

BAB 5

TEKANAN

A. Tekanan Pada Zat Padat

Bila zat padat seperti balok diberi gaya dari atas akan menimbulkan tekanan. Pada tekanan zat padat berlaku:

- a. Bila balok yang sama ditekan pada tanah yang lembek akan lebih besar tekanannya atau akan lebih dalam tekanannya dibandingkan di tanah yang tidak lembek.
- b. Semakin besar luas alas bidang tekannya, maka tekanannya makin kecil.
- c. Semakin kecil luas alas bidang tekannya, maka tekanannya makin besar.

Tekanan merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan, atau dengan definisi lain bahwa tekanan adalah gaya persatuan luas.

- a. Tekanan sebanding dengan gaya yang bekerja pada suatu benda.
- b. Tekanan berbanding dengan luas bidang tekan.
- c. Maka tekanan dapat dinyatakan dengan rumus:

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

ket: p = tekanan (N/m^2)
 F = gaya (N)
 A = luas bidang tekan (m^2)

Contoh soal:

1. Benda yang luas alasnya 50 cm^2 diberi gaya 10 N, maka berapa tekanannya?

Dik: $A = 50 \text{ cm}^2 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,005 \text{ m}^2$

$F = 10 \text{ N}$

Dit: p ?

Jawab: $p = \frac{F}{A} = \frac{10 \text{ N}}{0,005 \text{ m}^2} = 2000 \text{ N/m}^2$

2. Benda memiliki luas alasnya $0,2 \text{ m}^2$ bertekanan 100 N/m^2 , maka berapa gaya yang bekerja pada benda itu?

Dik: $p = 100 \text{ N/m}^2$

$A = 0,2 \text{ m}^2$

Dit: $F = \dots?$

Jawab: $p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A = 100 \text{ N/m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}^2 = 20 \text{ N}$

Penerapan tekanan zat padat dalam kehidupan sehari – hari:

- paku yang tajam akan lebih dalam menancapnya bila dibandingkan dengan paku tumpul, karena pada paku tajam luas alasnya kecil berarti tekanannya besar, sedangkan pada paku tumpul luas alasnya besar sehingga tekanannya kecil.
- Pisau tajam lebih mudah mengupas atau memotong benda daripada pisau yang tumpul.
- Kaki itik dapat berjalan di tanah lumpur dan tidak terpeleset, karena kaki itik luas alasnya besar, sehingga tekanannya kecil dan akibatnya tekanan kecil dapat memperlancar jalannya.

B. Tekanan Pada Zat Cair

Tekanan pada zat cair dapat dilihat dari daya pancar air dari sebuah tabung yang berlubang dari atas ke bawah dan diisi air.

Tekanan zat cair dipengaruhi oleh kedalaman, semakin dalam airnya tekanan zat cair makin besar.

Tekanan zat cair yang diam disebut tekanan hidrostatik. Untuk mengetahui besarnya tekanan hidrostatik dapat diketahui dengan alat Harlt.

Berdasarkan alat Harlt, bahwa tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh factor:

- Massa jenis zat cair ($\rho = \text{rho}$) (Kg/m^3)
- Gravitasi (g) (N/Kg)
- Kedalaman (h) (m)

Maka rumus tekanan hidrostatik (p_h):

$$S = \text{berat jenis (N/m}^3)$$

Sedangkan gaya hidrostatik (F_h) rumusnya:

A = luas alas bejana atau wadah

<p style="text-align: center;">Rumus:</p> $p_h = \rho \times g \times h = S \times h$ $F_h = p_h \times A$

Contoh soal:

- Air yang massa jenisnya $1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$ berada pada suatu wadah setinggi $0,8 \text{ m}$ dan luas alasnya $0,5 \text{ m}^2$, dengan percepatan gravitasi $9,8 \text{ N}/\text{Kg}$, maka berapa tekanan pada kedalaman 20 cm dan di dasarnya, serta gaya hidrostatik di dasar?

Dik: $\rho = 1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$

$g = 9,8 \text{ N}/\text{Kg}$

$h = 0,8 \text{ m}$

$A = 0,5 \text{ m}^2$

Dit: a) tekanan pada kedalaman 20 cm = 0,2 m (h_1) =N/m³

b) tekanan pada dasar = 0,8 m (h_2) =N/m³

c) gaya hidrostatis di dasar (F_h) =N

jawab:

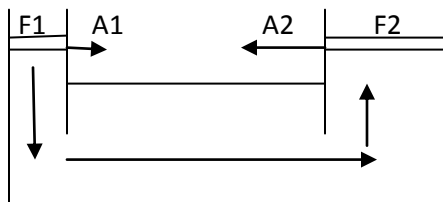
$$\begin{aligned} \text{a) } p_h &= \rho \times g \times h_1 \\ &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,8 \text{ N/Kg} \times 0,2 \text{ m} \\ &= 1960 \text{ N/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } p_h &= \rho \times g \times h_2 \\ &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,8 \text{ N/Kg} \times 0,8 \text{ m} \\ &= 7840 \text{ N/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } F_h &= p_h \times A \\ &= 7840 \text{ N/m}^3 \times 0,5 \text{ m}^2 \\ &= 3920 \text{ N} \end{aligned}$$

Penerapan tekanan hidrostatis dalam kehidupan sehari – hari di antaranya pada bendungan atau dam. Karena semakin dalam air, maka tekanannya semakin besar, maka pada bendungan dibuat dengan lebih tebal di dasarnya dari pada di bagian atasnya, agar bendungan atau dam itu dapat menahan atau ada kekuatan untuk menahan tekanan air.

Dengan menggunakan penyemprot dapat diketahui, bahwa tekanan zat cair pada ruang tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besarnya. Pernyataan itu merupakan bunyi Hukum Pascal.



perhatikan gambar!

Gaya F_1 menekan alas A_1 , sehingga zat cair menekan ke atas A_2 maka menghasilkan tekanan sebesar gaya F_2 , sehingga Hukum Pascal itu dapat dirumuskan dengan persamaan:

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

Ket: F_1 = gaya yang menekan pada tabung atau piston1(N)

F_2 = gaya yang menekan pada tabung atau piston2(N)

A_1 = luas alas tabung atau piston 1 (m²)

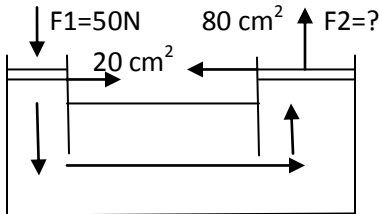
A_2 = luas alas tabung atau piston 2 (m²)

Sedangkan untuk besarnya tekanan:

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

contoh soal:

perhatikan gambar!



Dik: $F_1 = 50\text{N}$

$A_1 = 20\text{cm}^2$

$A_2 = 80\text{cm}^2$

Dit: $F_2?$

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

$$\frac{50\text{N}}{20\text{cm}^2} = \frac{F_2}{80\text{cm}^2}$$

$$20 \times F_2 = 50 \times 80$$

$$20F_2 = 4000\text{N}$$

$$F_2 = \frac{4000\text{N}}{20}$$

$$F_2 = 200\text{N}$$

Alat – alat yang menggunakan Hukum Pascal:

- a. Dongkrak Hidrolik, yaitu alat yang dapat mengangkat bagian mobil, seperti saat akan membuka ban atau roda mobil.

Prinsip kerjanya:

- Bila gagang diangkat ke atas: pengisap P1 pada tabung A tertarik ke atas, klep K, terbuka dan klep K2 tertutup, sehingga minyak dari C masuk ke A.
- Bila gagang ditekan ke bawah K1 tertutup dan K2 terbuka sehingga minyak dari A ke B, sehingga mendorong pendongkrak P2 ke atas, dan seterusnya.
- Bila keran K3 dibuka, minyak dari B ke C, sehingga pendongkrak P2 ikut turun ke bawah.

- b. Rem hidrolik

Prinsip kerjanya:

Bila rem di tekan minyak rem pada silinder akan tertekan yang diteruskan ke silinder roda, mengakibatkan silinder roda menekan bantalan roda ke arah tromol rem pada roda akhirnya terjadi gesekan antara tromol dengan bantalan yang mengakibatkan roda berhenti saat direm.

- c. Alat pengangkat mobil untuk mengangkat seluruh badan mobil, banyak digunakan di bengkel mobil yang besar.

Prinsip kerjanya:

Alat pengangkat mobil sama dengan dongkrak hidrolik.

- d. Kempa hidrolik merupakan alat untuk mencetak logam, memeras biji – bijian yang akan diambil minyaknya, dan mengepak kapas.

Bejana berhubungan yaitu rangkaian dari beberapa bejana yang saling berhubungan satu sama lainnya dengan bagian atasnya terbuka. Pada bejana berhubungan berlaku:

- a. Keadaan air yang sama jenisnya selalu mendatar sekalipun bejana dimiringkan.
- b. Hukum bejana berhubungan: jika bejana berhubungan diisi dengan zat cair yang sejenis, dalam keadaan seimbang maka permukaan zat cair akan berada pada satu bidang mendatar.
- c. Hukum bejana berhubungan tidak berlaku, bila:
 - 1) Zat cair yang mengisinya berbeda
 - Air dengan minyak tanah, maka air di bawah dan minyak tanah di atas, karena tekanan zat dari air > minyak tanah, dan
 - Air dengan raksa, maka raksa dibawah dan air berada di atas, karena tekanan raksa > air.
 - 2) Ada pipa kapiler.
- d. Penggunaan bejana berhubungan dalam kehidupan sehari – hari:
 - 1) Teko, bila diisi dengan air sampai garis tutupnya tidak akan tumpah.
 - 2) Air mancur.
 - 3) System pengaliran air oleh PAM (Perusahaan Air Minum).
 - 4) Waterpass yang digunakan oleh tukang tembok untuk menyamakan atau meratakan tembokkan.

Pada bejana berhubungan berlaku rumus:

$$p_1 = p_2$$

$$\rho_1 \times g_1 \times h_1 = \rho_2 \times g_2 \times h_2$$

$$\rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2$$

contoh soal:

pipa U diisi air dan minyak tanah, massa jenis air 1 gr/cm^3 , massa jenis minyak tanah $0,8 \text{ gr/cm}^3$. Jika perbedaan tinggi air menjadi 20cm, berapakah tinggi minyak tanah?

Dik: $p_1 = 1 \text{ gr/cm}^3$

$$p_2 = 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

$$h_1 = 20 \text{ cm}$$

Dit: h_2 ?

Jawab: $\rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2$

$$1 \text{ gr/cm}^3 \times 20 \text{ cm} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times h_2$$

$$h_2 = \frac{20 \text{ cm}}{0,8}$$

$$h_2 = 25 \text{ cm}$$

Sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya tekan ke atas yang besarnya sama dengan berat zat yang dipindahkannya.

Rumus: $F_a = V_b \times \rho_{\text{air}} \times g$

$$F_a = V_b \times S_{\text{air}}$$

Berat benda diudara (diluar air) lebih berat dari benda saat didalam air, karena di dalam air ada gaya tekan ke atas oleh air sebanding dengan volume zat cair yang terdesak oleh benda itu. Hal ini hasil percobaan dari Hukum Archimedes. Sehingga bunyi Hukum Archimedes:

Besarnya gaya tekan ke atas (F_a) sama dengan hasil kali antara volume (V_b). Massa jenis air (ρ_{air}) dan gravitasi.

Maka rumusnya: $F_a = V_b \times \rho_{\text{air}} \times g$

$$F_a = V_b \times S_{\text{air}}$$

Contoh soal:

Massa jenis air 1000 Kg/m^3 , dan percepatan gravitasinya $9,8 \text{ N/Kg}$. ada benda yang tercelup pada air itu, dengan volume benda yang tercelup itu 20 m^3 , maka berapakah gaya tekan ke atas yang diterima benda itu?

Dik: $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$

$g = 9,8 \text{ N/Kg}$

$V_b = 20 \text{ m}^3$

Dit: F_a ?

Jawab: $F_a = V_b \times \rho_{\text{air}} \times g = 20 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,8 \text{ N/Kg} = 196000 \text{ N}$

Kadaan benda yang dicelupkan ke dalam air, kemungkinannya:

- a. Terapung, akan terjadi bila:
 - Gaya tekan ke atas > berat benda.
 - Massa jenis air > massa jenis benda
 - Berat jenis air > berat jenis benda

Terapung dapat terjadi pada gabus yang massa jenisnya kurang dari massa jenis air.

- b. Melayang, akan terjadi bila:
 - Gaya tekan ke atas = berat benda.
 - Massa jenis air = massa jenis benda
 - Berat jenis air = berat jenis benda

Melayang dapat terjadi pada telur yang dimasukkan ke dalam air garam, atau es saat massa jenisnya sama dengan massa jenis air.

- c. Tenggelam, akan terjadi bila:
 - Gaya tekan ke atas < berat benda.
 - Massa jenis air < massa jenis benda
 - Berat jenis air < berat jenis benda

Tenggelam dapat terjadi pada besi atau baja yang massa jenisnya > massa jenis air.

Alat – alat yang berdasarkan Hukum Archimedes:

- a. Kapal laut atau berbagai kendaraan (transportasi) air, kapal ini tidak tenggelam di air sekalipun bahannya dari besi atau baja, karena volume kapal yang tercelup lebih kecil dari pada gaya tekan ke atas yang diberikan air ke kapal itu.
- b. Kapal selam, kapal laut yang dapat muncul atau terapung dipermukaan air laut, melayang dan tenggelam di air laut, karena di dalam kapal selam terdapat tabung yang besar untuk menampung dan mengeluarkan air.
 - 1) Kadaan terapung, tabungnya kosong dari air laut.
 - 2) Kadaan melayang, tabung diisi air laut.
 - 3) Kadaan tenggelam, tabung diisi penuh air laut.

- c. Hydrometer yaitu alat untuk mengukur massa jenis zat cair.
- d. Jembatan pontoon, yaitu jembatan yang terbuat dari benda yang dapat terapung di air, misalnya drum.

C. Tekanan Pada Gas

Beberapa bukti adanya tekanan udara atau gas:

- a. Kaleng yang diisi air yang dipanaskan terus – terus akan penyok, karena gas atau udara yang ada didalam kaleng menekan ke dinding kaleng,tetapi tekanannya tekanannya itu lebih kecil dari pada tekanan tekanan udara di luar kaleng, sehingga udara luar menekan kaleng akibatnya kaleng penyok – penyok.
- b. Gelas diisi air ditutup kertas dan dibalikkan, ternyata kertas tidak terlepas dari mulut gelas dan air di dalam gelas tidak tumpah, hal itu dikarenakan tekanan udara di bawah kertas menahan kertas, sehingga kertas itu tidak terlepas dan air tidak tumpah.

Percobaan Torricelli

- a. Raksa yang dimasukkan ke dalam tabung,, kemudian dibalikkan ternyata raksa itu menunjukkan angka 76 cm.
- b. Tinggi raksa 76 cm menunjukkan tekanan udara/atmosfer, maka 76 cm itu menjadi 76 cmHg
- c. Tekanan udara 76cmHg itu merupakan besarnya tekanan udara di atas permukaan air laut (d.p.l).
- d. Tekanan udara disetiap tempatnya akan berbeda – beda.
- e. Setiap kenaikan tinggi tempat 100 m tekanan udaranya turun 1cmHg = 10 mmHg, atau setiap naik 10 m tekanan udara turun 0,1 cm = 1 mmHg

Rumus hubungan tekanan udara dan ketinggian tempat:

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian} &= (76 \text{ cmHg} - \text{tekanan udara}) \times 100 \text{ meter} \\ &= (760 \text{ mmHg} - \text{tekanan udara}) \times 10 \text{ meter} \\ &= (760 \text{ mmHg} - \text{barometer}) \times 10 \text{ meter} \\ &= (76 \text{ cmHg} - \text{barometer}) \times 100 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan} = 76 \text{ cmHg} - (\text{ketinggian} : 100\text{m})$$

$$\text{Udara} = 760 \text{ mmHg} - (\text{ketinggian} : 10 \text{ m})$$

Contoh soal:

1. Di kota Bandung tekanan udaranya menurut barometer 69 cm, maka berapakah ketinggian kota Bandung itu?

Dik: tekanan udara = 69 cmHg

$$\begin{aligned} \text{Jawab: Ketinggian} &= (76 \text{ cmHg} - \text{tekanan udara}) \times 100 \text{ meter} \\ &= (76 \text{ cmHg} - 69 \text{ cmHg}) \times 100 \text{ meter} \\ &= 7 \times 100 \text{ m} \\ &= 700 \text{ d.p.l} \end{aligned}$$

Alat – alat yang emnggunakan prinsip kerja dari Torricelli di antaranya barometer, yaitu alat untuk mengukur tekanan udara luar atau atmosfer.

Ada dua macam barometer, yaitu:

a. Barometer raksa

Cara kerjanya:

- Bila tekanan udara bertambah maka raksa naik
- Bila tekanan udara turun maka raksa turun
- Bila ditempatkan di daratan tinggi raksanya akan turun.

b. Barometer aneroid

Cara kerjanya:

- Bila tekanan udara bertambah, kotak mengempis dan jarum bergerak.
- Bila tekanan udara turun, maka kotak mengembang dan jarum bergerak.

Tekanan gas pada ruang tertutup menurut Hukum Boyle:

a. Bunyi Hukum Boyle

“Hasil kali tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup adalah tetap (konstan) selama suhu gas tetap.

b. Persamaan Hukum Boyle dapat dirumuskan:

$$P \times V = \text{konstan}$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Untuk campuran gunakan rumus:

$$P_{\text{campuran}} = \frac{(P_1 \times V_1) + (P_2 \times V_2)}{(V_1 + V_2)}$$

Ket:

P_1 = tekanan awal (Atm)

V_1 = volume awal (m^3)

P_2 = tekanan akhir (Atm)

V_2 = volume akhir (m^3)

Contoh soal:

- 1) Sebuah silinder yang dilengkapi dengan pengisap udara yang bertekanan 2 atm dengan volume $0,2 \text{ m}^3$ kemudian diperkecil tekanannya menjadi 0,5 atm, berapakah volumenya sekarang?

Dik: $V_1 = 0,2 \text{ m}^3$

$P_1 = 2 \text{ atm}$

$P_2 = 0,5 \text{ atm}$

Dit: V_2 ?

Jawab: $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

$$2 \text{ atm} \times 0,2 \text{ m}^3 = 0,5 \text{ atm} \times V_2$$

$$0,4 \text{ m}^3 = 0,5 V_2$$

$$V_2 = \frac{0,4}{0,5} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,8 \text{ m}^3$$

- 2) Dua buah silinder, silinder A volumenya 4 m^3 bertekanan 10 atm , dan silinder B volumenya 2 m^3 bertekanan 20 atm . Maka berapakah tekanan campuran kedua silinder itu?

Dik: $P_1 = 10 \text{ atm}$

$P_2 = 20 \text{ atm}$

$V_1 = 4 \text{ m}^3$

$V_2 = 2 \text{ m}^3$

Dit: P_c ?

Jawab: $P_{\text{campuran}} = \frac{(P_1 \times V_1) + (P_2 \times V_2)}{(V_1 + V_2)}$

$$= \frac{(10 \text{ atm} \times 4 \text{ m}^3) + (20 \text{ atm} \times 2 \text{ m}^3)}{4 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3}$$
$$= \frac{40 + 40}{6} \text{ atm}$$
$$= \frac{80}{6} \text{ atm}$$
$$= 13,33 \text{ atm}$$

c. Alat yang menggunakan Hukum Boyle:

1. Alat suntikan atau sedotan limun.

Cara kerjanya:

- Suntikan dicelupkan ke zat cair
 - Pengisap ditarik, maka volume udara di dalam tabung bertambah, mengakibatkan tekanan di dalam lebih kecil dari pada di luar, sehingga zat cair ditekan oleh udara luar (atmosfer) yang besar masuk ke dalam tabungnya.
 - Pengisap di tekan, maka zat cair di dalam keluar.
2. Pompa air.
 3. Pompa ban sepeda.

Alat untuk mengukur tekanan udara di dalam ruangan tertutup yaitu:

a. Manometer raksa terbuka

1. Pipa kiri lebih tinggi dari pipa kanan, berarti tekanan udara di ruang tertutup lebih besar dari pada di luar (atmosfer), maka rumusnya:

$$P_r = \text{tekanan atmosfer} + h = 76 \text{ cmHg} + h$$

2. Pipa kanan lebih tinggi dari pada pipa kiri, sehingga tekanan udara yang ada di dalam ruang tertutup lebih kecil dari pada tekanan udara di luar (atmosfer), maka rumusnya: $P_r = \text{tekanan atmosfer} - h = 76 \text{ cmHg} - h$

b. Manometer logam atau manometer Bourdon.

Manometer logam atau manometer Bourdon adalah alat untuk mengukur tekanan gas d dalam ruang tertutup bertekanan tinggi, misalnya pada ketel.