

Fluida Statis

A. PENDAHULUAN

- Fluida** adalah segala zat yang dapat mengalir, yaitu zat cair dan gas.
- Fluida statis** adalah ilmu yang mempelajari fluida dalam keadaan diam.

B. TEKANAN

- Tekanan** didefinisikan sebagai besar gaya yang bekerja pada permukaan benda tiap satuan luas.

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

P = tekanan (Pa atau Nm^{-2})
F = gaya tekan (N)
A = luas permukaan tekan (m^2)

- Satuan tekanan** yang sering digunakan:

$$\begin{aligned} 1 \text{ bar} &= 10^5 \text{ Pa} \\ 1 \text{ atm} &= 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \\ &= 1,01 \text{ bar} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

- Tekanan hidrostatik** adalah tekanan yang dimiliki zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya sendiri.

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

P_h = tekanan hidrostatik (Pa)
 ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 h = kedalaman zat cair dari permukaan (m)

- Tekanan mutlak** adalah penjumlahan tekanan yang terdapat dalam suatu zat ditambah dengan tekanan luar (atmosfer).

Tekanan mutlak zat cair

$$P = P_o + \rho \cdot g \cdot h$$

Tekanan gauge (alat ukur)

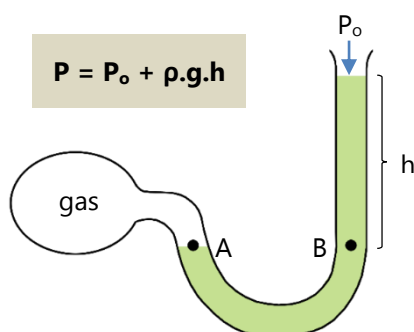
$$P = P_{\text{gauge}} + P_o \quad P_o = \text{tekanan luar (Pa atau atm)}$$

- Hukum pokok hidrostatika** menyatakan semua titik yang terletak pada satu bidang datar dalam satu jenis zat cair memiliki tekanan yang sama.

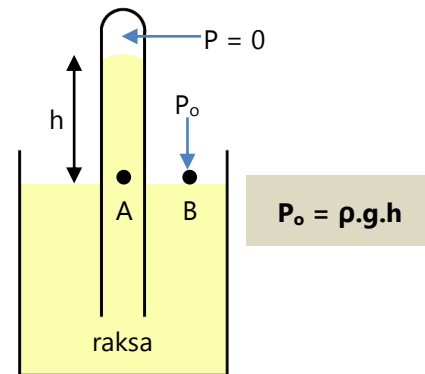
$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

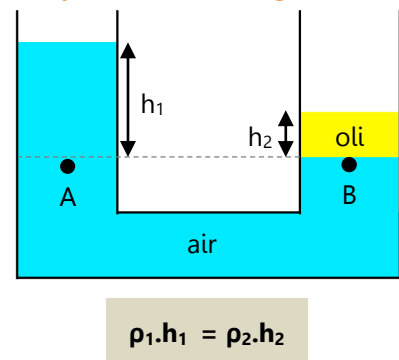
Tekanan alat ukur manometer terbuka



Tekanan alat ukur barometer



Tekanan bejana U berhubungan



C. HUKUM PASCAL

- Hukum Pascal** berbunyi:

Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah.

- Hukum Pascal** dapat dirumuskan:

$$P_1 = P_2$$

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

$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

- Penerapan hukum Pascal:**

- Dongkrak, rem dan mesin pres hidrolik
- Pompa ban sepeda
- Mesin hidrolik pengangkat mobil

D. HUKUM ARCHIMEDES

- Hukum Archimedes** berbunyi:

Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut.

- Gaya apung** dapat dirumuskan:

$$F_A = W_{\text{udara}} - W_{\text{fluida}}$$

 **Gaya Archimedes** dapat dirumuskan:


$$F_A = \rho_f \cdot V_{bf} \cdot g$$

F_A = gaya Archimedes (N)


ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

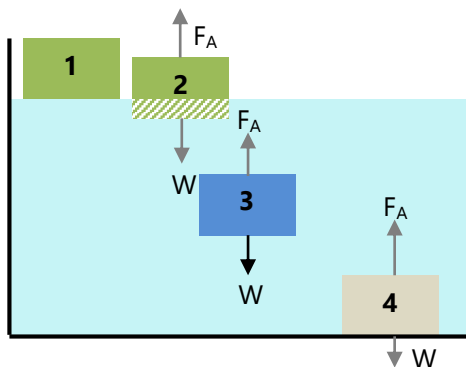
V_{bf} = volume benda yang tercelup (L)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

 **Persamaan** dari hukum Archimedes:

$$\frac{\rho_b}{\rho_f} = \frac{W}{F_A}$$

 **Hukum Archimedes** digunakan untuk menentukan letak benda yang dicelupkan ke dalam suatu fluida.



 **Kasus yang terjadi** pada benda terhadap fluida:

1) **Terapung (balok 1 dan 2)**

Terjadi apabila: $W < F_A$
 $V_{bf} < V_b$
 $\rho_b < \rho_f$

2) **Melayang (balok 3)**

Terjadi apabila: $W = F_A$
 $V_{bf} = V_b$
 $\rho_b = \rho_f$

3) **Tenggelam (balok 4)**

Terjadi apabila: $W > F_A$
 $V_{bf} = V_b$
 $\rho_b > \rho_f$

Massa jenis benda terapung dapat dihitung:

$$\rho_b = \frac{\rho_f \cdot V_{bf}}{V_b}$$

$$\rho_b = \frac{\Sigma \rho_f \cdot V_{bf}}{V_b}$$

 **Penerapan hukum Archimedes:**

1) **Hidrometer**

Digunakan untuk mengukur massa jenis fluida.

$$h_{bf} = \frac{m}{A \times \rho_f}$$

h_{bf} = tinggi hidrometer yang tercelup (m)

m = massa hidrometer (kg)

A = luas penampang hidrometer (m^2)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

2) **Kapal laut**

Agar dapat tetap mengapung, besi dibuat berongga, sehingga volume air yang dipindahkan menjadi besar, dan menyebabkan gaya apung menjadi besar.

3) **Kapal selam**


Memiliki tangki pemberat yang dapat diisi sesuai keperluan. Agar mengapung, tangki diisi udara, sedangkan agar tenggelam, tangki diisi air.


4) **Balon udara**

Cara kerja balon udara:

- Agar naik, balon diisi gas panas sehingga volumenya bertambah, volume udara yang dipindahkan menjadi besar, $F_A > W$.
- Setelah ketinggian yang diinginkan tercapai, agar balon udara melayang, volume balon dijaga agar $F_A = W$.
- Agar turun, gas panas dikeluarkan dari balon udara sehingga volume balon berkurang, sehingga $F_A < W$.

E. TEGANGAN PERMUKAAN DAN KAPILARITAS

 **Tegangan permukaan** adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan.


 **Tegangan permukaan** didefinisikan sebagai perbandingan gaya tegangan permukaan dengan panjang permukaan.


$$\gamma = \frac{F}{d}$$


γ = tegangan permukaan (N/m)


F = gaya tegangan permukaan (N)

d = panjang permukaan (m)

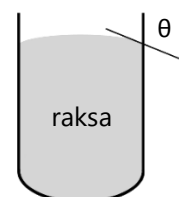
 Akibat **gaya kohesi** dan **gaya adhesi**, setiap fluida memiliki tegangan permukaan dengan miniskus berbeda (**gejala kapilaritas**).

 **Kohesi** adalah gaya tarik-menarik antar partikel sejenis, contohnya antar partikel air.

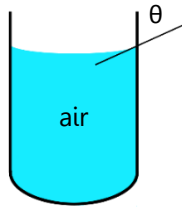
 **Adhesi** adalah gaya tarik-menarik antar dua partikel berbeda, contohnya antara fluida dengan dinding tabung.


 **Sudut kontak** adalah sudut yang dibentuk oleh pertemuan antara permukaan fluida dengan dinding tabung.


- 1) **Jika kohesi > adhesi**, maka $\theta > 90^\circ$, dan terbentuk miniskus cembung.



- 2) Jika **kohesi** < **adhesi**, maka $\theta < 90^\circ$, dan terbentuk miniskus cekung.



 **Kapilaritas** adalah peristiwa naik turunnya permukaan fluida di dalam pipa kapiler atau pembuluh sempit.

 **Kenaikan atau penurunan fluida** dalam pipa kapiler dapat dirumuskan:

$$h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot r}$$

h = ketinggian fluida pada pipa kapiler

γ = tegangan permukaan (N/m)


θ = sudut kontak

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

r = jari-jari pipa kapiler (m)

- 1) Apabila $\theta < 90^\circ$, berarti pada pipa kapiler terjadi kenaikan tinggi fluida.
- 2) Apabila $\theta > 90^\circ$, berarti terjadi penurunan tinggi fluida (nilai negatif).

 **Tegangan permukaan dan gejala kapilaritas** dalam kehidupan sehari-hari:

- 1) Air panas atau air detergen tegangan permukaannya lebih rendah dari air normal sehingga lebih baik untuk mencuci pakaian, karena lebih mudah membasahi kain dan melepas kotoran.
- 2) Serangga seperti nyamuk dapat hinggap di atas air karena tegangan permukaan.
- 3) Antiseptik memiliki tegangan permukaan rendah sehingga dapat menyebar ke seluruh bagian luka.
- 4) Gejala kapilaritas xilem pada tumbuhan dalam menyerap air dan unsur hara.
- 5) Gejala kapilaritas sumbu obor dan minyak tanah.
- 6) Tisu yang dibasahi salah satu ujungnya dapat menjadi basah seluruhnya.