

FLUIDA STATIS

Pernahkah Adik-adik melihat film Titanic? Film yang cukup menyedot perhatian dunia karena mengangkat kisah nyata tentang tenggelamnya kapal Titanic. Titanic dikenal sebagai kapal mewah. Pelayarannya pada saat itu sangat dinantikan. Peristiwa tenggelam kapal terjadi setelah kapal menabrak gunung es dan terjadi kebocoran

Kapal yang semula berlayar tenang di lautan kemudian mengalami tabrakan dengan gunung es yang sedang mengapung sehingga mengakibatkan pelat lambung Titanic melengkung ke dalam di sejumlah tempat di sisi kanan kapal dan mengoyak lima dari enam belas kompartemen kedap airnya. Selama dua setengah jam selanjutnya, kapal perlahan terisi air dan tenggelam.

Kita akan menyaksikan penampakan penumpang serta benda-benda yang terapung dan juga penumpang serta benda-benda yang tenggelam pada film tersebut. Mengapa es bisa mengapung? Mengapa ada benda yang bisa tenggelam ketika kapal Titanic menabrak gunung es? Sebelum menabrak gunung es, mengapa kapal Titanic yang besar dan terbuat dari besi bisa mengapung di atas air?

Jawaban dari pertanyaan di atas akan dijelaskan pada pokok bahasan ini yaitu Fluida Statis.

A. PENGERTIAN FLUIDA STATIS

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan. Oleh karena itu, fluida biasa disebut juga dengan istilah *zat alir*. Contoh dari fluida adalah zat cair dan gas.

Cabang ilmu Fisika yang mempelajari fluida adalah ilmu mekanika fluida. Ilmu mekanika fluida mengkaji fluida diam (statis) maupun fluida bergerak (dinamis). Mekanika fluida yang mengkaji fluida diam

dinamakan *statistika fluida* atau sering disebut *hidrostatistika*, sedangkan mekanika fluida yang mengkaji fluida bergerak dinamakan *dinamika fluida* atau sering disebut *hidrodinamika*.

Fluida tidak mengalir biasa disebut *fluida statis* (diam). Pada fluida tidak mengalir, seperti zat cair yang berada di dalam bejana yang tidak berlubang, terlihat secara langsung atau tidak langsung tentang tidak adanya perpindahan bagian-bagian itu.

1. Besaran-Besaran Yang Berkaitan Dengan Fluida

a. Massa jenis

Dalam keseharian, kita sering mendengar pernyataan besi “lebih berat” daripada kayu. Tentu saja yang dimaksud adalah untuk volum yang sama, besi lebih berat daripada kayu. Dari pernyataan awam ini muncullah istilah massa jenis. Untuk berbagai zat yang sejenis, massa dan volumenya bisa berbeda tetapi hasil bagi massa dan volumenya selalu tetap.

Massa jenis merupakan salah satu sifat fisis yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volum zat tersebut. Karena massa jenis zat yang sejenis selalu sama, maka salah satu ciri khas zat adalah massa jenisnya. Dengan kata lain, zat-zat yang massa jenisnya berbeda pastilah memiliki jenis yang berbeda. Dalam Tabel 3.1 ditunjukkan massa jenis dari berbagai zat.

Tabel 3.1 Massa jenis berbagai zat

Nama Zat	Dalam g/cm^3	Dalam kg/m^3
Cair		
Air (4°C)	1,00	1.000
Alkohol	0,80	800
Raksa	13,60	13.600
Padat		
Aluminium	2,70	2.700
Besi	7,90	7.900
Emas	19,30	19.300
Kuningan	8,40	8.400
Perak	10,50	10.500
Platina	21,45	21.450
Seng	7,14	7.140
Es	0,92	920
Gas		
Udara (27°C)	0,0012	1,2

Secara matematis massa jenis dinyatakan dengan:

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

Keterangan:

ρ = massa jenis benda (kg/m^3 atau kg m^{-3})

M = massa benda (kg)

V = volum benda (m^3)

CONTOH SOAL

1. Massa sebuah kotak aluminium adalah 90g. Berapakah volum kotak tersebut (massa jenis aluminium adalah 3 g/cm^3)?

Jawab:

Dik : $m = 90 \text{ g}$
 $\rho = 3 \text{ g/cm}^3$

Dit : $V = \dots?$

Peny :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{90}{3} = 30 \text{ cm}^3 = 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

a. Tekanan pada Fluida

Pada dasarnya, fluida selalu memberikan tekanan pada setiap bidang permukaan yang bersinggungan dengannya. Tekanan didefinisikan sebagai gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang persatuan luas bidang itu. Bidang atau permukaan yang dikenai gaya disebut bidang tekan. Gaya yang diberikan pada bidang tekan disebut gaya tekan. Secara matematis, dapat ditulis:

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

Keterangan: P = tekanan (Nm^{-2} , Pa)

F = gaya (N)

A = luas bidang (m^2)

Satuan SI untuk gaya adalah N (Newton), dan untuk luas bidang adalah m^2 . Dengan demikian satuan SI untuk tekanan adalah N/m^2 atau Nm^{-2} . Dalam satuan SI digunakan juga satuan lain untuk tekanan, yaitu Pascal (Pa) dimana $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

Untuk keperluan cuaca digunakan satuan tekanan lain yaitu atmosfer (atm), cm-raksa (cmHg) dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0,001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,01 \text{ bar}$$

CONTOH SOAL

1. Hitunglah besarnya gaya yang harus dilakukan oleh seorang perawat kepada pengisap sebuah semprot suntik yang diameternya 2 cm supaya tekanan zat cair di dalamnya bertambah 10^5 Pa ?

Jawab:

Dik : $P = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$
 $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m} \rightarrow r = \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 0,02 \text{ m} = 0,01 \text{ m}$

Dit : $F = \dots ?$

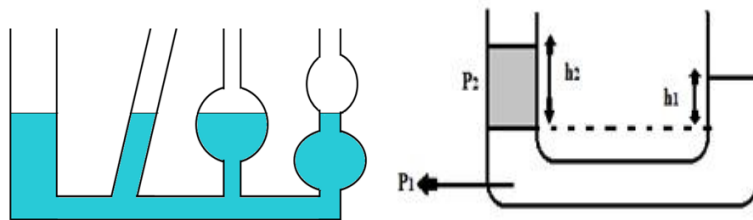
Peny :

$$F = P \cdot A = P \cdot \pi r^2 = 10^5 \cdot \pi (0,01)^2 = 3,14 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} = 31,4 \text{ N}$$

Dengandemikian
 $F = 31,4 \text{ N}$
 Jadi, besarnya gaya yang harus diberikan adalah $31,4 \text{ N}$.

B. HUKUM UTAMA HIDROSTATISTIKA

Hukum utama hidrostatika menyatakan bahwa titik-titik yang terletak pada suatu bidang datar dalam satu jenis zat cair yang memiliki tekanan sama. Perhatikan gambar berikut.



gambar di atas kita bisa lihat bahwa ada sebuah bejana yang berhubungan dengan diisi fluida. Dapat kita lihat bahwa tinggi permukaan fluida di setiap tabung adalah sama, walaupun bentuk setiap tabung berbeda. Itu artinya, walaupun bentuk tabung berbeda, besar tekanan di titik A, B, C, dan D adalah sama.

Misalkan, pada suatu bejana berhubungan dimasukkan dua jenis fluida yang massa jenisnya berbeda, yaitu ρ_1 dan ρ_2 . Kemudian, jika kita ukur dari batas terendah fluida 1 dan 2, yaitu titik A dan titik B, di mana fluida 1 memiliki ketinggian h_1 dan fluida 2 memiliki ketinggian h_2 . Maka, berdasarkan persamaan tekanan hidrostatika, besarnya tekanan di titik A dan titik B bergantung pada massa jenis fluida dan ketinggian di dalam tabung.

Secara matematis dapat kita rumuskan sebagai berikut:

$$p_A = p_B$$

$$p_0 + \rho_1 g h_1 = p_0 + \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Keterangan: h_1 = jarak titik A terhadap permukaan fluida 1 (m)
 h_2 = jarak titik B terhadap permukaan fluida 2 (m)
 ρ_1 = massa jenis fluida 1 (kg/m³)
 ρ_2 = massa jenis fluida 2 (kg/m³)

1. Tekanan Hidrostatik

Tekanan di dalam zat cair bergantung pada kedalaman, makin dalam letak suatu tempat di dalam zat cair, maka semakin besar tekanan pada tempat itu. Gaya gravitasi menyebabkan zat cair dalam suatu wadah selalu tertarik ke bawah. Makin tinggi zat cair dalam wadah, makin berat zat cair itu, sehingga makin besar tekanan yang dikerjakan zat cair pada dasar wadah. Tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya dinamakan *tekanan hidrostatik*.

Tekanan hidrostatik (P) zat cair dengan massa jenis ρ pada kedalaman h dirumuskan dengan:

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

Keterangan: P_h = tekanan hidrostatik (Nm⁻², Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

h = kedalaman dari permukaan zat cair (m)

CONTOH SOAL

1. Sebuah titik A berada 5 cm di atas dasar sebuah bak yang berisi alkohol ($\rho = 0,9 \text{ g/cm}^3$), dengan kedalaman 17 cm. Jika percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$, hitunglah:
 - a. Tekanan hidrostatik di titik A!
 - b. Tekanan hidrostatik di titik B yang berada 7 cm dari dasar bejana!

Jawab:

Dik : $\rho_{\text{al}} = 0,9 \text{ g/cm}^3 = 900 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $h_A = 17 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$
 $h_B = 17 \text{ cm} - 7 \text{ cm} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Dit : a. $P_A = \dots ?$ b. $P_B = \dots ?$

Peny : :

- a. $P_A = \rho g h_A = (900 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(0,12 \text{ m}) = 1058,4 \text{ N/m}^2$
- b. $P_B = \rho g h_B = (900 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(0,1 \text{ m}) = 882 \text{ N/m}^2$

2. Tekanan Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti bumi. Pada tiap bagian atmosfer bekerja gaya gravitasi. Makin ke bawah, makin berat lapisan udara yang di atasnya. Dengan demikian, makin rendah suatu tempat, makin tinggi tekanan atmosfernya. Tekanan atmosfer dapat diukur dengan menggunakan Barometer.

Tekanan pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair juga dipengaruhi oleh tekanan atmosfer yang menekan lapisan zat cair paling atas. Dengan demikian, tekanan total pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair dapat dirumuskan sebagai berikut.

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

Keterangan: P = tekanan total (Nm^{-2} , Pa)

P_o = tekanan atmosfer (atm, Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman (m)

3. Tekanan Absolut (Mutlak)

Penunjukkan tekanan dalam ruang tertutup oleh alat ukur tekanan disebut tekanan *terukur* atau *tekanan gauge*. Alat ukur tekanan pada alat semprot dinamakan manometer tertutup. Udara di bumi atau yang dinamakan atmosfer memiliki tekanan ke segala arah.

Tekanan absolut (mutlak) dirumuskan sebagai berikut.

$$P = P_G + P_o$$

Keterangan: P = tekanan mutlak (Nm^{-2} , Pa)

P_G = tekanan terukur (Nm^{-2} , Pa)

P_o = tekanan atmosfer (atm, Pa)

Hitunglah besar tekanan di dasar kolam renang yang dalamnya 2 m dan berisi air bersih jika tekanan atmosfer 72 cmHg, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, massa jenis air = 1.000 kg/m^3 dan massa jenis raksa = 13.600 kg/m^3 !

Jawab:

Dik : $h = 2 \text{ m}$ $\rho_{\text{raksa}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$

Dit : $P = \dots ?$

Peny : $P = P_o + \rho g h_A \rightarrow P_o = 72 \text{ cmHg} = 0,72 \text{ mHg}$
 $= (13.600 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(0,72 \text{ m})$
 $= 9,6 \times 10^4 \text{ Pa}$

$P = P_o + \rho g h_A$
 $= (9,6 \times 10^4 \text{ Pa}) + (1.000 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m})$
 $= 1,16 \times 10^5 \text{ Pa}$