

TEKANAN

A. Pengertian

Tahukah kamu apakah Tekanan itu ?

Sebelum mengetahui definisi tekanan, marilah kita memahami apakah konsep tekanan itu. Sebelumnya, pernahkah kalian memperhatikan kaki unggas seperti ayam, itik, atau burung? Jika pernah kaki-kaki tersebut berbeda-beda. Mengapa demikian? Nah, Tuhan menciptakan hal itu bukan tanpa alasan. Itu semua bergantung pada fungsinya. Untuk ayam, kakinya digunakan untuk berjalan di tanah kering, itik berjalan di tanah yang berlumpur, sementara burung digunakan untuk mencengkeram mangsanya. Ayam dan itik sama-sama digunakan untuk berjalan. Jika keduanya berjalan di tanah yang sedikit berlumpur, bekas kaki mana yang lebih dalam ?

Contoh lainnya jika kalian memegang batang korek api di antara ibu jari dan telunjuk seperti pada gambar di bawah, apa yang kalian rasakan? Bagaimana jika pegangan kalian diperkuat lagi? Bagaimana jika pegangan diperlemah? Adakah perbedaannya?



Contoh-contoh peristiwa tersebut berhubungan dengan konsep fisika yaitu tekanan.

B. Tekanan Zat Padat

Tekanan merupakan besarnya gaya yang bekerja per satuan luas. Jika tekanan dilambangkan dengan p , gaya tekan F , dan luas bidang tekan A , maka hubungan antara tekanan, gaya dan luas permukaan adalah :

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

Keterangan: P = tekanan ($N/m^2 = Pa$)

F = gaya (N)

A = luas bidang tekan (m^2)

Oleh karena dalam SI satuan gaya adalah N, dan satuan luas adalah m^2 , maka satuan tekanan adalah N/m^2 . Satuan tekanan dalam SI adalah Pascal (disingkat Pa). $1Pa = 1 N/m^2$.

$$1Pa = \frac{1N}{m^2}$$

Contoh:

Seorang anak yang sedang belajar berjalan memiliki berat 100 N. Ia melangkah jingjit dengan luas ujung telapak kaki yang menekan permukaan tanah adalah 50 cm^2 . Berapakah tekanan yang dilakukan anak itu terhadap tanah?

Penyelesaian:

Diketahui: $F = 100 \text{ N}$

$$A = 50 \text{ cm}^2 = 0,005 \text{ m}^2$$

Ditanya: $P = ?$

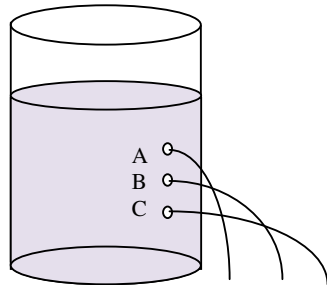
Jawab:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{100 \text{ N}}{0,005 \text{ m}^2} = 20.000 \text{ N/m}^2$$

Jadi, tekanan yang diberikan oleh anak itu terhadap tanah adalah 20.000 Pa.

C. Tekanan Zat Cair

Jika kamu amati kondisi air di danau dan di sungai, kamu dapat melihat bahwa air di danau akan lebih tenang dibandingkan air di sungai. Mengapa demikian? Karena air di danau itu diam, sedangkan air di sungai akan terus mengalir. Air mengalir akibat adanya perbedaan tekanan sehingga dapat dikatakan bahwa air sungai memiliki tekanan. Lalu, apakah air danau yang diam dapat dikatakan tidak memiliki tekanan? Ternyata, tidak demikian. Air yang diam pun memiliki tekanan yang disebabkan oleh zat cair yang berada pada kedalaman tertentu, disebut dengan tekanan hidrostatis. Besarnya tekanan hidrostatis bergantung pada ketinggian zat cair, massa jenis zat cair, dan percepatan zat cair.



Untuk memahami hal ini, coba kamu perhatikan aliran air yang diberi tiga lubang bagian atas (A), tengah (B), dan bawah (C)!

Pancaran air paling jauh ditunjukkan oleh lubang bawah (C), lalu tengah (B), kemudian atas (A). Hal ini menunjukkan bahwa tekanan pada lubang bawah (C) lebih besar daripada tekanan pada lubang tengah (B) dan lubang atas (A). ($P_C > P_B > P_A$).

Dari konsep ini, diperoleh rumus:

$$P = \rho gh$$

dengan: P = tekanan hidrostatis (N/m^2 atau Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi bumi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

h = tinggi zat cair di atas titik yang diukur (m)

Bagi para penyelam, tekanan hidrostatis ini harus diperhatikan agar mereka tidak mengalami kerusakan ketika menyelam, terutama pada bagian telinga dan mata.

Contoh:

Sebuah bejana berbentuk tabung tingginya 100 cm diisi penuh oleh air. Tentukanlah tekanan zat cair pada:

- a. dasar tabung
- b. tengah-tengah tabung
- c. ketinggian 25 cm dari alas bejana

Penyelesaian:

Diketahui: $h = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$ (tinggi bejana)

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya: a. P pada dasar bejana

b. P pada tengah-tengah bejana

c. P pada ketinggian 25 cm dari alas bejana

Jawab:

- a. Tekanan di dasar bejana disebabkan oleh zat cair setinggi bejana tersebut.

$$\begin{aligned} P &= \rho gh \\ &= (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (1 \text{ m}) \\ &= 10.000 \text{ N/m}^2. \end{aligned}$$

Jadi, tekanan zat cair pada dasar bejana adalah 10.000 N/m².

- b. Tekanan pada tengah-tengah bejana adalah tekanan pada ketinggian 50 cm dari permukaan, berarti tinggi zat cair yang mempengaruhi adalah 50 cm = 0,5 m:

$$\begin{aligned} P &= \rho gh \\ &= (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (0,5 \text{ m}) \\ &= 5.000 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, tekanan zat cair pada tengah-tengah bejana adalah 5.000 N/m²

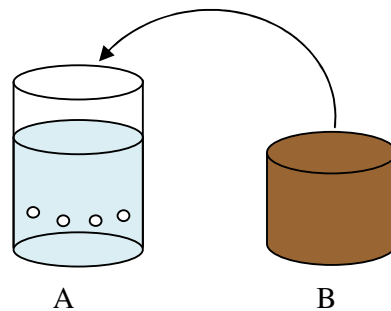
- c. Tekanan pada ketinggian 25 cm dari alas bejana, berarti tinggi zat cair yang mempengaruhi adalah 1 m – 0,25 m = 0,75 m.

$$\begin{aligned} P &= \rho gh \\ &= (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (0,75 \text{ m}) \end{aligned}$$

$$= 7.500 \text{ N/m}^2.$$

Jadi, tekanan zat cair pada ketinggian 25 cm dari alas bejana adalah 7.500 N/m^2 .

1. Hukum Pascal



Apabila sebuah tabung A yang berisi air di atas ditekan dengan benda B yang memenuhi ruangan tabung, apakah yang akan terjadi? Kemanakah air akan diteruskan? Ternyata, air akan memancar keluar melewati lubang-lubang kecil yang ada di dasar tabung. Kekuatan pancaran akan sama ke segala arah. Hal ini sesuai dengan hukum Pascal yang berbunyi "*Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar.*"

a. Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mobil ketika mengganti ban mobil. Alat ini memanfaatkan dua buah silinder, yaitu silinder besar dan silinder kecil.

Ketika dongkrak ditekan, minyak pada silinder kecil akan tertekan dan mengalir menuju silinder besar. Tekanan pada silinder besar akan menimbulkan gaya sehingga dapat mengangkat benda/beban berat.

Jika kamu menekan silinder kecil dengan gaya F_1 , maka tekanan yang dikerjakan adalah:

$$P = \frac{F_1}{A_1}$$

Sesuai hukum Pascal, tekanan ini juga dialami oleh silinder besar sehingga berlaku:

$$P_1 = P_2$$

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

Contoh:

Sebuah dongkrak hidrolik memiliki dua silinder dengan diameter salah satu silinder berukuran 4 cm. Gaya yang diberikan pada silinder itu adalah 100 N. Jika gaya angkat pada silinder yang lain adalah 400 N, hitunglah diameter dari silinder tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: $d_1 = 4 \text{ cm}$, maka $r_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$

$$F_1 = 100 \text{ N}$$

$$F_2 = 400 \text{ N}$$

Ditanya: d_2

Jawab:

$$\begin{aligned}\frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} & \Leftrightarrow r_2 &= \sqrt{\frac{F_2 \cdot (r_1)^2}{F_1}} \\ \Leftrightarrow \frac{F_1}{\pi(r_1)^2} &= \frac{F_2}{\pi(r_2)^2} & \Leftrightarrow r_2 &= \sqrt{\frac{400 \cdot (0,02)^2}{100}} \\ \Leftrightarrow \pi(r_2)^2 &= \frac{F_2 \cdot \pi(r_1)^2}{F_1} & \Leftrightarrow r_2 &= \sqrt{\frac{400 \cdot (0,0004)}{100}} \\ \Leftrightarrow (r_2)^2 &= \frac{F_2 \cdot \pi(r_1)^2}{F_1 \cdot \pi} & \Leftrightarrow r_2 &= \sqrt{0,0016} \\ \Leftrightarrow r_2 &= \sqrt{\frac{F_2 \cdot \pi(r_1)^2}{F_1 \cdot \pi}} & \Leftrightarrow r_2 &= 0,04 \text{ m}\end{aligned}$$

$$r_2 = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm, maka } d = 8 \text{ cm.}$$

Jadi, diameter silinder yang lain pada dongkrak hidrolik tersebut adalah 8 cm.

b. Rem Hidrolik

Rem ini menggunakan fluida minyak. Ketika kaki menginjak pedal rem, piston (pipa penghubung) akan menekan minyak yang ada di dalamnya. Tekanan ini diteruskan pada kedua piston keluaran yang berfungsi mengatur rem. Rem ini akan menjepit piringan logam yang akibatnya dapat menimbulkan gesekan pada piringan yang melawan arah gerak piringan sehingga putaran roda berhenti.

$$V_1 = V_2$$

$$A_1 \cdot h_1 = A_2 \cdot h_2$$

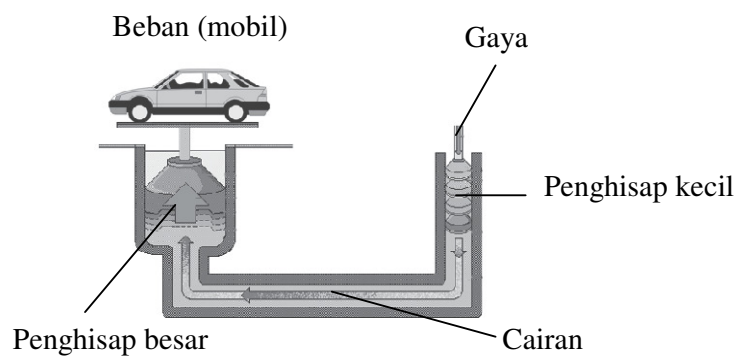
dengan: h_1 = tinggi fluida pada piston pertama

h_2 = tinggi fluida pada piston kedua

A_1 = luas penampang piston pertama

A_2 = luas penampang piston kedua

c. Mesin Hidrolik Pengangkat Mobil



Gambar di atas memperlihatkan sebuah mesin hidrolik pengangkat mobil yang digunakan di tempat pencucian mobil. Secara umum, cara kerja mesin hidrolik tersebut sama dengan dongkrak hidrolik.

d. Pompa Sepeda

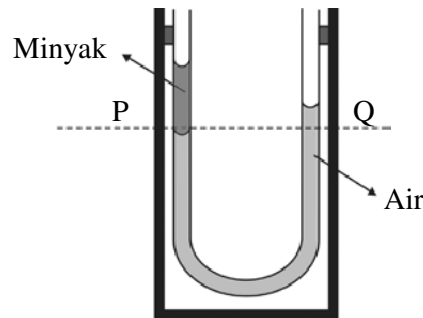
Pernahkah kamu memompa ban sepeda? Apakah kamu mengeluarkan banyak tenaga untuk melakukannya? Jika kamu merasa kelelahan, dapat dipastikan bahwa kamu menggunakan pompa yang tidak memanfaatkan sistem Pascal. Ada dua jenis pompa sepeda, yaitu pompa biasa dan pompa hidrolik. Kamu akan lebih mudah memompa ban sepedamu menggunakan pompa hidrolik karena sedikit mengeluarkan tenaga.

e. Mesin Pengepres Kapas (Kempa)

Mesin ini digunakan untuk mengepres kapas dari perkebunan sehingga mempunyai ukuran yang cocok untuk disimpan atau didistribusikan. Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut. Gaya tekan dihasilkan oleh pompa yang menekan pengisap kecil. Akibat gaya ini, pengisap besar bergerak ke atas dan mendorong kapas. Akibatnya, kapas akan termampatkan.

2. Bejana Berhubungan

Untuk memahami prinsip bejana berhubungan, perhatikan gambar di bawah ini :



Pada gambar terlihat bahwa tinggi permukaan air dan minyak tidak sama. Titik P adalah titik khayal yang terletak di perbatasan antara minyak dan air. Titik Q adalah titik khayal pada air di ujung bejana lain. Tinggi titik P dan Q sama jika diukur dari dasar bejana. Di titik P dan Q, tekanannya adalah sama. Dengan demikian, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_1 = P_2$$

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

Karena harga g sama, maka dapat disederhanakan menjadi :

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

Dengan : ρ_1 = massa jenis zat cair 1

ρ_2 = massa jenis zat cair 2

h_1 = tinggi permukaan zat cair 1

h_2 = tinggi permukaan zat cair 2

Contoh :

Pada sebuah pipa U, terdapat air (massa jenis = 1.000 kg/m³). Kemudian dimasukkan zat cair lain hingga mengisi 10 cm bagian kiri pipa. Jika diketahui beda ketinggian permukaan zat cair adalah 1 cm, hitunglah massa jenis zat cair tersebut.

Jawab:

$$h_2 = h_1 - \Delta h$$

$$= 10 \text{ cm} - 1 \text{ cm}$$

$$= 9 \text{ cm}$$

$$= 9 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\rho_2 = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_1 = \dots ?$$

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

$$\rho_1 \times 0,1 \text{ m} = 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_2 \cdot h_2}{h_1}$$

$$\rho_1 = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9 \times 10^{-2} \text{ m}}{0,1 \text{ m}}$$

$$\rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$$

Jadi, massa jenis zat cair tersebut adalah 900 kg/m³.

3. Hukum Archimedes

Pernahkah kamu berjalan di dalam air? Jika kamu pernah berjalan atau berlari di dalam air, kamu tentunya akan merasakan bahwa langkahmu lebih berat dibandingkan jika kamu melangkah di tempat biasa. Gejala ini disebabkan adanya tekanan dari zat cair. Ilmuwan pertama yang mengamati gejala ini adalah matematikawan berkebangsaan Yunani bernama Archimedes (187-212 SM). Pengamatan ini memunculkan sebuah hukum yang dikenal Hukum Archimedes, yaitu: *“Jika sebuah benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mendapat gaya yang disebut gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkannya”*. Akibat adanya gaya apung, berat benda dalam zat cair akan berkurang. Benda yang diangkat dalam zat cair akan terasa lebih ringan dibandingkan diangkat di darat. Berat ini disebabkan berat semu dan dirumuskan sebagai berikut:

$$W_{\text{semu}} = W_{\text{benda}} - F_a$$

Dengan : W_{semu} = berat benda dalam zat cair (kgm/s²)

$W_{\text{benda}} = \text{berat benda sebenarnya (kgm/s}^2\text{)}$

$F_a = \text{Gaya Apung (N)}$

Besarnya gaya apung dirumuskan sebagai berikut :

$$F_a = \rho_{\text{cair}} \cdot V_{\text{benda}} \cdot g$$

Dengan $F_a = \text{gaya Apung (N)}$

$\rho_{\text{cair}} = \text{massa jenis zat cair (kg/m}^3\text{)}$

$V_{\text{benda}} = \text{Volume benda (m}^3\text{)}$

$g = \text{gaya gravitasi (9,8 m/s}^2\text{)}$

Contoh :

Sebuah bola pejal ditimbang di udara, beratnya 50 N. Ketika bola tersebut ditimbang di dalam air, beratnya menjadi 45 N. Berapa gaya ke atas yang diterima benda tersebut dan volume benda pejal tersebut?

Diketahui : Berat bola di udara = 50 N

Berat bola di dalam air = 45 N

Ditanyakan : F_a

Jawab :

$$F = W_{\text{udara}} - W_{\text{air}} = 50 \text{ N} - 45 \text{ N} = 5 \text{ N}$$

Jadi, besar gaya apung yang dialami benda itu adalah 5 N.

$$F = V \cdot \rho_c \cdot g$$

$$5 = V \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$V = \frac{5\text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2}$$

$$V = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Jadi, volume benda pejal tersebut adalah $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.

a. Konsep Terapung, Melayang dan Tenggelam

Jika kamu memasukkan batu dan kertas secara bersamaan ke dalam seember air, apa yang terjadi? Ya, kamu akan melihat kertas di permukaan dan batu akan berada di dasar ember. Peristiwa ini dapat dijelaskan oleh konsep massa jenis benda yang telah dipelajari sebelumnya. Massa jenis benda menentukan besar kecilnya gaya berat benda. Sedangkan, massa jenis zat cair menentukan besar kecilnya gaya Archimedes (gaya apung) zat tersebut. Jika gaya berat suatu benda lebih besar dari gaya Archimedes, maka benda akan tenggelam. Tetapi, jika gaya Archimedes yang lebih besar, maka benda akan terapung, dan benda akan melayang jika gaya berat benda sama dengan gaya Archimedes. Dengan kata lain, dapat disebutkan bahwa:

- 1) Benda akan tenggelam jika $Q_{\text{benda}} > Q_{\text{zat cair}}$
- 2) Benda akan melayang jika $Q_{\text{benda}} = Q_{\text{zat cair}}$
- 3) Benda akan terapung jika $Q_{\text{benda}} < Q_{\text{zat cair}}$

b. Penerapan Hukum Archimedes

1) Menentukan massa jenis benda

$$\rho_{\text{benda}} = \frac{m}{V_{\text{benda}}} = \frac{m}{V_{\text{air}}} \quad (\text{ingat hukum Archimedes } V_{\text{benda}} = V_{\text{air}})$$

$$\rho_{\text{benda}} = \frac{m}{m - m_s} \times \rho_{\text{air}} \quad \text{karena } V_{\text{air}} = \frac{m - m_s}{\rho_{\text{air}}}$$

Dengan : $V_{\text{air}} = \text{volume air yang dipindahkan}$

m = massa benda sesungguhnya

m_s = massa semu benda (dalam air)

ρ_{air} = massa jenis air

ρ_{benda} = massa jenis benda

2) Penerapan dalam bidang Teknik

a) Kran otomatis pada penampungan air

Jika di rumah kita menggunakan mesin pompa air, maka dapat kita lihat bahwa tangki penampungnya harus diletakkan pada ketinggian tertentu. Tujuannya adalah agar diperoleh tekanan besar untuk mengalirkan air. Dalam tangki tersebut terdapat pelampung yang berfungsi sebagaikran otomatis. Kran ini dibuat mengapung di air sehingga ia akan bergerak naik seiring dengan ketinggian air. Ketika air kosong, pelampung akan membuka kran untuk mengalirkan air. Sebaliknya, jika tangki sudah terisi penuh, pelampung akan membuat kran tertutup sehingga secara otomatis kran tertutup.

b) Kapal selam

Pada kapal selam terdapat tangki yang jika di darat ia terisi udara sehingga ia dapat mengapung di permukaan air. Ketika kapal dimasukkan ke dalam air, tangki ini akan terisi air sehingga kapal dapat menyelam.

c) Hidrometer

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis zat cair. Alat ini berbentuk tabung yang berisi pemberat dan ruang udara sehingga akan

terapung tegak dan stabil seketika. Hidrometer bekerja sesuai dengan prinsip Archimedes.

d) Jembatan Ponton

Peristiwa mengapung suatu benda karena memiliki rongga udara dimanfaatkan untuk membuat jembatan yang terbuat dari drum-drum berongga yang dijajarkan melintang aliran sungai. Volume air yang dipindahkan menghasilkan gaya apung yang mampu menahan berat drum itu sendiri dan benda-benda yang melintas di atasnya. Setiap drum penyusun jembatan ini harus tertutup agar air tidak dapat masuk ke dalamnya.

D. Tekanan Udara

1. Tekanan gas pada ruang terbuka

Tekanan udara sering juga disebut tekanan atmosfer. Ada kemiripan antara tekanan udara dan tekanan air. Tekanan air disebabkan oleh gaya tarik bumi atau gaya gravitasi terhadap air yang mempunyai massa. Jika benda diletakkan di kedalaman air yang semakin dalam, jumlah air yang berada di atasnya akan semakin banyak dan gaya gravitasinya pun akan semakin besar, sehingga tekanan akan semakin besar.

Pada prinsipnya, tekanan udara sama seperti tekanan pada zat cair. Tekanan udara di puncak gunung akan berbeda dengan tekanan udara di pantai. Hal ini dikarenakan di puncak gunung jumlah partikel udaranya semakin kecil yang mengakibatkan gaya

gravitasi partikel juga kecil, sehingga tekanan udaranya pun akan semakin kecil.

Tekanan udara didefinisikan sebagai gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berada di atasnya. Tekanan udara diukur menggunakan alat yang disebut barometer. Alat ini pertama kali dibuat secara sederhana oleh **Evangista Torricelli** (1608- 1647). Saat ini, terdapat 4 macam barometer, yaitu barometer raksa sederhana (sesuai yang dibuat oleh Torricelli), barometer Foertin (barometer raksa yang dapat mengukur tekanan udara sampai dengan ketelitian 0,01 cmHg), barometer aneroid (barometer kering tanpa zat cair), dan barometer air (barometer yang menggunakan air sebagai pengganti raksa). Adanya perbedaan tekanan udara di suatu tempat dapat menimbulkan angin. Angin bertiup dari daerah yang tekanan udaranya tinggi ke daerah yang tekanannya lebih rendah. Pengaruh tekanan udara dapat dirasakan pada beberapa peristiwa, di antaranya:

- a. Ketika memasak air, di pegunungan akan lebih cepat mendidih dibandingkan memasak air di pantai. Hal ini disebabkan tekanan udara di pegunungan lebih rendah daripada di pantai sehingga gas oksigennya pun lebih rendah.
- b. Ketika kita pergi ke daerah yang lebih tinggi (misalnya dari pantai ke pegunungan), pada ketinggian tertentu kita akan merasakan dengungan di telinga kita. Hal ini disebabkan oleh selaput gendang telinga yang lebih menekuk keluar pada tekanan udara yang lebih rendah.

c. Pada tekanan udara tinggi, suhu terasa dingin, tetapi langit cerah. Sebaliknya, saat tekanan udara rendah, dapat dimungkinkan terjadinya hujan, bahkan badai. Ketiga peristiwa di atas memberikan gambaran bahwa tekanan udara memiliki hubungan yang cukup erat dengan ketinggian suatu tempat.

Hal ini ternyata telah dibenarkan melalui suatu penelitian yang dilakukan para ahli. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tekanan udara di permukaan laut = 76 cmHg atau 1 atm. Setiap ketinggian bertambah 100 m tekanan udara berkurang 1 cmHg atau setiap kenaikan 10 m, tekanan udara berkurang 1mmHg sehingga makin tinggi suatu tempat dari permukaan air, makin rendah tekanan udaranya. Pernyataan ini dapat digunakan untuk memperkirakan ketinggian suatu tempat di atas permukaan laut, asalkan tekanan udara di sekitarnya diketahui.

2. Tekanan udara pada ruangan tertutup

Ilustrasi yang akan mudah membantumu memahami materi ini adalah tekanan pada balon gas yang telah diisi udara, kemudian perlahan-lahan kamu buat beberapa lubang pada balon tersebut. Setelah itu, kamu tekan balon dan rasakan tekanan gas yang keluar dari masing-masing lubang. Jika dalam tekanan udara digunakan barometer untuk mengukurnya, maka tekanan pada gas dalam ruang tertutup dapat diukur menggunakan manometer. Ada tiga macam manometer, yaitu manometer terbuka, manometer tertutup, dan manometer bourdon.

a. Manometer terbuka

Alat ini berbentuk tabung U yang kedua ujungnya terbuka. Tabung ini diisi dengan zat cair (biasanya raksa karena mempunyai massa jenis tinggi). Salah satu ujung tabung selalu berhubungan dengan udara luar sehingga tekanannya sama dengan tekanan atmosfer. Ujung yang lain dihubungkan dengan ruangan yang akan diukur tekanannya. Saat ujung tabung dihubungkan dengan ruangan, ketinggian raksa pada kedua ujungnya akan berubah. Besar tekanan gas ruangan yang menyebabkan ketinggian raksa dapat berubah dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{\text{gas}} = (P_o + h)$$

Dengan P_{gas} = tekanan udara yang diukur (mmHg)

P_o = tekanan udara atmosfer (mmHg)

h = ketinggian tempat

b. Manometer Tertutup

Prinsip kerja manometer tertutup hampir sama dengan manometer terbuka. Hanya saja, jika pada manometer terbuka, salah satu ujungnya terhubung dengan udara luar sehingga pada manometer ini ujung tersebut ditutup. Dengan demikian, perbedaan tinggi yang terjadi akibat masuknya gas dari ruangan yang akan diukur tekanannya secara langsung menunjukkan tekanan udara ruangan tersebut. Secara matematis dapat ditulis:

$$P_{\text{gas}} = h$$

dengan: P_{gas} = tekanan udara yang diukur (mm Hg)

h = perbedaan ketinggian raksa setelah gas masuk

c. Manometer Bourdon

Manometer ini terbuat dari logam (bahannya bukan zat cair) yang digunakan untuk mengukur tekanan uap (gas) yang sangat tinggi, seperti uap dalam pembangkit listrik tenaga uap. Di masyarakat, secara umum alat ini digunakan untuk memeriksa tekanan udara dalam ban oleh para penambal ban.

3. Hukum Boyle

Robert Boyle (1627-1691) telah melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu yang konstan. Dari hasil penelitiannya, ia menyatakan bahwa: *"Hasil kali tekanan dan volume gas dalam ruangan tertutup adalah tetap/konstan"*. Secara matematis dapat ditulis:

$$P \cdot V = \text{konstan} \text{ atau } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Penerapan Hukum Boyle terdapat pada prinsip kerja pompa. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan gas atau zat cair. Berdasarkan prinsip kerja ini, pompa dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu pompa hisap dan pompa tekan.

Contoh:

Suatu ruangan tertutup mengandung gas dengan volume 200 ml. Jika tekanan ruangan tersebut adalah 60 cmHg, hitunglah tekanan gas pada ruangan yang volumenya 150 ml?

Penyelesaian:

Diketahui: $V_1 = 200 \text{ mL}$

$$P_1 = 60 \text{ cmHg}$$

$$V_2 = 150 \text{ mL}$$

Ditanya : P_2

Jawab:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{200 \times 60}{150}$$

$$P_2 = 80 \text{ cmHg}$$

Jadi, tekanan gas pada ruangan yang volumenya 150 ml adalah 80 cmHg.