

Fluida Statis

1. Massa Jenis dan Tekanan

Kerapatan atau massajenis didefinisikan sebagai massa persatuan volume atau kerapatan adalah perbandingan antara massa terhadap volumenya.

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

ρ = massa jenis (kg/m^3);

V = volume (m^3); dan

m = massa benda (kg).

2. Tekanan Hidrostatik

Pernahkah kalian berenang di kolam yang cukup dalam? Semakin dalam posisi berenang, semakin sakit gendang telinga. Hal itu disebabkan oleh adanya tekanan hidrostatik, yaitu tekanan yang disebabkan oleh adanya berat fluida tak bergerak. Secara matematis, dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho gh$$

P = tekanan hidrostatik (N/m^2)

h = kedalaman (m).

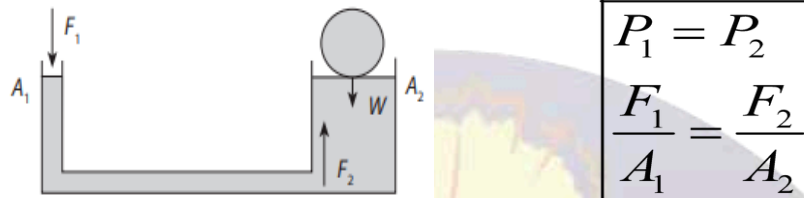
3. Tekanan Gauge

Tekanan Gauge adalah perbedaan tekanan udara dengan tekanan atmosfer, atau tekanan yang dilihat dengan alat ukur (tekanan yang dilihat pada skala alat ukur). Adapun tekanan sesungguhnya disebut tekanan mutlak. Tekanan mutlak adalah tekanan sesungguhnya yang merupakan jumlah tekanan akibat subyek yang diukur tekanannya ditambah dengan tekanan oleh atmosfer. Alat akan mampu menampilkan tekanan mutlak jika alat tersebut dikalibrasi pada tekanan atmosfer nol (ruang sekitar pembuatan alat ukur hampa).

$$P_{\text{gauge}} = P_h - P_o$$

4. Hukum Pascal

Hukum Pascal dicetuskan oleh seorang ilmuwan asal Prancis, yaitu Blaise Pascal. Dalam hukumnya, Pascal menyatakan bahwa “tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar”. Secara matematis, dirumuskan sebagai berikut.



Keterangan:

P_1 = tekanan di penampang 1 (N/m²);

P_2 = tekanan di penampang 2 (N/m²);

F_1 = gaya tekan di penampang 1 (N/m²);

F_2 = gaya tekan di penampang 2 (N/m²);

A_1 = luas penampang pipa 1 (N/m²); dan

A_2 = luas penampang pipa 2 (N/m²);

Contoh soal :

1. Luas penampang dongkrak hidrolik masing-masing 0,04 m² dan 0,10 m². Jika gaya masukan adalah 5 Newton, berapa gaya keluaran maksimum ?

Pembahasan :

Diketahui :

$A_1 = 0,04 \text{ m}^2$

$A_2 = 0,10 \text{ m}^2$

$F_1 = 5 \text{ N}$

Ditanya : F_2 ?

Jawab :

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

$$5/0,04 = F_2/0,10$$

$$125 = F_2/0,10$$

$$F_2 = (125)(0,10) = 12,5 \text{ N}$$

5. Hukum Archimedes

Perhatikan beberapa benda-benda di sekitarnya yang dimasukkan dalam air. Ada yang mengapung, melayang, dan tenggelam. Kapan sebuah benda akan mengapung melayang atau tenggelam? Bila benda tadi tetap di tempatnya atau tidak bergerak ke atas atau ke bawah bagaimana gaya yang bekerja pada benda tersebut?

Hal tersebut terjadi karena adanya penerapan dari hukum Archimedes. Hukum Archimedes ini merupakan salah satu hukum dasar fluida statis yang mungkin sering kalian dengar atau baca. Adapun pernyataan Hukum Archimedes adalah

“ Benda yang dicelupkan seluruhnya atau sebagian ke dalam fluida yang dipindahkan”.

Gaya tekan inilah yang kemudian disebut sebagai gaya apung atau gaya Archimedes. Secara matematis, gaya apung dirumuskan sebagai berikut.

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

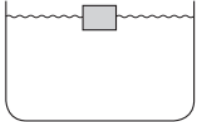
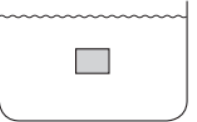
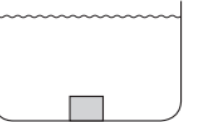
Keterangan:

F_A = gaya apung atau gaya ke atas (N);

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m³);

g = percepatan gravitasi (m/s²); dan

V_{bf} = volume benda tercelup (m³).

Konsekuensi Gaya Archimedes		
Terapung	Melayang	Tenggelam
		
$F_a > w$ $\rho_b < \rho_f$ $\rho_b < \frac{V_{bf}}{V_b} \times \rho_f$	$F_a = w$ $\rho_b = \rho_f$	$F_a < w$ $\rho_b > \rho_f$

$$W_{bf} = W_u - F_A$$

$$W_{bf} = (\rho_b - \rho_f) V_{bf} g$$

W_{bf} = berat benda di dalam fluida (N);

W_u = berat benda di udara (N); dan

F_A = gaya apung (N);

Contoh soal :

Massa jenis air laut 1025 kg/m³ , hitung volume batu yang tercelup ke dalam air laut jika berat air laut yang dipindahkan oleh batu sebesar 2 Newton !

Diketahui :

$\rho_f = 1025 \text{ kg/m}^3$

$w_f = 2 \text{ N}$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Ditanya : V batu . . . ?

Jawab :

Berat air laut : $w = m \cdot g$

Gaya apung : $F_a = \rho_f \cdot g \cdot V_{bf}$

Berat zat air yang tumpah sama dengan gaya apung batu, sehingga dapat ditulis

$w = F_a$

$w = \rho_f \cdot g \cdot V_b$

$2 = 1025 \cdot (9,8) \cdot V_b$

$2 = 10.045 \cdot V_b$

$V_b = 10.045 / 2$

$V_b = 1.991 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 199.1 \text{ cm}^3$

6. Penerapan Hukum Archimedes

a. Hidrometer

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis cairan. Nilai massa jenis dapat kita lihat pada skala yang terdapat pada

hidrometer. Hidrometer akan mengapung bila kita masukkan pada suatu cairan. Banyaknya bagian yang mengapung tergantung pada massa jenis cairan.

b. Kapal Laut

Kapal laut terbuat dari besi dan baja namun tidak tenggelam di laut. Kapal dibuat berbentuk sedemikian sehingga memiliki volume yang besar. Bagian dalam kapal memiliki rongga sehingga tidak menyumbang massa tetapi memper- besar volume. Jadi, kerapatan kapal lebih kecil daripada kerapatan air laut.

Kapal laut memiliki kapasitas muatan tertentu, atau memiliki batas muatan maksimal. Batas muatan dibuat sedemikian sehingga jika kapal diberi muatan sebesar batas maksimalnya, kapal masih terapung dengan ketinggian tertentu. Coba perhatikan jika muatan kapal sedikit maka bagian kapal yang tercelup air juga kecil, jika muatan kapal lebih besar maka kapal lebih berat, bagian yang tercelup akan semakin besar. Saat kapal diberi muatan maksimal kerapatan kapal masih lebih kecil daripada kerapatan air. Kapal yang diberi muatan yang melebihi batas maksimal maka kerapatannya akan lebih besar dari kerapatan air dan kapal akan tenggelam, gaya beratnya lebih besar dari gaya apung.

c. Kapal Selam

Kapal selam dapat mengapung tetapi juga dapat tenggelam. Kapal selam memiliki tangki-tangki pemberat di antara lambung sebelah dalam dan lambung sebelah luar. Kapal selam dapat mengubah kerapatannya dengan cara mengisi atau membuang air dalam tangki pemberat. Saat kapal terapung tangki dikosongkan. Agar kapal dapat tenggelam maka kapal diperberat dengan cara memasukkan air laut ke dalam tangki pemberat. Air laut akan mendesak udara yang berada di dalam tangki. Awak kapal harus mengatur seberapa besar pengisian tangki pemberat sesuai dengan kedalaman yang diinginkan. Agar kapal dapat

melayang dalam air maka berat kapal harus sama dengan gaya apung pada kapal. Apabila kapal diinginkan terapung kembali maka air laut yang berada ditangki pemberat dikeluarkan sehingga kapal menjadi lebih ringan dan dapat naik ke atas. Air dikeluarkan dengan cara memompakan udara dalam tangki sehingga air terdesak keluar.

7. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah kemampuan suatu permukaan zat cair

untuk menegang.

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

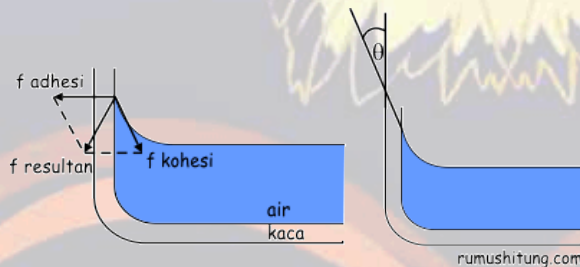
γ = tegangan permukaan (N/m);

F = gaya (N); dan

L = panjang permukaan (m).

8. Kapilaritas

Kapilaritas adalah peristiwa meresapnya zat cair di dalam pipa kapiler. Meresap artinya gerakan naik atau turun zat cair. Kapilaritas ini dipengaruhi oleh adanya tegangan permukaan, gaya adhesi, dan gaya kohesi antara zat cair dan dinding kapiler. Jika gaya adhesi lebih besar daripada kohesi, maka zat cair akan naik dalam pipa kapiler, contohnya air.



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

h = kenaikan atau penurunan zat cair dalam pipa kapiler (m);

γ = tegangan permukaan (N/m);

θ = sudut kontak;

ρ = massa jenis (kg/m³);

g = percepatan gravitasi (m/s²); dan

r = jari-jari pipa kapiler (m).