

# Fisika Dasar I (FI-321)

Topik hari ini (minggu 11)

Statika

dan

Dinamika Fluida



# Pertanyaan

Apakah fluida itu?

1. Cairan
2. Gas
3. Sesuatu yang dapat mengalir
4. Sesuatu yang dapat berubah mengikuti bentuk wadah

# Keadaan Bahan

- ▶ Padat
- ▶ Cair
- ▶ Gas
- ▶ Plasma

# Kerapatan

- ▶ Kerapatan bahan yang komposisinya uniform didefinisikan sebagai massa bahan per satuan volume:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Contoh:

$$V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_{\text{silinder}} = \pi R^2 h$$

$$V_{\text{kubus}} = a^3$$

- ▶ Kerapatan dari kebanyakan cairan dan padat **tidak berubah secara tajam** dengan perubahan temperatur dan tekanan
- ▶ Kerapatan dari gas **berubah secara tajam** dengan perubahan temperatur dan tekanan

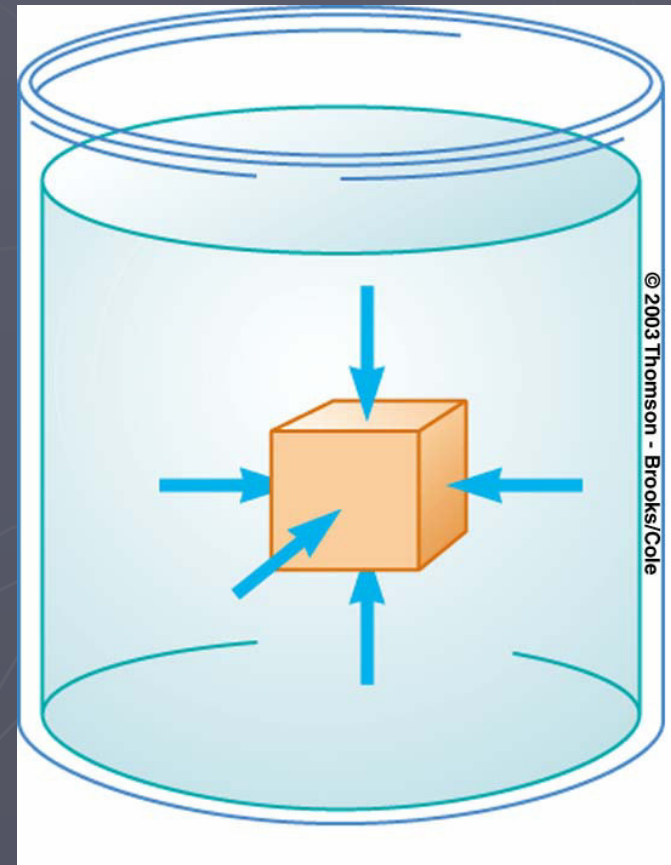
	Satuan
SI	kg/m <sup>3</sup>
CGS	g/cm <sup>3</sup> ( 1 g/cm <sup>3</sup> =1000 kg/m <sup>3</sup> )

# Tekanan

- **Tekanan** dari fluida adalah perbandingan dari gaya yang diberikan oleh fluida pada benda terhadap luas benda yang dikenai gaya

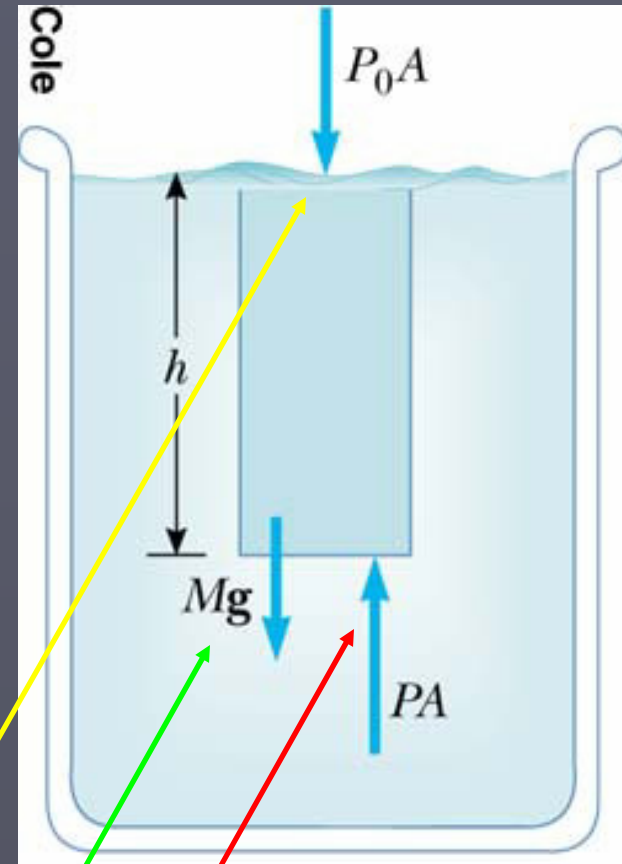
$$P \equiv \frac{F}{A}$$

	Satuan
SI	Pascal (Pa=N/m <sup>2</sup> )



# Tekanan dan Kedalaman

- ▶ Jika sebuah fluida dalam keadaan diam pada wadah, **semua bagian fluida haruslah dalam keadaan kesetimbangan statis**
- ▶ Semua titik pada kedalaman yang sama haruslah berada dalam **tekanan yang sama** (kecuali jika fluida tidak dalam kesetimbangan)
- ▶ **Tiga** gaya eksternal bekerja pada bagian benda seluas  $A$



Gaya eksternal: **atmosfir**, **berat**, **normal (gaya apung)**

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow PA - Mg - P_0 A = 0,$$

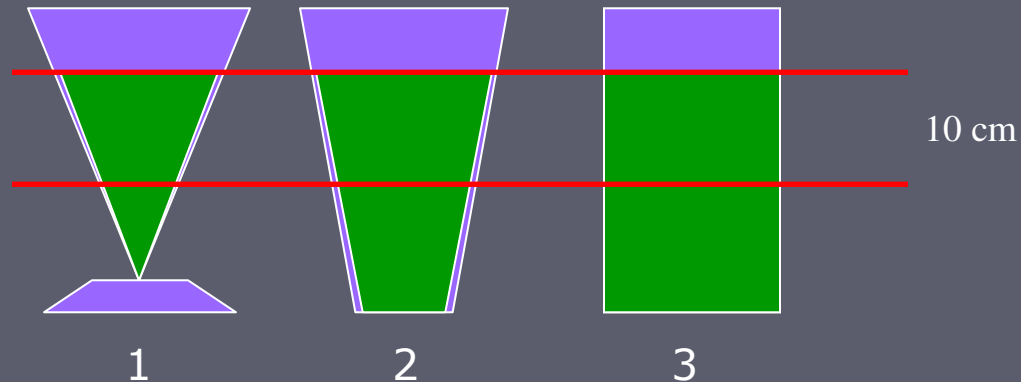
$$\text{tapi : } M = \rho V = \rho Ah, \quad \text{jadi : } PA = P_0 A + \rho Agh$$

$$P = P_0 + \rho gh$$

# Tes Konsep 1

Anda sedang mengukur tekanan pada kedalaman 10 cm dalam tiga wadah yang berbeda. Urutkan nilai tekanan dari yang terbesar ke yang terkecil:

- a. 1-2-3
- b. 2-1-3
- c. 3-2-1
- d. sama pada ketiganya

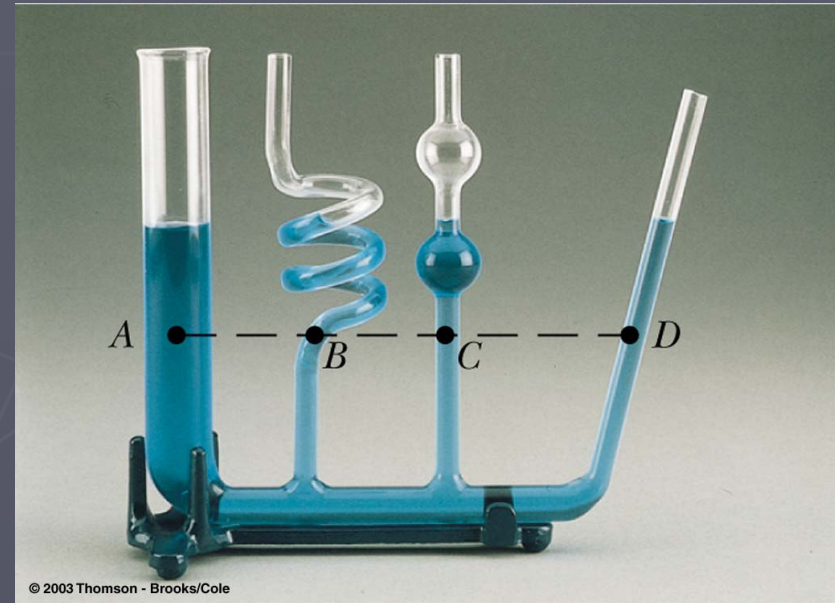


Jawab d

# Tekanan dan Persamaan Kedalaman

$$P = P_o + \rho gh$$

- ▶  $P_o$  adalah tekanan atmosfer normal
  - $1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 14.7 \text{ lb/in}^2$
- ▶ Tekanan tidak bergantung pada bentuk wadah



- ▶ Satuan tekanan yang lain:

$$\text{Satu atmosfer } 1 \text{ atm} = \begin{cases} 76.0 \text{ cm dari raksa} \\ 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \\ 14.7 \text{ lb/in}^2 \end{cases}$$



**Contoh:** Tentukan tekanan pada 100 m di bawah permukaan laut!

Diketahui:

Kedalaman:

$$h = 100 \text{ m}$$

Dicari:

$$P = ?$$

$$P = P_0 + \rho_{H_2O} gh, \text{ so}$$

$$P = 9.8 \times 10^5 \text{ Pa} + (10^3 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})$$

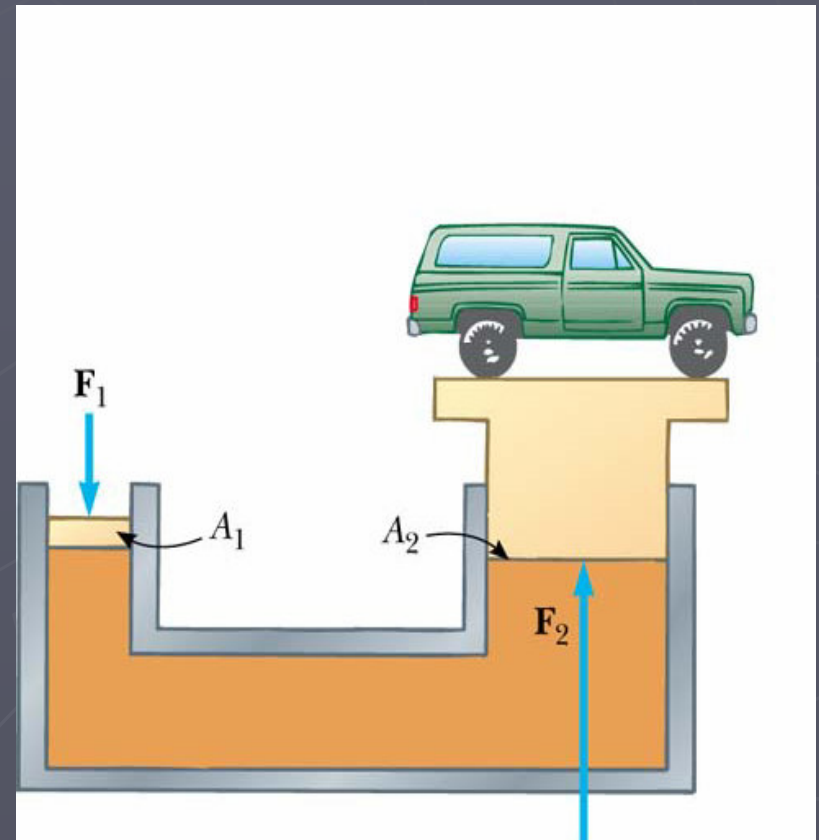
$$\approx 10^6 \text{ Pa} \quad (10 \times \text{tekanan atmosfer})$$

# Prinsip Paskal

- ▶ Tekanan yang diberikan pada suatu cairan yang tertutup diteruskan tanpa berkurang ke tiap titik dalam fluida dan ke dinding bejana.
- ▶ Dongkrak hidrolik adalah aplikasi yang penting dari Prinsip Paskal

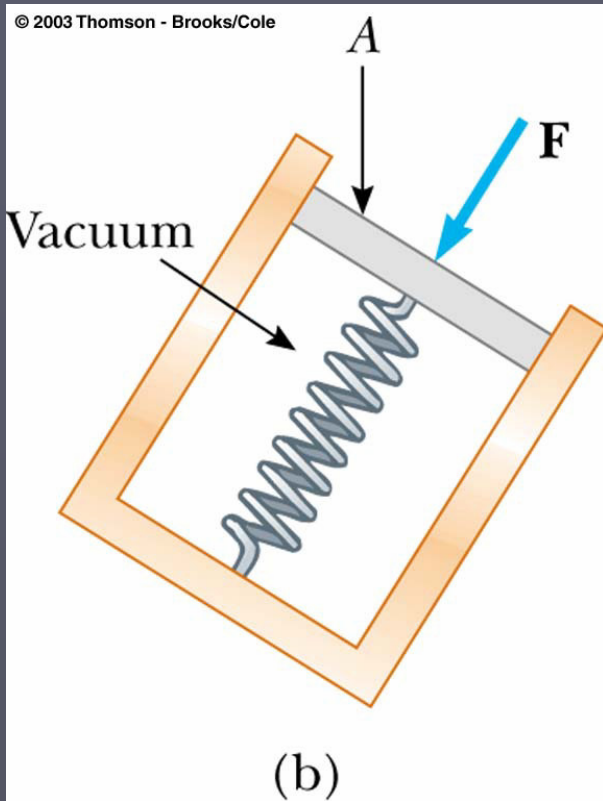
$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- ▶ Juga digunakan dalam rem hidrolik, pengangkat mobil dll.

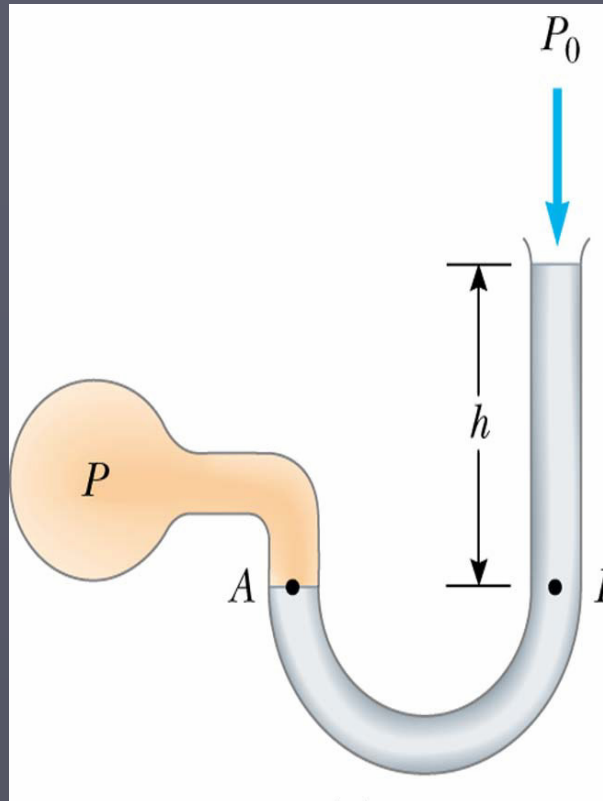


Karena  $A_2 > A_1$ , maka  $F_2 > F_1$  !!!

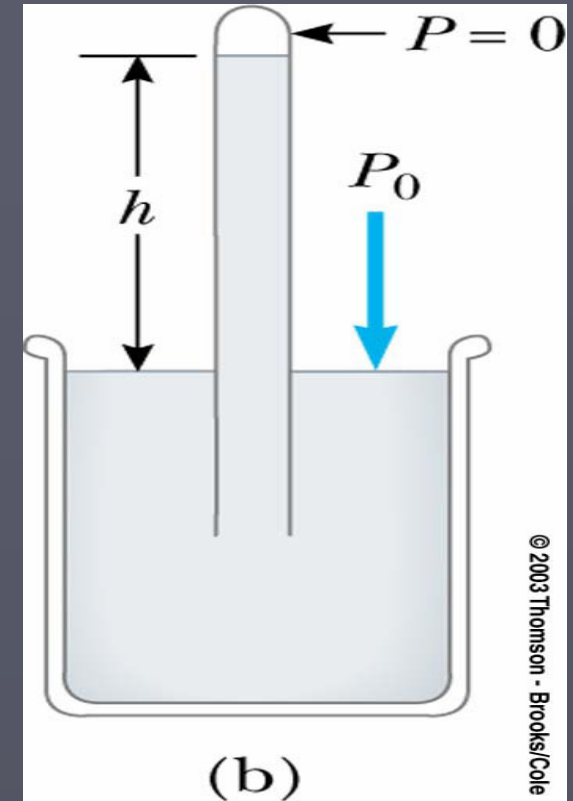
# Pengukuran Tekanan



- ▶ Pegas dikalibrasi dengan gaya yang diketahui
- ▶ Gaya yang dikerjakan fluida pada piston dapat diukur



- Salah satu ujung tabung U terbuka ke atmosfer
- Ujung yang lain dihubungkan dengan tekanan yang akan diukur
- Tekanan pada B adalah  $P_0 + \rho gh$

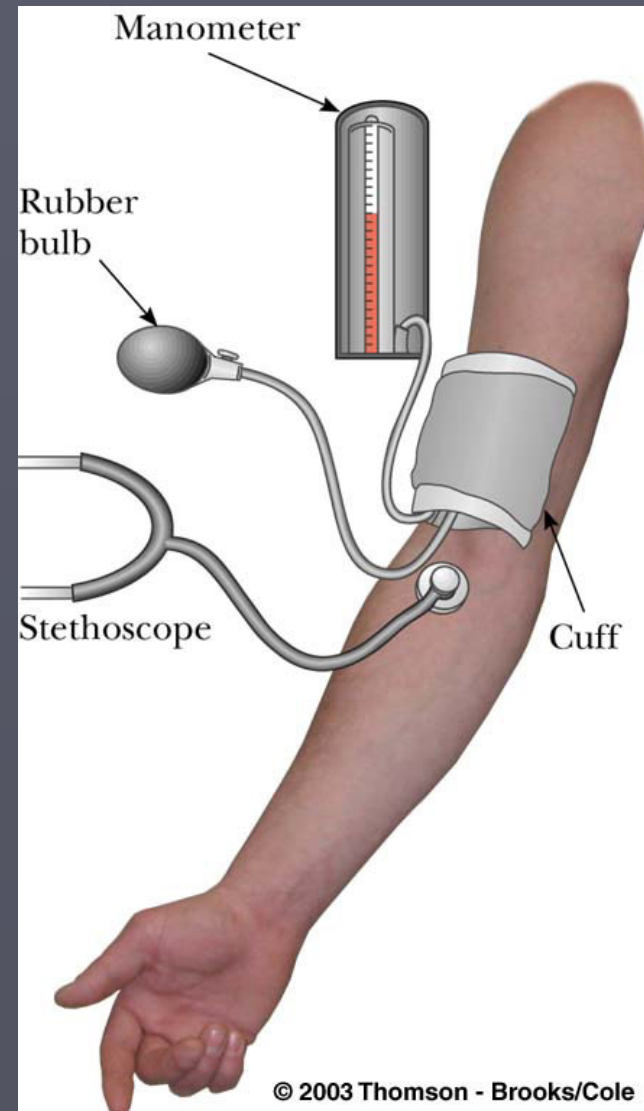


- Tabung tertutup panjang diisi dengan raksa dan dibalikkan posisinya dalam bejana berisi raksa juga
- Tekana atmosfer terukur adalah  $\rho gh$

# Bagaimana anda mengukur tekanan darah?

Haruslah: (a) akurat  
(b) non-invasive  
(c) simple

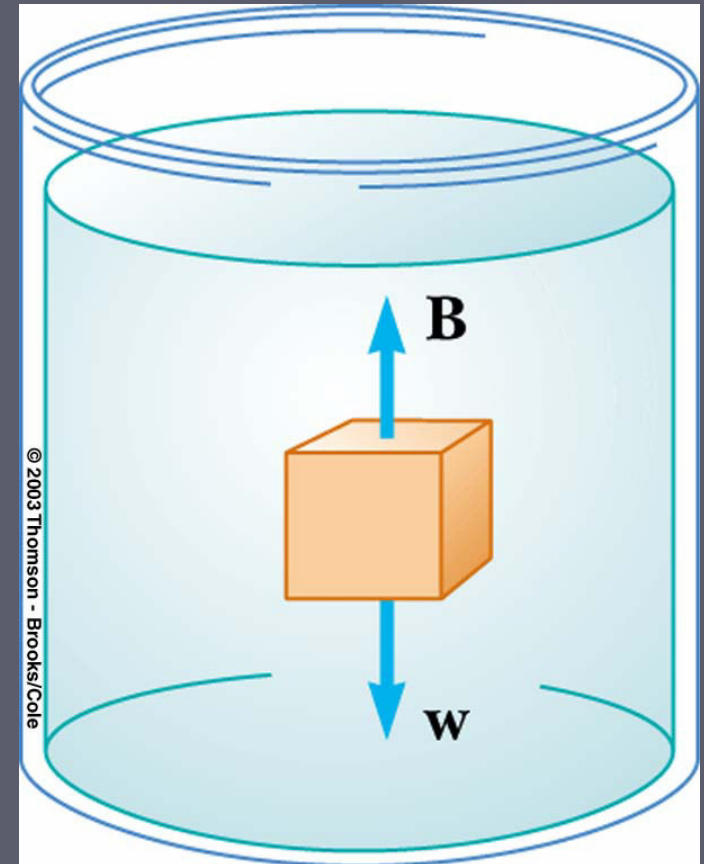
sphygmomanometer



# Pertanyaan

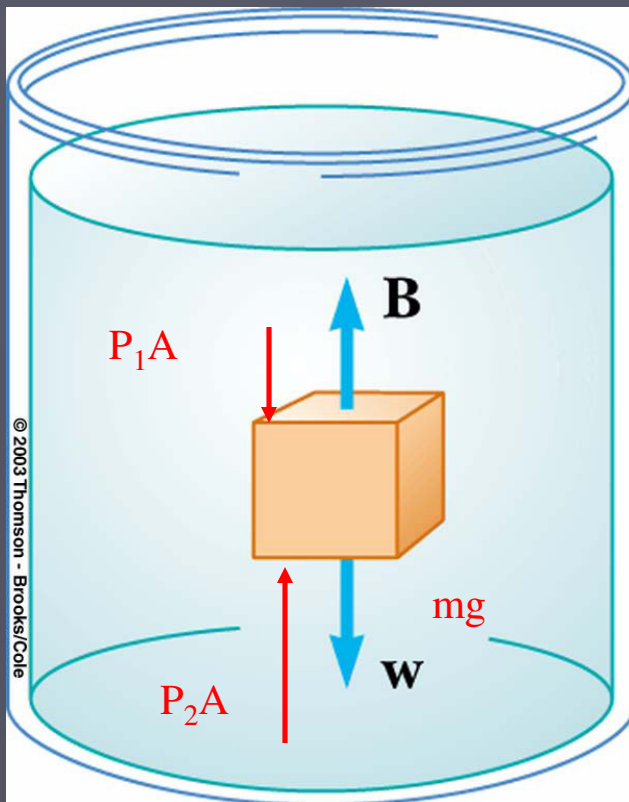
Andaikan anda menempatkan sebuah benda dalam air. Bagaimana hubungan tekanan pada bagian atas benda dengan tekanan pada bagian bawah benda?

- a. Sama.
- b. Tekanan di atas lebih besar.
- c. Tekanan di bawah lebih besar.



# Gaya Apung

- Berapa besarnya gaya ini?



$$\Delta F = B = (P_2 - P_1)A, \quad \text{dengan :}$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh, \quad \text{maka :}$$

$$B = (P_1 + \rho gh - P_1)A = \rho_{\text{fluida}} ghA = \rho_{\text{fluida}} gV!$$

# Gaya Apung (lanjutan)

- ▶ Besarnya gaya apung selalu sama dengan berat fluida yang dipindahkan

$$B = \rho_{\text{fluida}} V g = w_{\text{fluida}}$$

- ▶ Gaya apung adalah sama untuk benda yang ukuran, bentuk, dan kerapatannya sama
- ▶ Gaya apung adalah gaya yang dikerjakan oleh fluida
- ▶ Sebuah benda tenggelam atau mengapung bergantung pada hubungan antara gaya apung dan gaya berat

# Prinsip Archimedes

Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida diangkat ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan

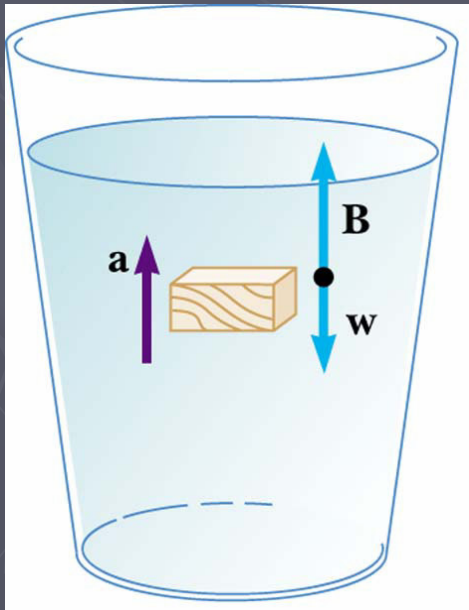
Gaya ini disebut gaya apung.

Penyebab fisis: perbedaan tekanan antara bagian atas dan bagian bawah benda

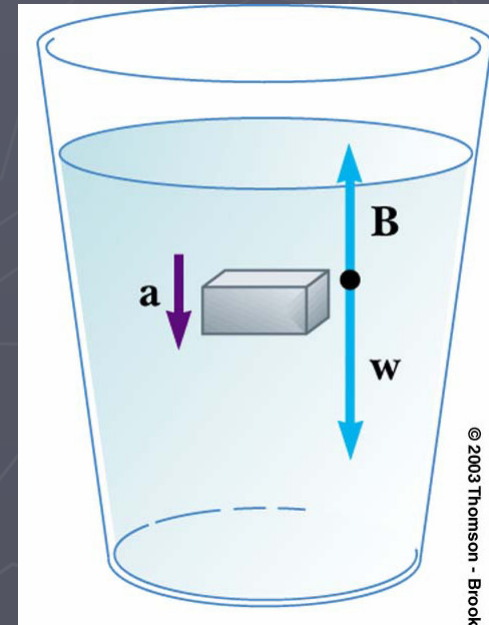
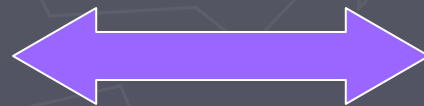


# Prinsip Archimedes: Benda Terendam

- ▶ Gaya apung ke atas adalah  $B = \rho_{\text{fluida}} g V_{\text{benda}}$
- ▶ Gaya gravitasi ke bawah adalah  $w = mg = \rho_{\text{benda}} g V_{\text{benda}}$
- ▶ Gaya neto adalah  $B - w = (\rho_{\text{fluida}} - \rho_{\text{benda}}) g V_{\text{benda}}$

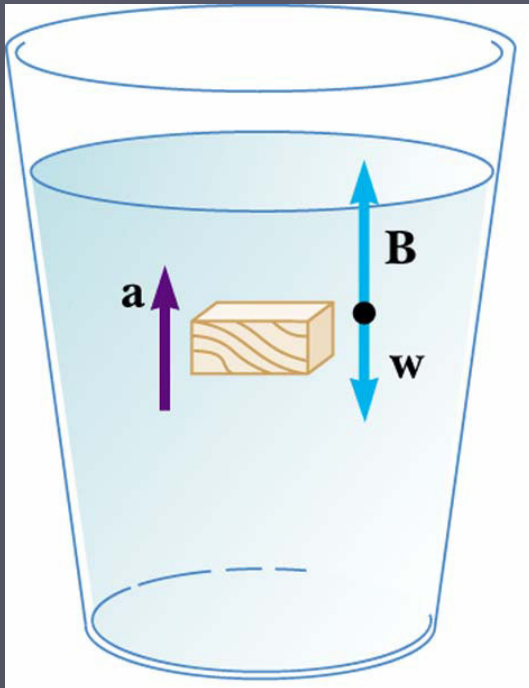


Benda akan mengapung atau tenggelam, bergantung pada arah gaya neto



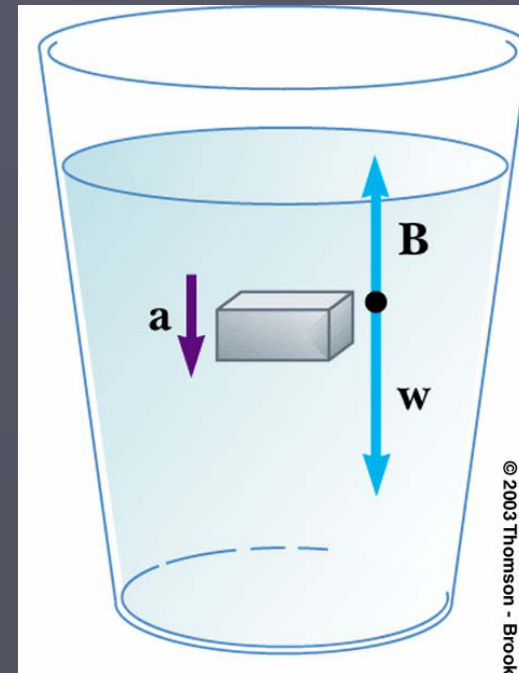
Gaya neto adalah  $B-w=(\rho_{fluida}-\rho_{benda})gV_{benda}$

- ▶ Kerapatan benda **lebih kecil** dari fluida  $\rho_{benda} < \rho_{fluida}$
- ▶ Benda mengalami gaya neto **ke atas**
- Kerapatan benda **lebih besar** dari fluida  $\rho_{benda} > \rho_{fluida}$
- Gaya neto **ke bawah**, sehingga percepatan benda ke bawah



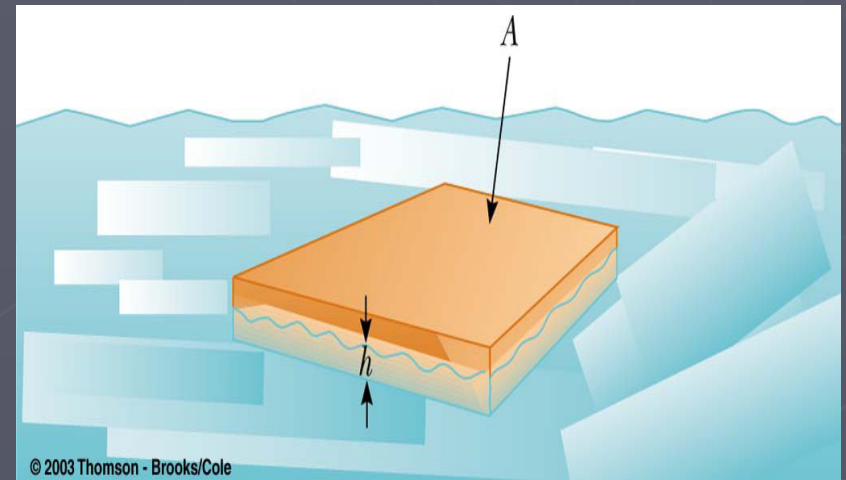
Animasi 10.1

Animasi 10.2



# Prinsip Archimedes: Benda Mengapung

- ▶ Benda dalam **kesetimbangan statis**
- ▶ **Gaya apung ke atas** diseimbangkan oleh **gaya gravitasi ke bawah**
- ▶ Volume fluida yang dipindahkan sama dengan volume benda yang tercelup dalam fluida



Jika  $B = mg$  :  $\rho_{\text{fluida}} \cancel{g} V_{\text{fluida}} = \rho_{\text{benda}} \cancel{g} V_{\text{benda}}$ , atau

$$\frac{\rho_{\text{benda}}}{\rho_{\text{fluida}}} = \frac{V_{\text{fluida}}}{V_{\text{benda}}}$$

# Pertanyaan 1

Andaikan anda punya sepotong baja.  
Akankah baja ini mengapung di atas air? Mengapa?

# Pertanyaan 2

Bagaimana sebuah kapal yang terbuat dari baja dapat mengapung?

# Gerak Fluida: Aliran Streamline

## ▶ Aliran Streamline

- Setiap partikel yang melewati sebuah titik bergerak tepat sepanjang lintasan yang diikuti oleh partikel-partikel lain yang melewati titik sebelumnya
- di sebut juga **aliran laminar**

## ▶ Streamline adalah lintasan

- streamline yang berbeda **tidak saling memotong**
- streamline pada suatu titik menyatakan juga **arah aliran fluida** pada titik tersebut

# Gerak Fluida: Aliran Turbulen

- ▶ Aliran menjadi **tak tentu**
  - Tidak mencapai sebuah nilai kecepatan tertentu
  - Muncul keadaan yang menyebabkan perubahan kecepatan secara tiba-tiba
- ▶ **Arus Eddy** ( arus pusar) merupakan sifat dari aliran turbulen

# Aliran Fluida: Viskositas

- ▶ Viskositas adalah kadar **gesekan internal** dalam fluida
- ▶ Gesekan internal diasosiasikan dengan resistansi (hambatan) antara dua lapisan fluida yang bergerak relatif satu terhadap yang lain



# Sifat Fluida Ideal

## ▶ Nonviskos

- Tidak ada gesekan internal antar lapisan dalam fluida

## ▶ Incompressible

- Kerapatannya konstan

## ▶ Steady

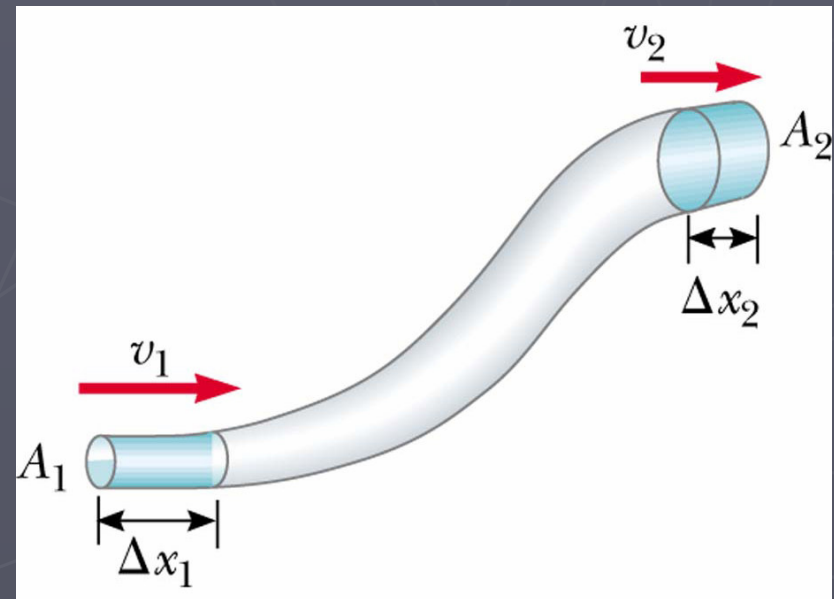
- Kecepatan, kerapatan dan tekanan tidak berubah terhadap waktu

## ▶ Bergerak tanpa adanya turbulen

- Tidak ada arus eddy yang muncul

# Persamaan Kontinuitas

- ▶  $A_1 v_1 = A_2 v_2$
- ▶ Perkalian antara luas penampang pipa dengan laju fluida adalah konstan
  - Laju fluida tinggi ketika fluida di pipa yang luas penampangnya sempit dan laju fluida rendah ketika fluida di tempat yang luas penampangnya besar
- ▶  $Av$  dinamakan *laju alir*



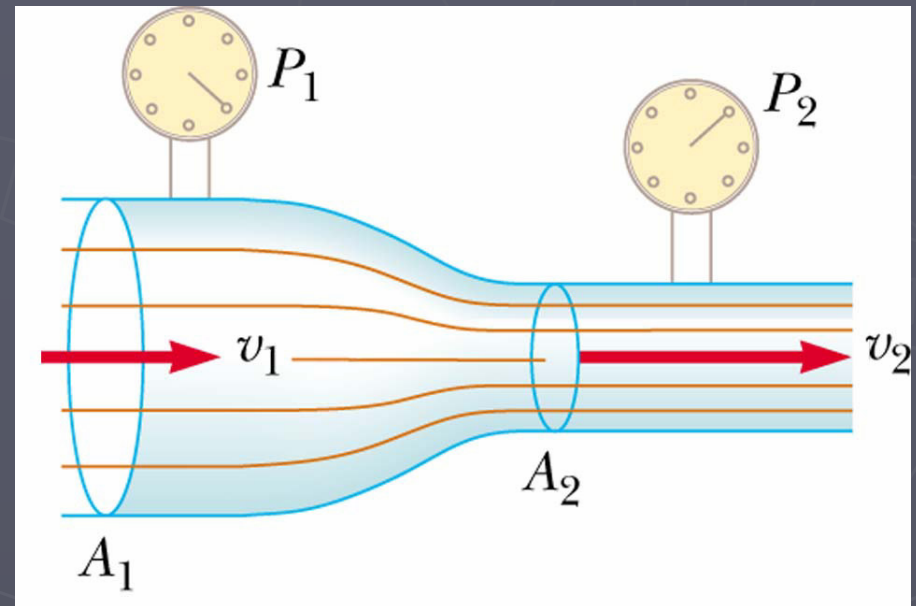
# Persamaan Bernoulli

- ▶ Menghubungkan **tekanan** dengan **laju fluida** dan **ketinggian**
- ▶ **Persamaan Bernoulli adalah konsekuensi dari kekekalan energi yang diaplikasikan pada fluida ideal**
- ▶ Asumsinya fluida incompressible, nonviskos, dan mengalir tanpa turbulen
- ▶ Menyatakan bahwa jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume mempunyai nilai yang sama pada semua titik sepanjang streamline

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{tetap}$$

# Bagaimana mengukur laju aliran fluida: Venturi Meter

- ▶ Menunjukkan aliran fluida yang melalui pipa horizontal
- ▶ Laju aliran fluida berubah jika diametrnya berubah
- ▶ Fluida yang bergerak cepat memiliki tekanan yang lebih kecil dari fluida yang bergerak lebih lambat



PR

Buku Tipler Jilid I

Hal 420-422 no. 41, 47, 51, 60 & 64

