

Fluida Statis

A. DEFINISI UMUM

- Fluida :**
Zat yang dapat **bergerak/mengalir** (Zat cair dan gas).
- Fluida Statis :**
Mempelajari karakteristik **fluida saat diam**, mencakup **tekanan** pada fluida ataupun yang diberikan oleh fluida.

B. TEKANAN

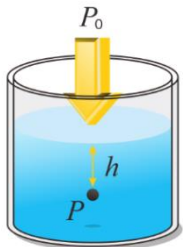
- Tekanan pada suatu bidang dirumuskan :

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

di mana :
 P = Tekanan (Pascal)
 F = Gaya pada bidang (N)
 A = Luas Bidang (m²)

C. TEKANAN HIDROSTATIS

- Tekanan Hidrostatik** adalah **tekanan yang diberikan fluida** yang diam pada **kedalaman tertentu**



- Tekanan Hidrostatik pada titik P dirumuskan :

$$P = \rho gh$$

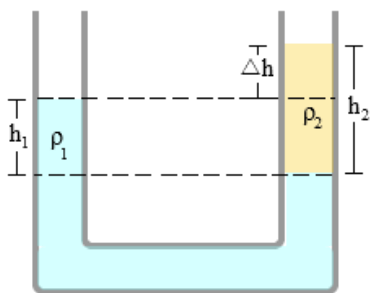
di mana :
 P = Tekanan (Pascal)
 ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)
 g = percepatan gravitasi
 h = kedalaman benda (m)

- Tekanan total pada titik P dirumuskan :

$$P_P = P_h + P_0$$

di mana :
 Pp = tekanan total (pascal)
 Ph = tekanan hidrostatik (pascal)
 P0 = tekanan udara (~10⁵ pascal)

- Hukum Utama Hidrostatik** menyatakan bahwa **tekanan** pada titik-titik yang terletak dalam **satu bidang** yang sama dalam **zat yang sama**, adalah **sama**

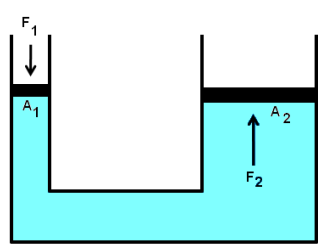


Berdasarkan hukum utama hidrostatik, pada gambar di atas berlaku :

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

D. HUKUM PASCAL

- Hukum Pascal** menyatakan bahwa **tekanan** yang diberikan pada zat cair di dalam **ruang tertutup** akan **diteruskan** oleh zat cair ke segala arah dengan **sama besar**

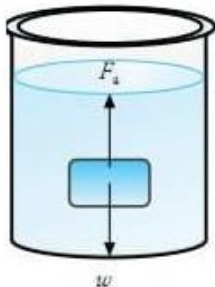


- Pada gambar di atas berlaku :

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

E. HUKUM ARCHIMEDES

- Hukum Archimedes menyatakan bahwa **benda yang tercelup** ke dalam zat cair akan mengalami **gaya ke atas** sebesar **berat zat cair yang dipindahkannya**



- Pada gambar di atas berlaku :

$$F_A = \rho g V$$

di mana :

- Fa = gaya Archimedes (N)
- ρ = massa jenis zat cair
- g = percepatan gravitasi
- V = volume benda (m³)

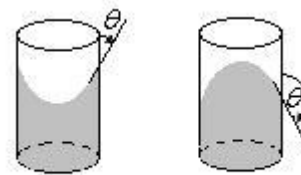
- Terdapat 3 keadaan dalam gaya Archimedes :
 - Benda mengapung (massa jenis benda < massa jenis zat cair)
 - Benda melayang (massa jenis benda = massa jenis zat cair)
 - Benda tenggelam (massa jenis benda > massa jenis zat cair)

F. MENISKUS DAN KAPILARITAS

- Tegangan Permukaan (N/m)** adalah gaya atau tarikan ke bawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi, dirumuskan :

$$\lambda = \frac{F}{2l}$$

- Meniskus** adalah gejala permukaan zat cair yang **melengkung** di dalam bejana.

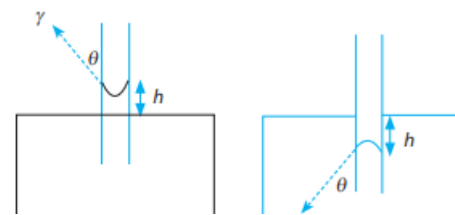


Gambar a

Gambar b

- Gambar a menunjukkan **meniskus cekung** (Adhesi > kohesi)
- Gambar b menunjukkan **meniskus cembung** (Kohesi > adhesi)

- Kapilaritas** adalah fenomena naik atau turunnya permukaan zat cair dalam suatu pipa kapiler (pipa dengan luas penampang yang sempit)





- Tinggi zat cair (h) dalam pipa kapiler dirumuskan :

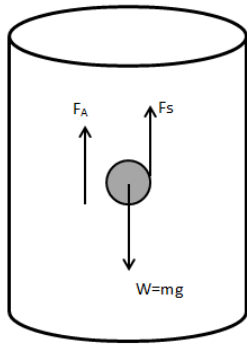
$$h = \frac{2\lambda \cos \theta}{\rho g r}$$


Di mana :

- λ = tegangan permukaan (N/m)
- θ = sudut meniskus
- ρ = massa jenis zat cair
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- r = jari-jari pipa(m)

C. VISKOSITAS DAN GAYA STOKES

-  **Viskositas (η)** merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan, di mana $\eta=0$ adalah **fluida encer**
-  **Gaya stokes (F_s)** adalah gaya yang bekerja pada **benda yang bergerak** dalam fluida



-  Gaya stokes dirumuskan :


$$F = 6\pi\eta r v$$


Di mana :

η = viskositas zat cair (Ns/m^2)

r = jari-jari benda

v = kecepatan benda (m/s)

-  **Kecepatan terminal (v_t)** adalah **kecepatan maksimum** benda ketika melalui fluida.

-  Kecepatan terminal dirumuskan :

$$v_t = \frac{2r^2g}{9\eta} (P_b - P_F)$$

Di mana :

r = jari-jari benda

g = percepatan gravitasi

η = viskositas fluida

P_b = massa jenis benda

P_f = massa jenis fluida

H. CONTOH SOAL

1. Suatu balok yang mempunyai massa jenis sebesar 600kg/m^3 dan volume sebesar 24m^3 ditahan agar tidak naik ke permukaan fluida. Jika gaya penahan bernilai 36000N , tentukan masa jenis fluida yang digunakan.

Pembahasan:

Karena dalam keadaan diam (setimbang) maka berlaku
 $\Sigma F_y = 0$
 Benda mempunyai gaya berat, gaya keatas dan gaya penahan.

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ W + F_p - F_a &= 0 \\ W + F_p &= F_a \\ mg + 36000 &= \rho_f V_{bt} g \\ \rho_b V_b g + 36000 &= \rho_f V_{bt} g \\ (600 \cdot 24 \cdot 10) + 36000 &= \rho_f \cdot 24 \cdot 10 \\ 144000 + 36000 &= 240\rho_f \\ 180000 &= 240\rho_f \\ \rho_f &= 750 \end{aligned}$$

750 kg/m³

2. Sebuah kantong plastik (masa dapat diabaikan) diisi penuh dengan air dan diikat. Setelah itu di cemplungkan ke dalam kolam air. Tentukan apakah benda itu tenggelam, melayang atau mengapung.

Pembahasan:

Tinjau gaya archimedesnya
 $F_a = \rho_f V_{bt} g$

Tinjau gaya beratnya

$$\begin{aligned} W &= mg \\ W &= \rho_b V_b g \end{aligned}$$

Lihat bahwa masa jenis benda sama dengan masa jenis fluida dan volume benda tenggelam sama dengan volume benda, maka

$$\begin{aligned} W &= \rho_b V_b g \\ W &= \rho_f V_{bt} g \end{aligned}$$

Karena gaya archimedes dan gaya berat sama, maka benda **melayang**.

$$W = F_a$$

Atau tinggal dilihat dari masa jenisnya bahwa

$$\rho_b = \rho_f$$

maka benda **melayang**.

3. Nafi Suling mempunyai berat badan sebesar 60N . Tepat saat kaki kirinya diangkat, kaki kanannya menginjak sebuah lego dengan luas penampang $2,5\text{cm}^2$. Jika tonjolan-tonjolan pada lego kita abaikan, berapakah besar tekanan yang dirasakan Nafi.

Pembahasan:

Gunakan rumus tekanan.

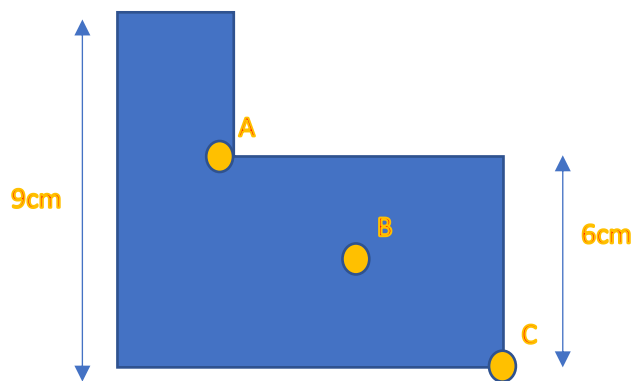
Jangan lupa jadikan satuan internasional.

$$2,5\text{cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ P &= \frac{60}{2,5 \cdot 10^{-4}} \\ P &= 24 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

240000 Pa

4. Sebuah wadah berbentuk L diisi air, tentukan tekanan air pada ketiga titik tersebut.



Pembahasan:

Bentuk wadah tidak memengaruhi, kita selalu mengukur ketinggian dari bagian air paling atas.

Yang ditanya HANYA TEKANAN AIR.

Maka tekanan udara tidak ikut.

Untuk titik A berarti tingginya
 $9\text{cm} - 6\text{cm} = 3\text{cm}$.
 $3 \cdot 10^{-2}\text{m}$

$$\begin{aligned} P_A &= \rho g h_A \\ P_A &= 1000 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \\ P_A &= 300 \end{aligned} \quad \boxed{300 \text{ Pa}}$$

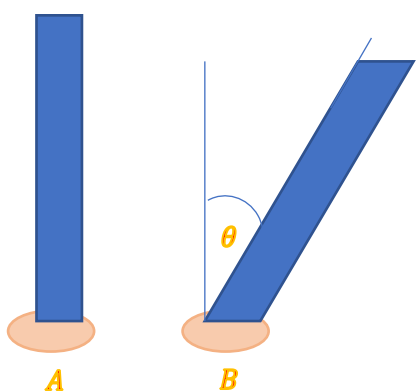
Untuk titik B berarti tingginya
 $3\text{cm} + 3\text{cm} = 6\text{cm}$.
 $6 \cdot 10^{-2}\text{m}$

$$\begin{aligned} P_B &= \rho g h_B \\ P_B &= 1000 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \\ P_B &= 600 \end{aligned} \quad \boxed{600 \text{ Pa}}$$

Untuk titik C berarti tingginya
 9cm .
 $9 \cdot 10^{-2}\text{m}$

$$\begin{aligned} P_C &= \rho g h_C \\ P_C &= 1000 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 10^{-2} \\ P_C &= 900 \end{aligned} \quad \boxed{900 \text{ Pa}}$$

5. Sebuah tabung silinder bolong mempunyai tinggi 12cm. Sebuah jari menutupi bagian bawah lalu dituangkanlah minyak penuh kedalamnya. Silinder dimiringkan agar tekanan air yang dirasakan jari menjadi hanya 1/3 nya. Tentukan derajat kemiringan tabung tersebut.



Pembahasan:

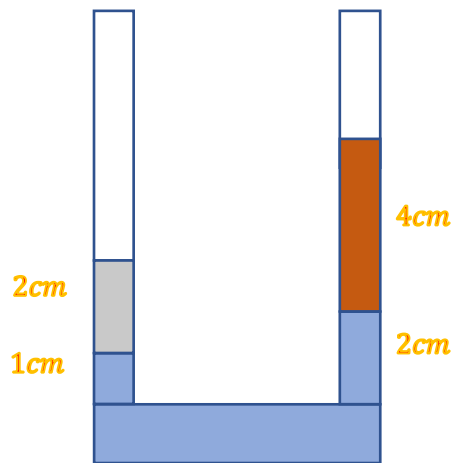
Ingat tinggi itu yang tegak lurus.

$$P_B = \frac{1}{3} P_A$$

Tinjau diagram B, tinggi pada diagram adalah $12 \cos \theta$

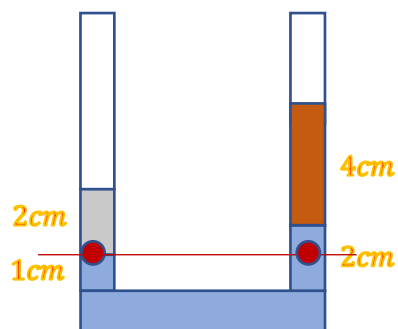
$$\begin{aligned} P_B &= \rho g h_B \\ \frac{1}{3} P_A &= \rho g h_B \\ \frac{1}{3} \rho g h_A &= \rho g h_B \\ \frac{1}{3} h_A &= h_B \\ \frac{1}{3} \cdot 12 &= 12 \cos \theta \\ 1 &= 3 \cos \theta \\ \cos \theta &= \frac{1}{3} \\ \theta &= \cos^{-1} \frac{1}{3} \end{aligned} \quad \boxed{\cos^{-1} \frac{1}{3}^\circ}$$

6. Sebuah pipa U berisi 3 cairan. Air, minyak dan suatu fluida lain (abu-abu). Jika tinggi fluida abu-abu 2cm, minyak 3cm dan air Tentukan masa jenis fluida ketiga.



Pembahasan:

Cari garis netral, yaitu pembatas dimana semua cairan dibawahnya dan tingginya sama.

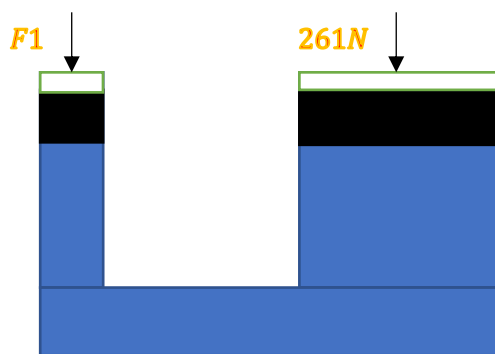


Maka berlaku kesamaan tekanan pada kedua titik itu.

$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B \\
 \rho_f g h_f &= \rho_a g h_a + \rho_m g h_m \\
 \rho_f h_f &= \rho_a h_a + \rho_m h_m \\
 \rho_f \cdot 2 &= 1000 \cdot 1 + 800 \cdot 4 \\
 2\rho_f &= 1000 + 3200 \\
 2\rho_f &= 4200 \\
 \rho_f &= 2100
 \end{aligned}$$

2100kg/m³

7. Sebuah tabung U berisi zat cair diberikan pengisap (berat dan gesekan diabaikan). Jika luas penampangnya berukuran 50cm² dan 145cm² agar pengisap tetap seimbang maka berat pada F₁ adalah



Pembahasan:

Dalam kasus ini berlaku hukum Pascal dimana tekanannya semua sama.

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_2 \\
 \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \\
 \frac{F_1}{50} &= \frac{261}{145} \\
 F_1 &= \frac{261}{145} \cdot 50 \\
 F_1 &= \frac{261}{29} \cdot 10 \\
 F_1 &= 90
 \end{aligned}$$

90N

8. Pipa kapiler yang memiliki jari-jari sebesar 0,6mm di masukkan tegak lurus ke dalam bejana berisi cairan raksa dengan tegangan permukaan 0,5N/m. Jika sudut kontak cairan dengan pipa kapiler 120 derajat, tentukan turunnya tinggi cairan dalam pipa kapiler.

Pembahasan:

Gunakan rumus kapilaritas.

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} \\
 y &= \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cos 120}{13600 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} \\
 y &= \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot -\frac{1}{2}}{13600 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} \\
 y &= \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot -\frac{1}{2}}{5 \cdot 10^{-1} \cdot 13600 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} \\
 y &= -\frac{1000}{13600 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} \\
 y &= -\frac{1000}{163200} \\
 y &= -0,00612
 \end{aligned}$$

0,612cm

9. Sebuah bola bermassa jenis 3500kg/m³ dengan jari-jari 10cm di cemplungkan ke dalam wadah berisi minyak. Jika kecepatan terminal bola tersebut 8m/s, tentukan gaya stokes yang dialami bola tersebut.

Pembahasan:

Untuk menjadi gaya stokes kita masih membutuhkan koefisien kekentalan cairan. Maka kita cari dulu dengan rumus kecepatan terminal.

$$v_t = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 g}{\eta} (\rho_b - \rho_f)$$

$$8 = \frac{2}{9} \cdot \frac{(10^{-1})^2 \cdot 10}{\eta} (3500 - 800)$$

$$72\eta = 2 \cdot 10^{-1} (2700)$$

$$72\eta = 540$$

$$\eta = 7,5$$

Lalu gunakan rumus gaya stokes

$$F_s = 6\pi\eta r v$$

$$F_s = 6\pi \cdot 7,5 \cdot 0,1 \cdot 8$$

$$F_s = 36\pi$$

$$36\pi \text{ N}$$