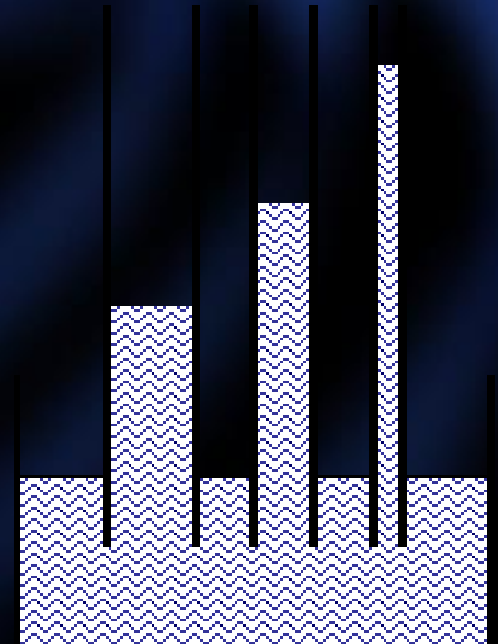
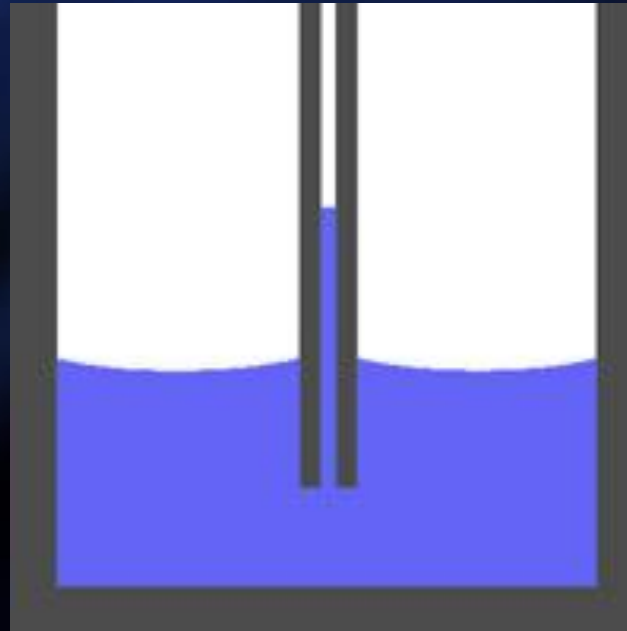


Gaya Kapiler

- Kapilaritas atau disebut juga **gaya kapiler** adalah gejala atau peristiwa meresapnya zat air melalui celah-celah sempit atau pipa **kapiler**
- Kapilaritas adalah gejala zat cair melalui celah-celah sempit atau pipa rambut. Celah-celah sempit atau pipa rambut ini sering disebut pipa kapiler.
- kapilaritas sendiri disebabkan oleh adanya suatu gaya adhesi & gaya kohesi antara zat cair dengan dinding pipa kapiler

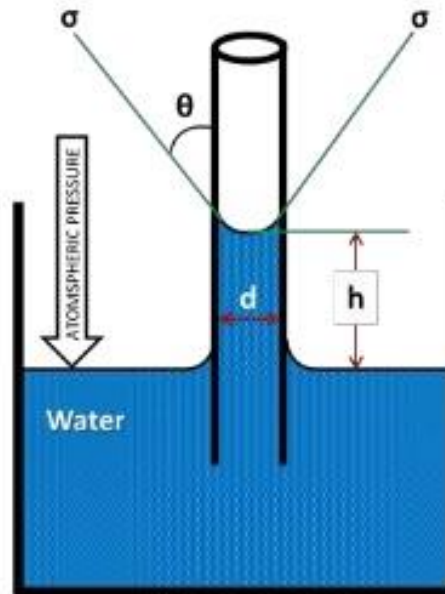


Hydraulic Head & Capillary Force



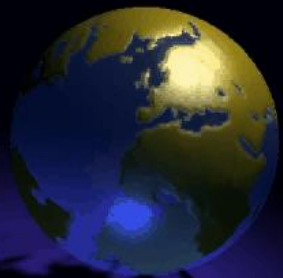
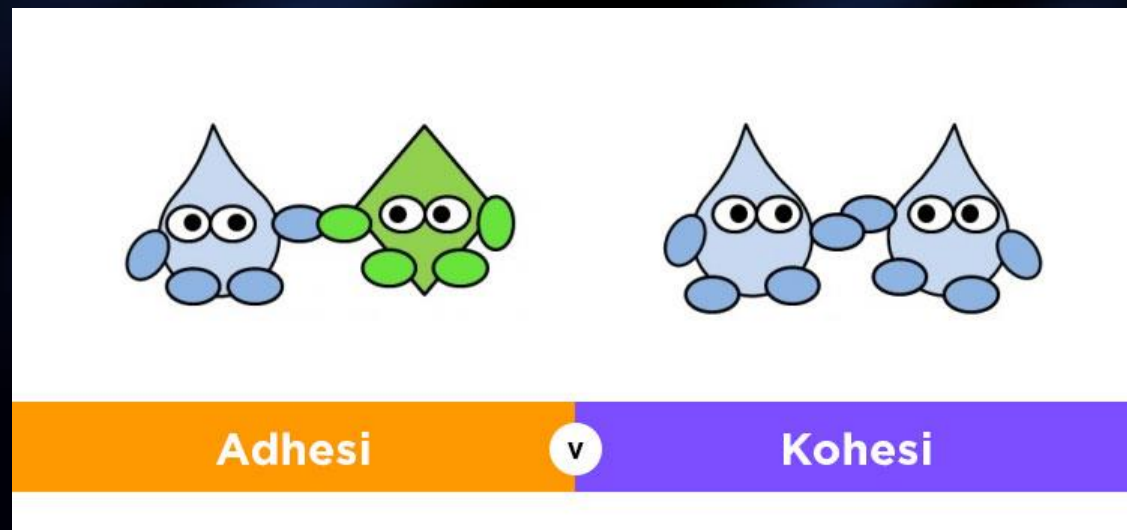
CAPILLARITY RISE

- ▶ Tendency of liquids to rise in tubes of small diameter in opposition to, external forces like gravity

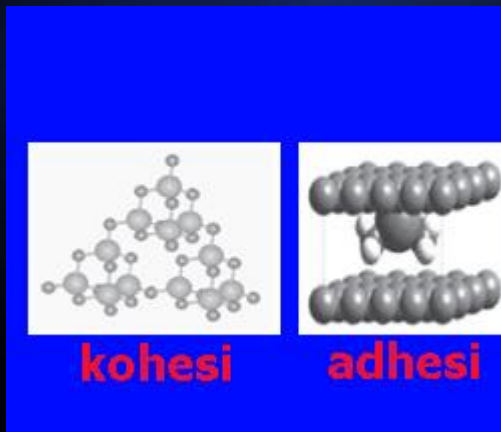


Gaya Tarik-menarik Antar Partikel Air

- Kohesi: gaya Tarik-menarik antar partikel sejenis
- Adhesi: gaya Tarik-menarik antara partikel tak sejenis

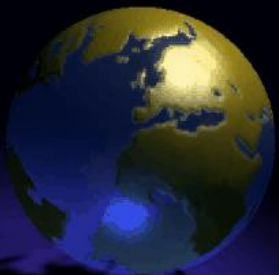
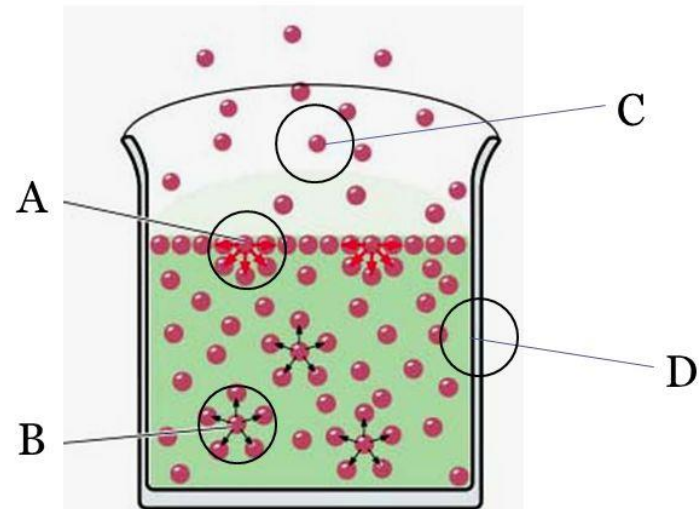


Kohesi dan Adhesi

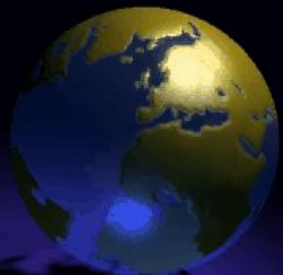
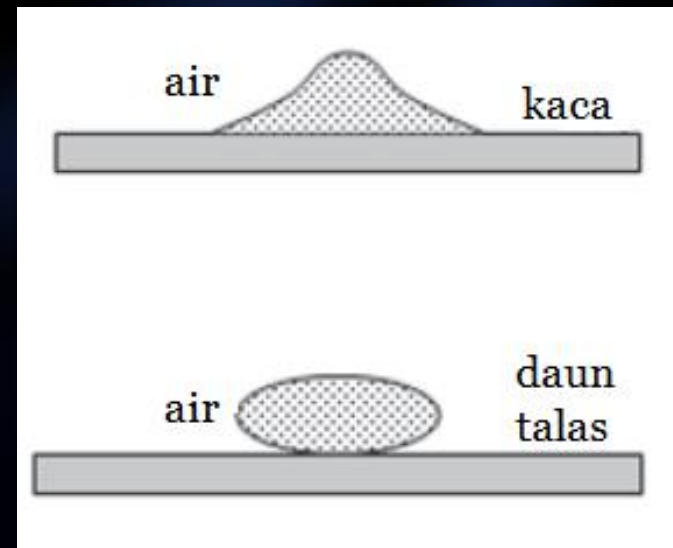


Kohesi dan Adhesi

- Manakah yang termasuk gaya tarik kohesi?
- Manakah yang termasuk gaya tarik adhesi?



Kohesi dan Adhesi



Gaya Hidrodinamika

- Kata hidrodinamika pertama dikenalkan oleh Daniel Bernoulli pada tahun 1700-1783 untuk mengenalkan dua macam ilmu hidrostatika dan hidrodinamika.
- Gaya Hidrodinamika merupakan **Gaya gaya** yang bekerja pada zat cair yang bergerak
- Pergerakan zat cair dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah dipengaruhi oleh Hukum Bernoulli



Porositas Tanah/batuan

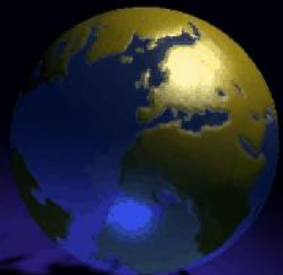
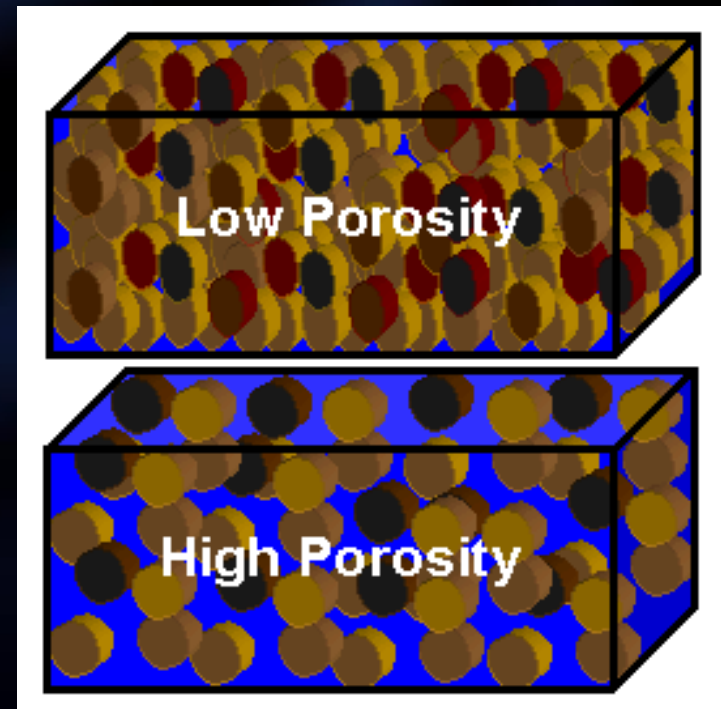
POROSITAS (n) ADALAH ANGKA YANG MENUNJUKKAN PERBANDINGAN ANTARA VOLUME PORI-PORI DAN VOLUME TOTAL BATUAN

$$n = \frac{V_t - V_s}{V_t} = \frac{V_v}{V_t}$$

V_t = volume total

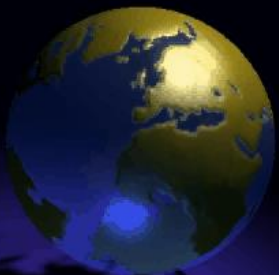
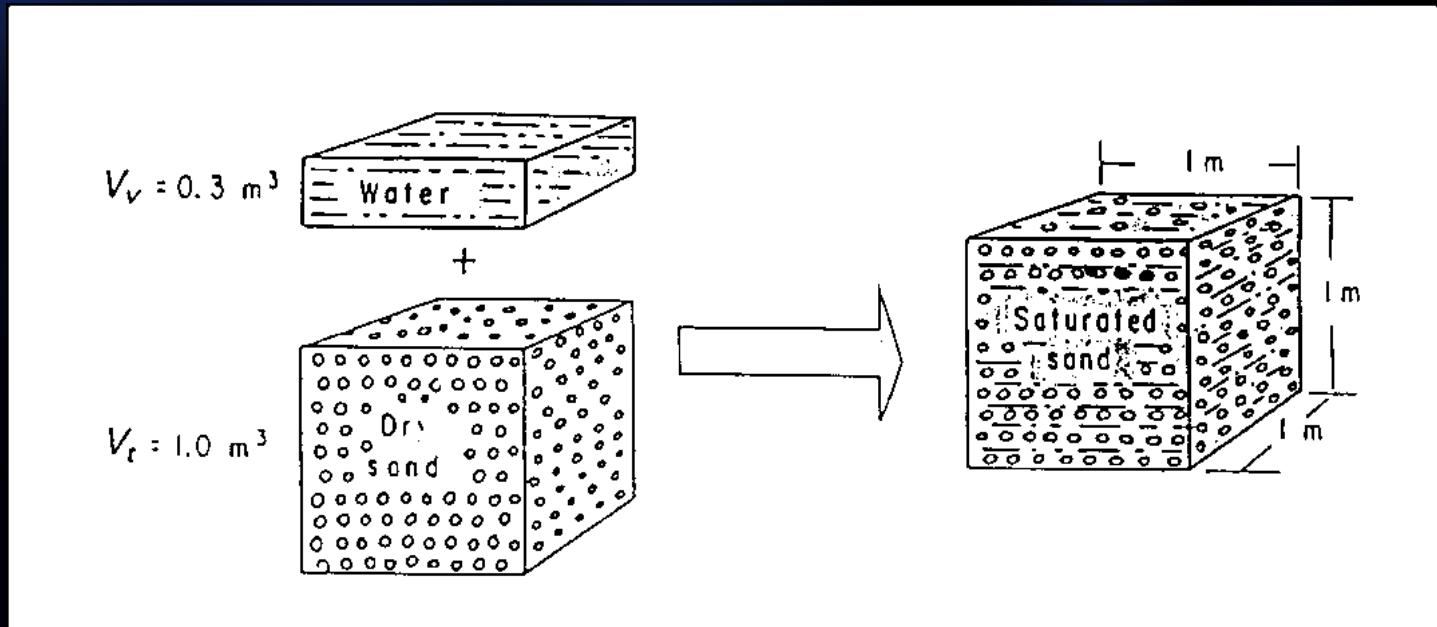
V_s = volume solid

V_v = volume void



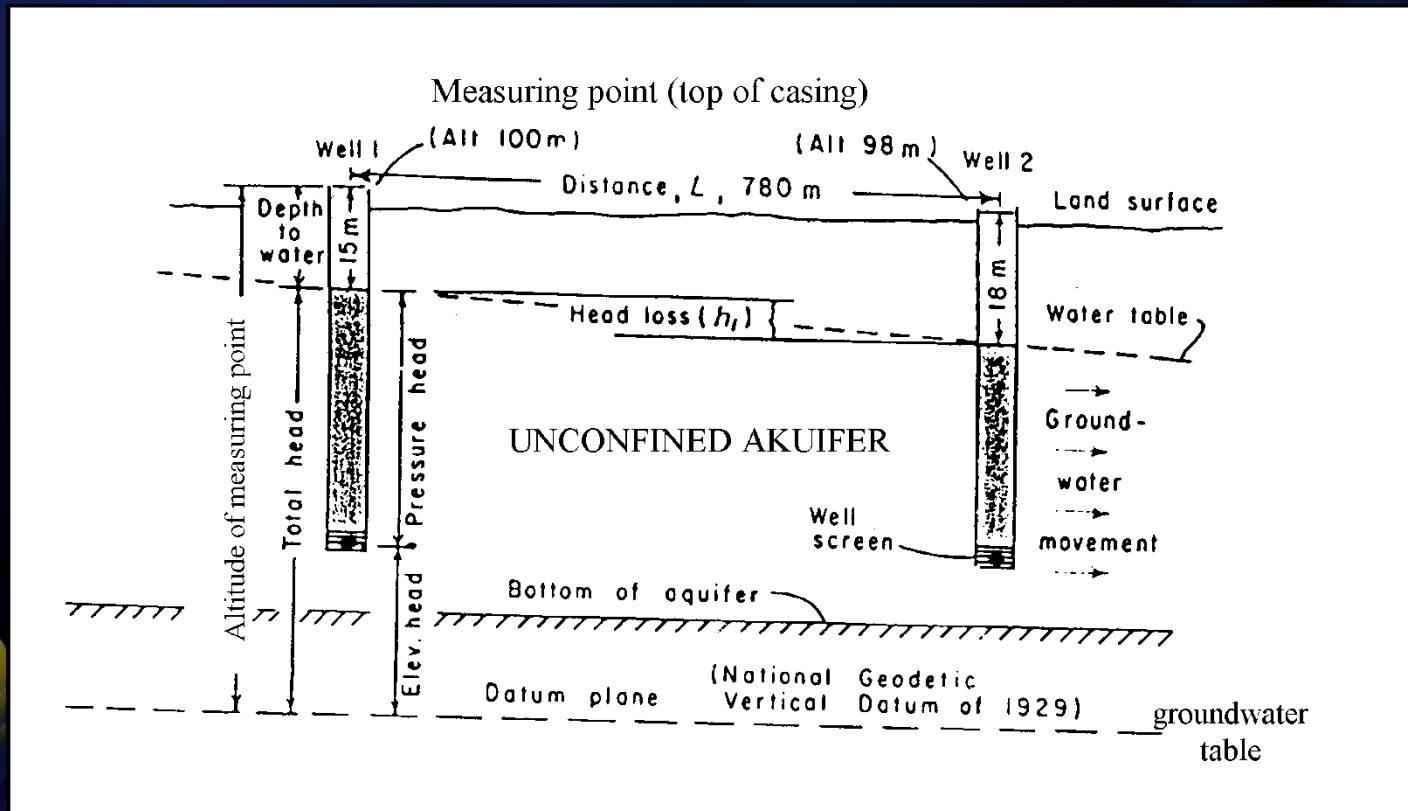
Menghitung porositas

$$\text{Porositas } (n) = \frac{\text{Volume of voids } (V_v) \quad 0,3 \text{ m}^3}{\text{Total Volume } (V_t) \quad 1,0 \text{ m}^3} = 0,30$$

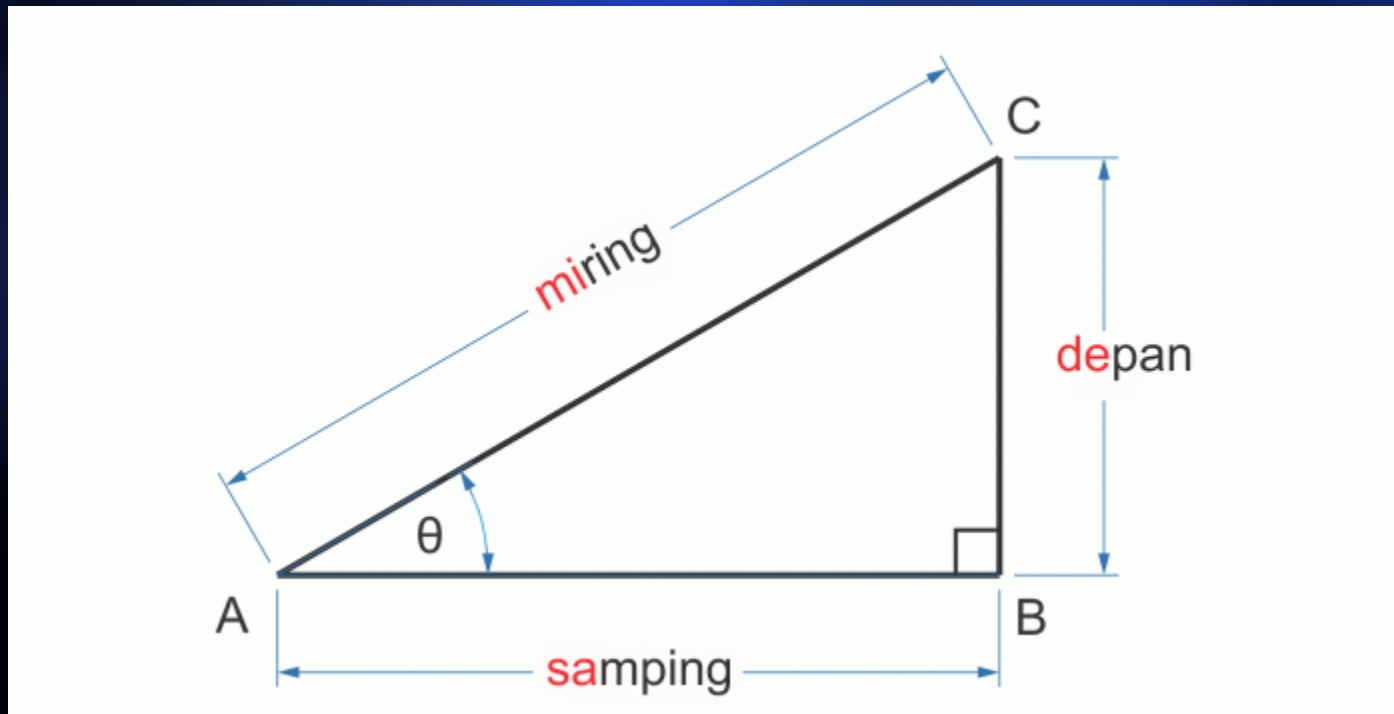


Landaian (Gradien) Hidrolika

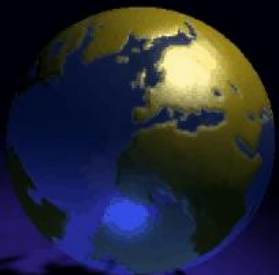
Perubahan (selisih) ketinggian permukaan tubuh air (*head*) per satuan jarak pada arah tertentu



Landaian Hidrolika = Slope

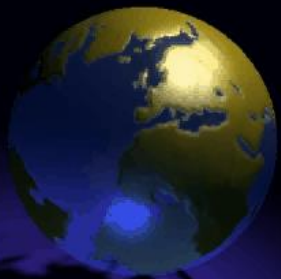


**KETIKA TERDAPAT GRADIEN HIDROLIKA,
MAKA AKAN TERJADI ALIRAN AIR**

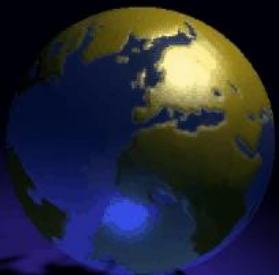
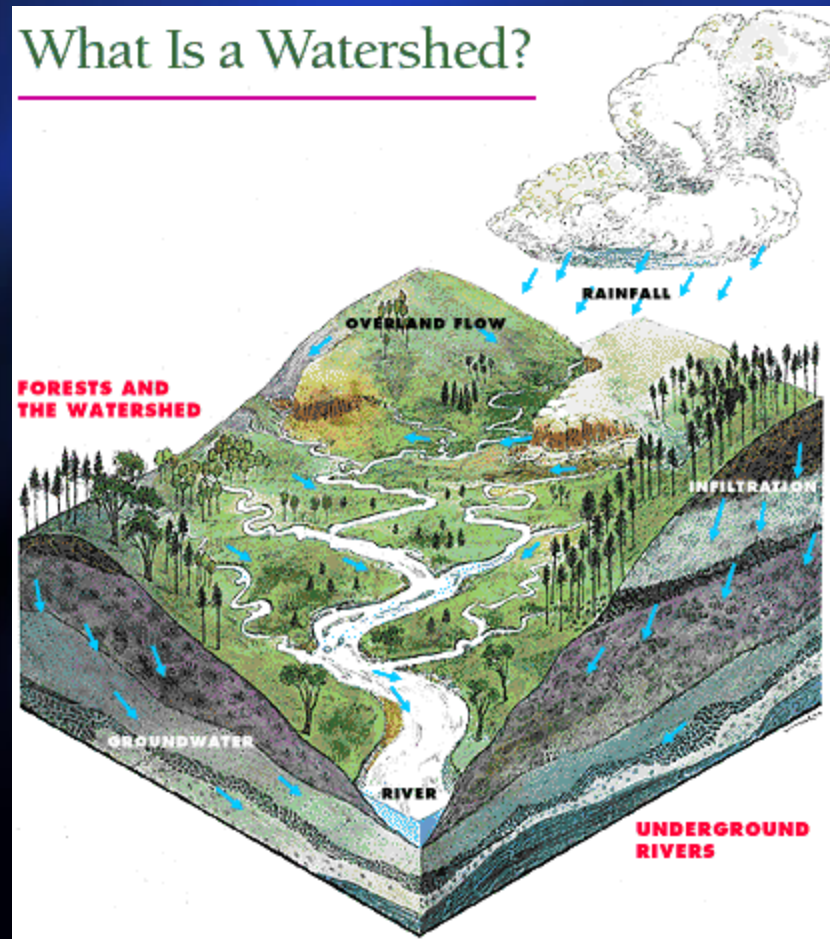


Aliran Air Permukaan

- **Aliran permukaan adalah air** yang bergerak di atas **permukaan tanah**.
- Aliran dapat terjadi pada alur-alur liar menuju saluran sungai, atau aliran yang terjadi pada saluran sungai itu sendiri.

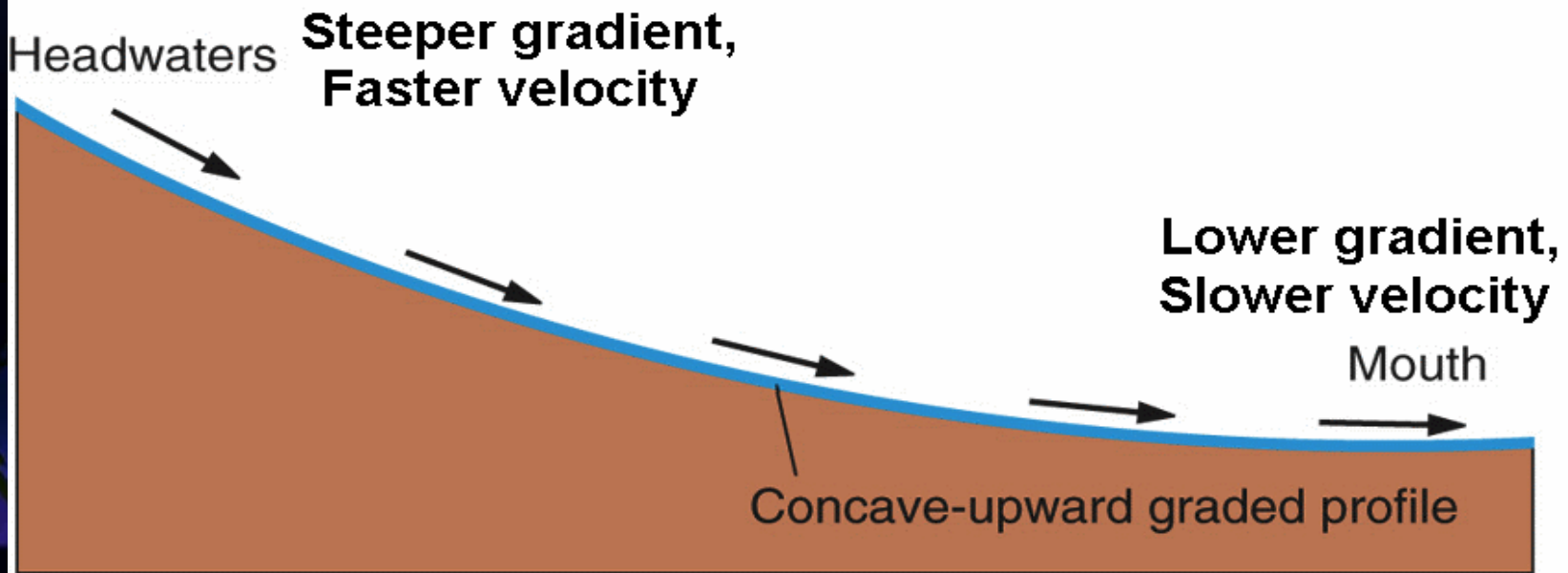
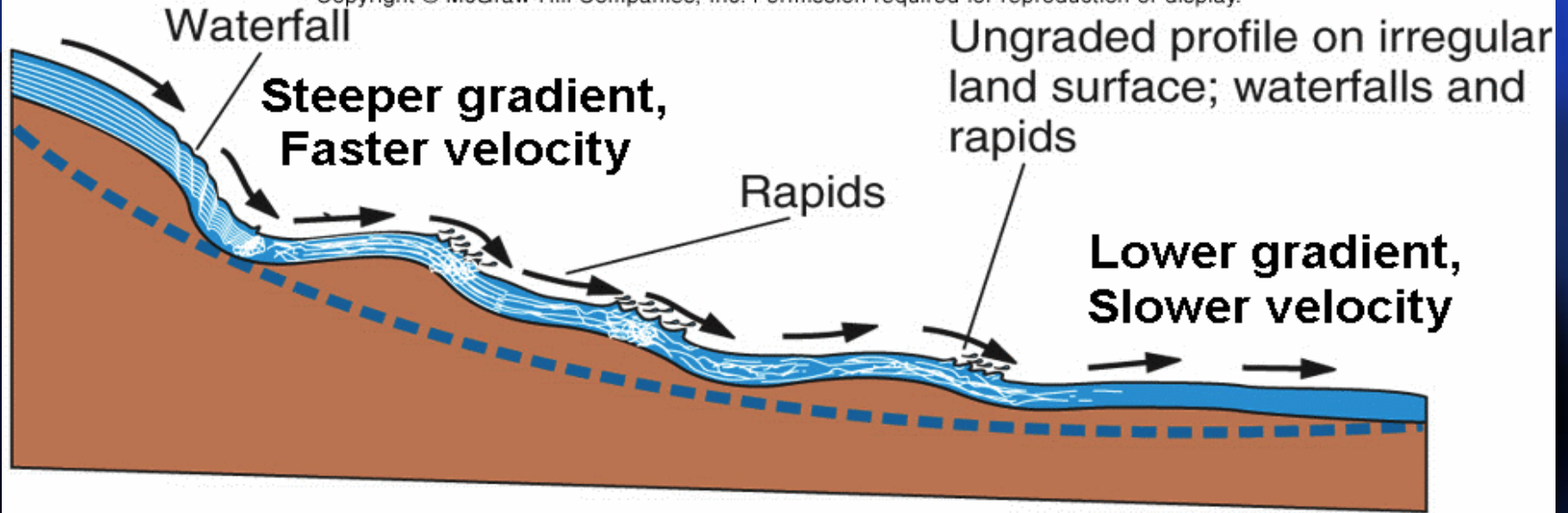


Daerah Aliran Sungai (Watershed)



Effect of Gradient on Stream Velocity

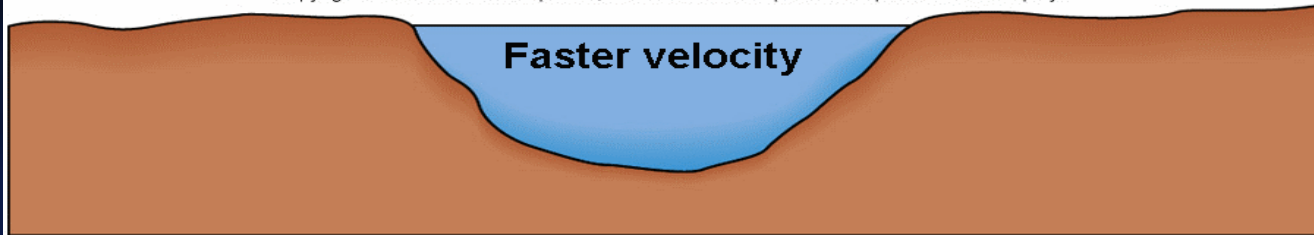
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



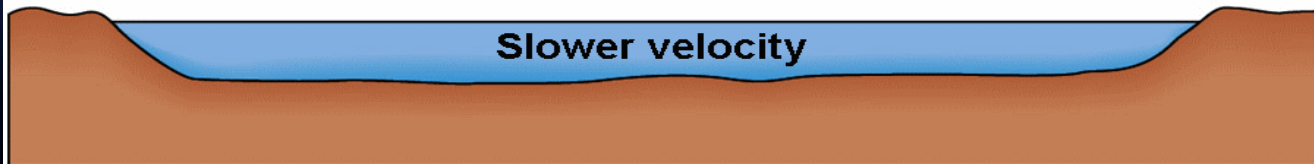
Bentuk Saluran:

Lebar, Sempit, Dalam, Dangkal

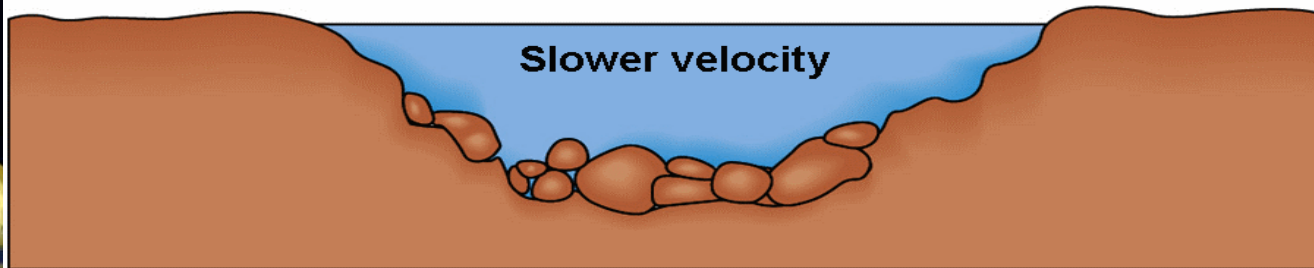
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



A



B

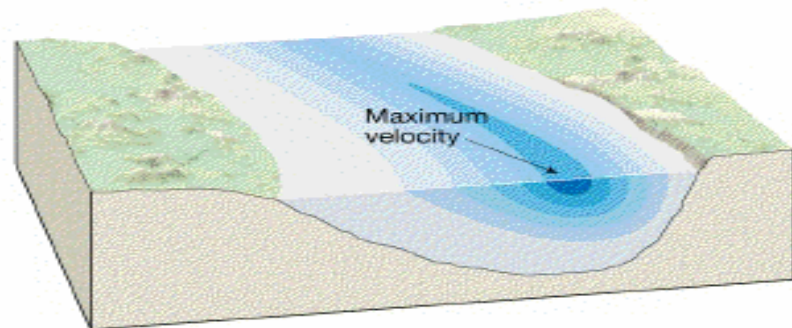
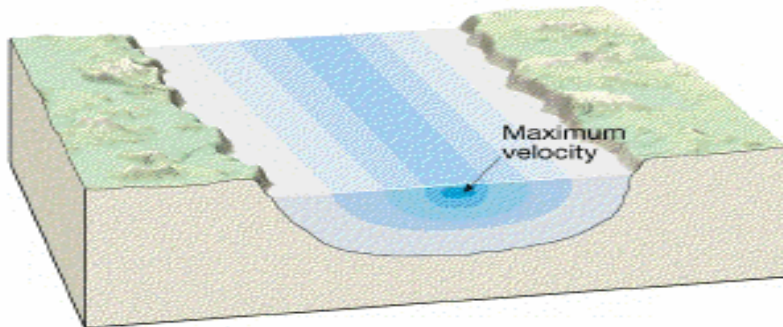


C



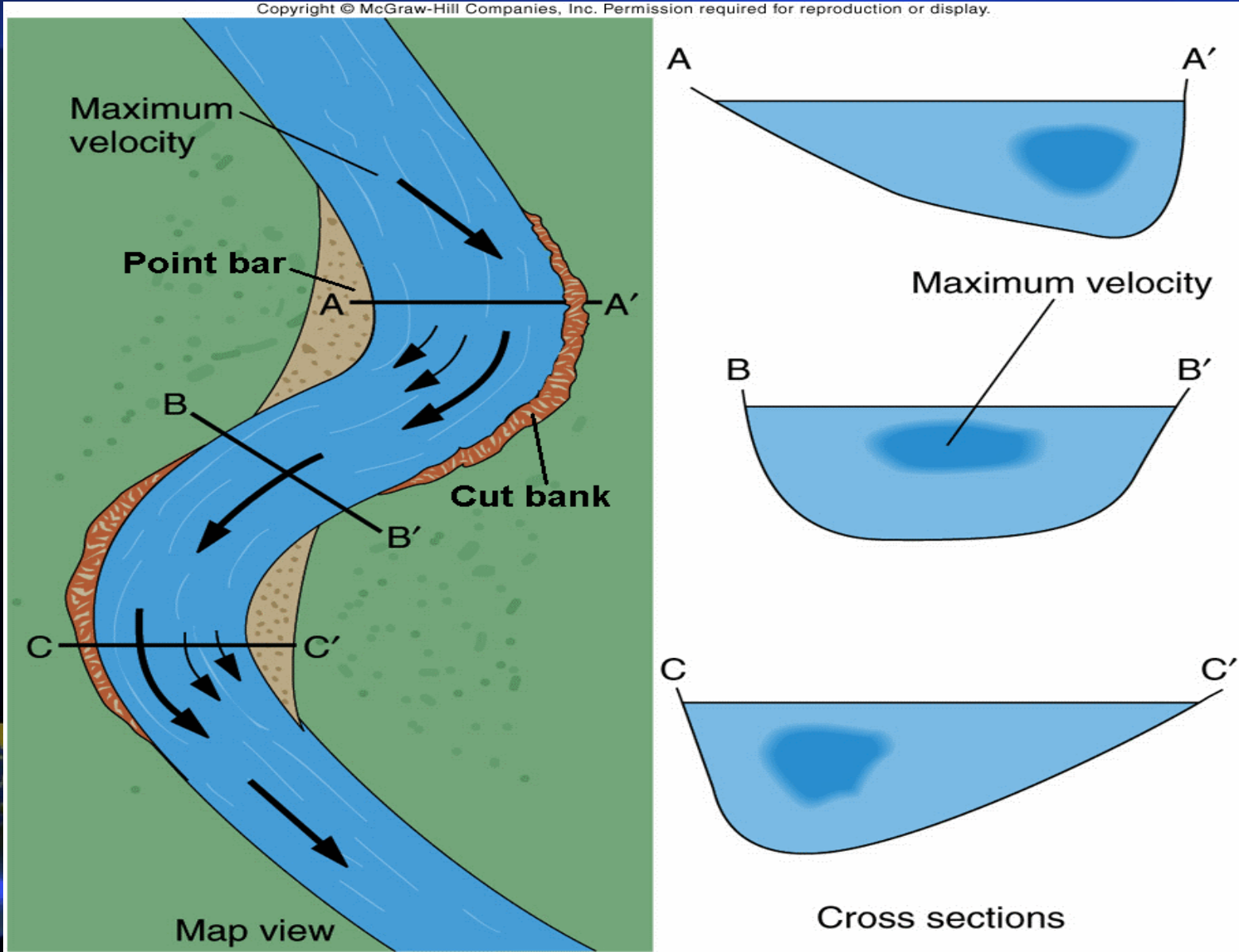
Effect of Channel Characteristics on Stream Velocity

- Stream velocity is greatest in the center of the channel along straight stretches
- Stream velocity is greatest along the outside of a curve along curved sections



Regions of Maximum Stream Velocity

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Mengukur Debit Aliran

$$Q = A \times v$$

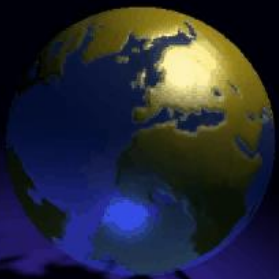
Q = debit aliran

A = luas penampang saluran yang dilalui oleh aliran (m²)

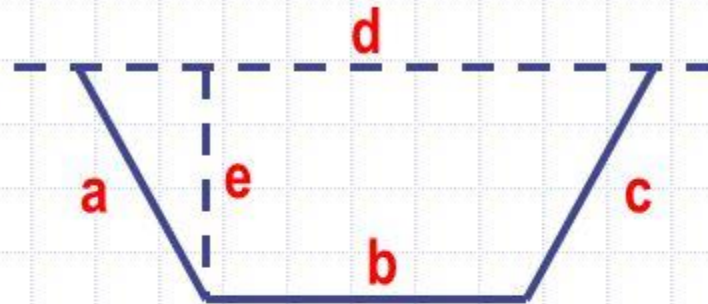
v = kecepatan arus (m/det)

Alat untuk mengukur debit aliran antara lain:

- Flowmeter
- Currentmeter



RUMUS CHEZY - MANNING



$$\text{Hydraulic Radius (Rh)} = \frac{A}{P}$$

A = Luas Penampang
P = Penampang basah

$$A = \frac{b + d}{2} \times e = X$$

$$P = a + b + c = Y$$

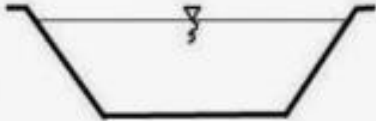
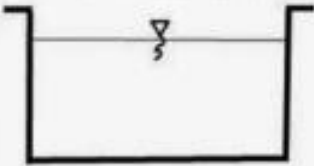

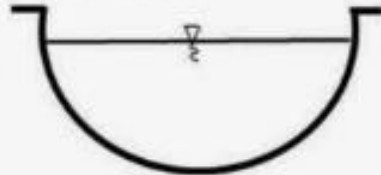
$$Rh = \frac{X}{Y} \rightarrow \tau_0 = \gamma Rh S_0$$

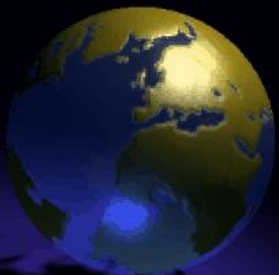
τ_0 = Gaya gesekan rata-rata

S_0 = Channel slope

(kemiringan dasar saluran)

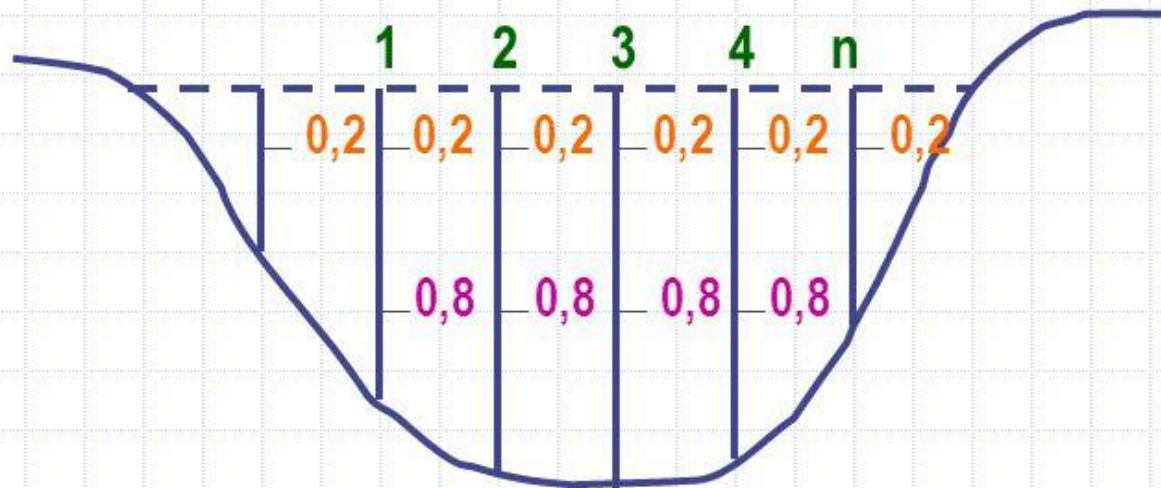
Berbagai Geometri Penampang Saluran

No	Bentuk Saluran
1	Trapeسيوم 
2	Empat persegi panjang 
3	Segitiga 
4	Setengah lingkaran 



Cara pengukurannya :

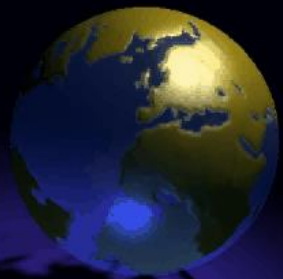
1. Dipilih bagian aliran sungai yang lurus
2. Tidak terdapat aliran turbulents dan angin
3. Lebar saluran / sungai, dibagi menjadi beberapa bagian yang lebih kuran sama
contoh :



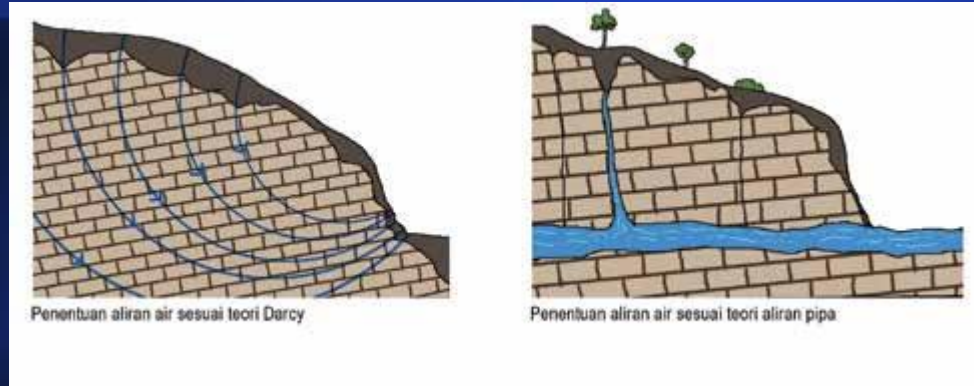
4. Dari setiap titik (1,2,3,...,n) dilakukan pengukuran pada kedalaman 0.2y dan 0.8y.

Aliran Air di dalam Tanah/Batuan

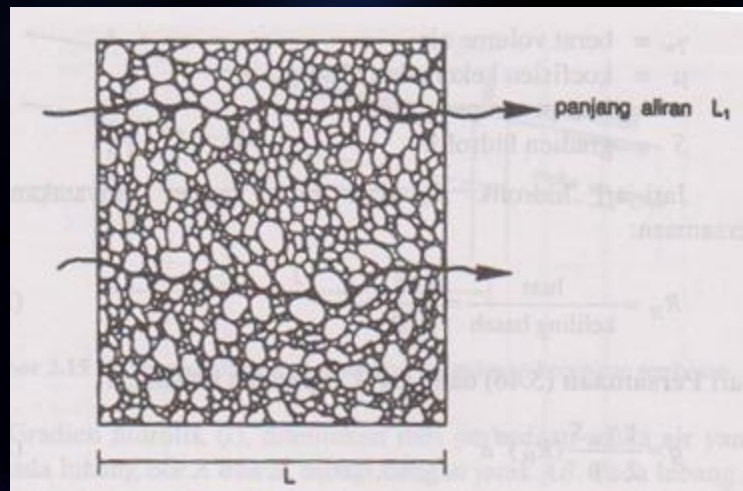
- Cara air mengalir di dalam media (tanah atau batuan) dapat dibedakan menjadi:
 - Aliran Rembesan (Diffuse Flow): air bergerak di antara pori-pori tanah/batuan yang ukurannya kecil. Gerakannya perlahan-lahan
 - Aliran Saluran (Conduit Flow): air bergerak melalui saluran (conduit), pipa, pembuluh yang terdapat pada batuan



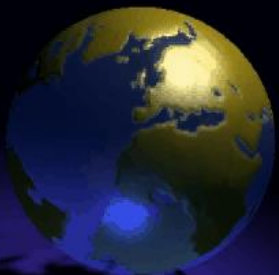
Aliran Air di dalam Tanah/Batuan



Aliran Rembesan

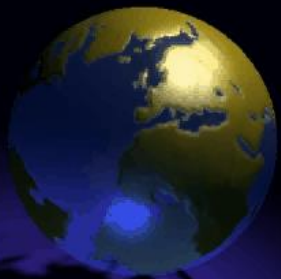


Aliran rembesan dikontrol oleh Hukum Darcy

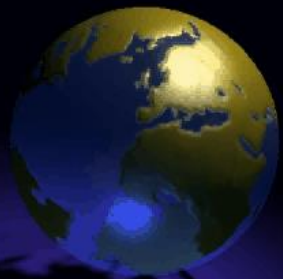
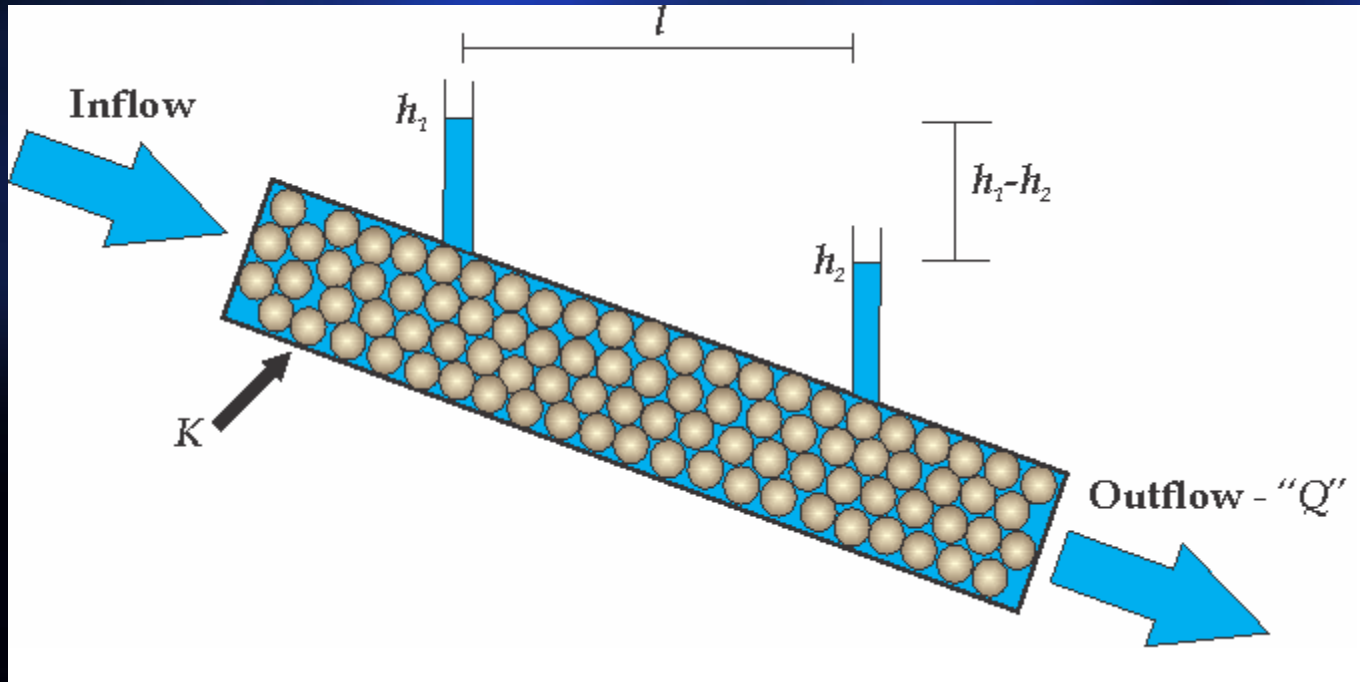


Hukum Darcy

- **Hukum Darcy adalah** persamaan yang mendefinisikan kemampuan suatu fluida mengalir melalui media berpori
- Hukum ini dihasilkan dari suatu percobaan
- Aliran air melalui lapisan pasir, di bawah pengaruh gradient hidrolika



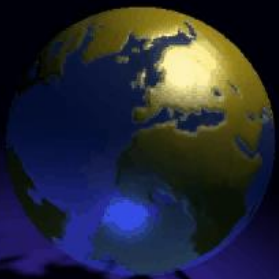
Darcy Law



Persamaan Darcy

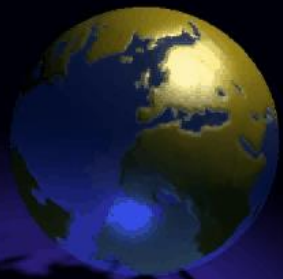
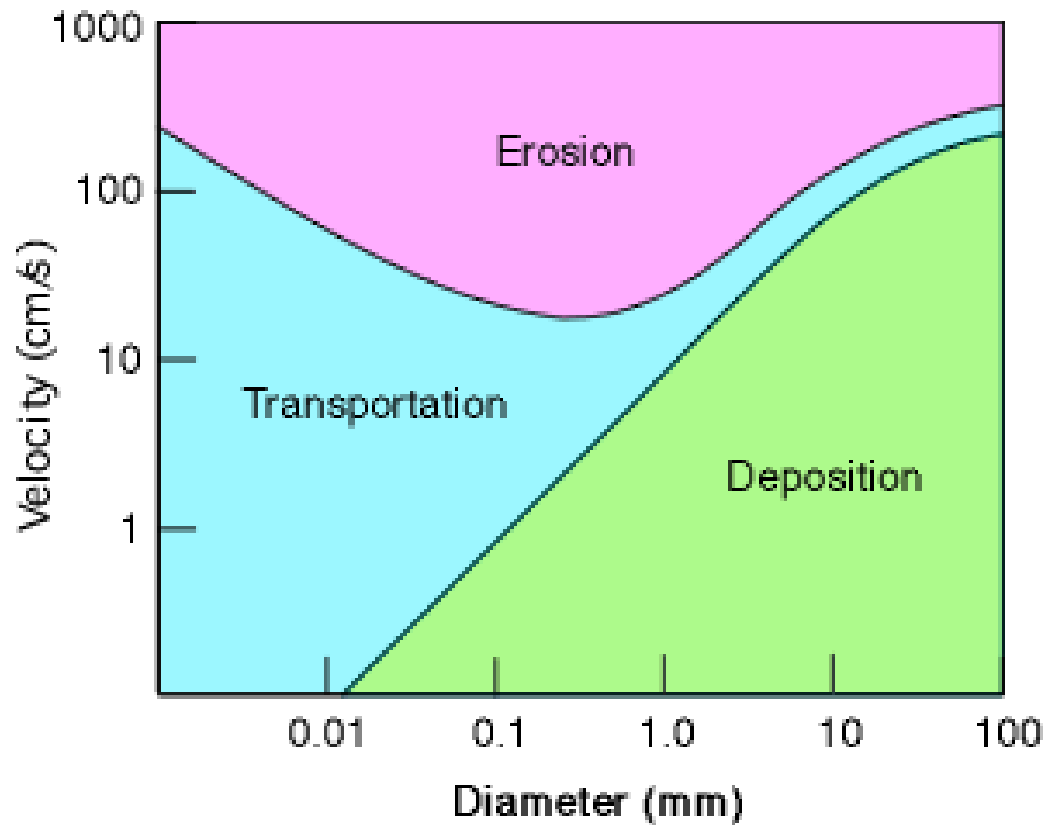
$$Q = K.A.\left(\frac{dh}{dl}\right)$$

- Q = Volume air yang mengalir dalam satu satuan waktu
K = Konduktivitas hidrolika (hydraulic conductivity)
A = Luas penampang yang tegak-lurus terhadap arah aliran
dh/dl = Landaian (gradien) hidrolika



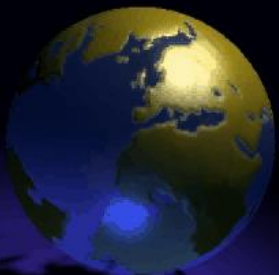
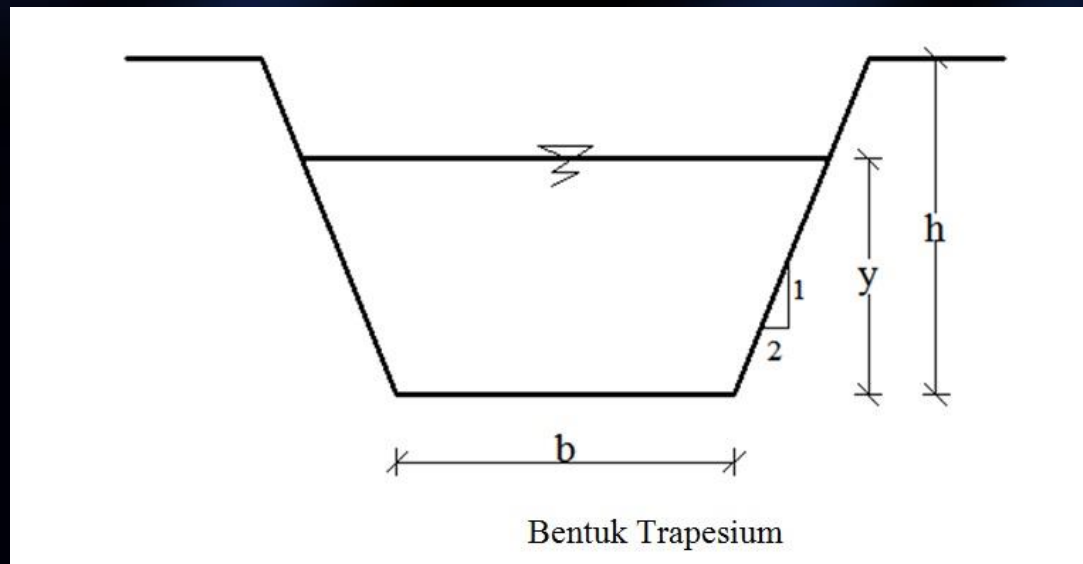
$$K = \frac{Q.dl}{A.dh}$$

Hubungan antara Kecepatan Aliran, dan Ukuran Butiran Sedimen



Latihan

1. Tentukan kondisi butiran sedimen jika diketahui kecepatan arus (v) = 0,68 m/detik, dan diameter butiraan = 0,48 dm.
2. Hitunglah debit aliran pada saluran sesuai gambar berikut ini bila diketahui kecepatan aliran = 2m/menit, $b = h = 80$ cm, $y = 56$ cm.



LATIHAN MENGUKUR DEBIT ALIRAN

Hasil pengukuran dengan menggunakan flow meter terhadap arus di sebuah sungai yang lebarnya 12 meter, adalah sebagai berikut:

	Pengukuran					
	1	2	3	4	5	6
Jarak dari tepi (cm)	100	300	500	700	900	1100
Kedalaman air (cm)	30	75	108	125	80	55
Kecepatan (cm/detik)	120	145	160	180	155	135



- Gambarkan prakiraan penampang sungai
- Berapakah debit aliran rata-rata sungai tersebut dalam meter per detik

serián
Teríma Kasín

