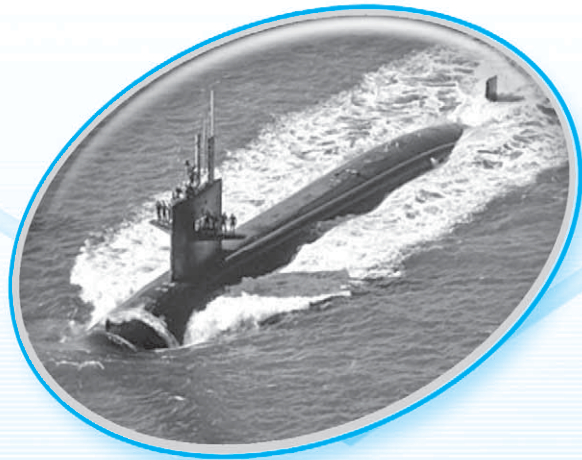


Bab VIII

Tekanan

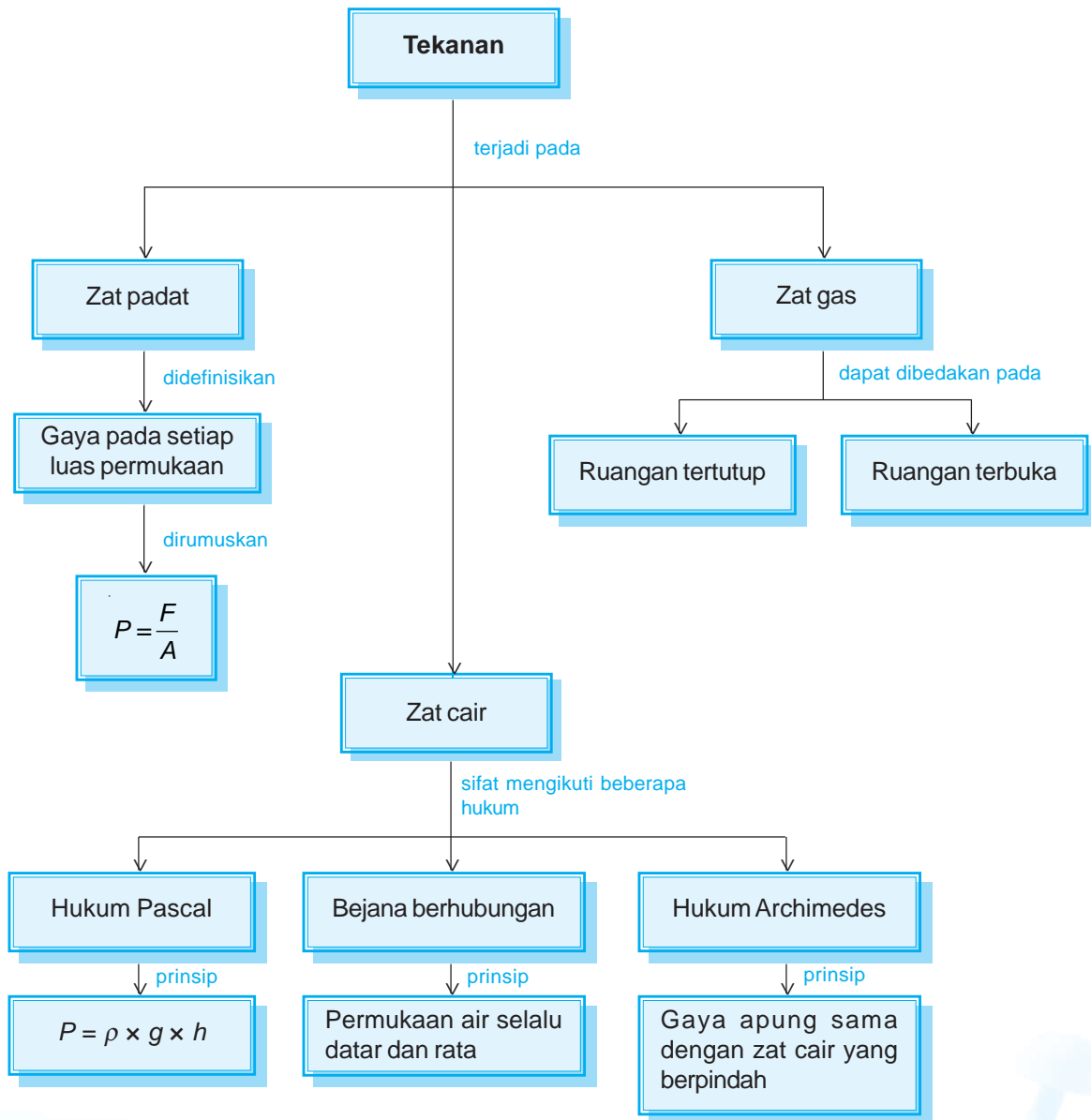


Sebuah kapal selam dapat masuk ke dalam air dan mengapung di permukaan air. Demikian juga sebuah dongkrak yang ukurannya jauh lebih kecil dari mobil, dapat dengan mudah mengangkat mobil tersebut.

Bagaimana kedua hal tersebut dapat terjadi? Prinsip apakah yang digunakan? Apa hubungannya dengan gaya?

Usaha, gaya, dan energi memiliki peranan dalam kehidupan sehari-hari yang harus kita pahami. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat menyelidiki tekanan pada benda padat, cair, dan gas beserta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep



Kata Kunci

- Archimedes
- barometer
- Pascal



A Tekanan pada Zat Padat

Kamu telah mengenal gaya sebagai tarikan atau dorongan pada sebuah benda. Apa pengaruh gaya terhadap permukaan benda? Apakah yang dimaksud dengan tekanan? Coba kamu perhatikan uraian di bawah ini!

Pernahkah kamu naik bis atau kereta api? Jika bis atau kereta api yang kamu tumpangi penuh, terpaksa kamu harus berdiri, bukan? Nah, ketika kamu berdiri, semakin lama kaki kamu akan terasa pegal dan sakit. Tahukah kamu apa yang terjadi?

Perhatikan juga kendaraan berat yang digunakan untuk memperbaiki jalan. Alat berat tersebut digunakan untuk memadatkan jalan yang sedang diperbaiki sebelum dilapisi aspal. Mengapa untuk meratakan jalan digunakan alat berat?

Contoh lain, jika kamu pernah melihat unta, kamu akan mengetahui bahwa telapak kaki unta berbentuk melebar. Apa gunanya kaki unta berbentuk demikian?

Sebagai jawaban singkatnya, semua contoh di atas ada hubungannya dengan tekanan. Untuk mengetahui apa sebenarnya tekanan, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 8.1

Tekanan pada Zat Padat

Tujuan:

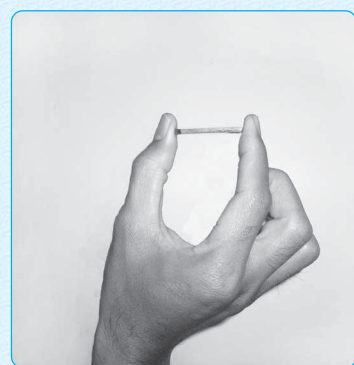
Menyelidiki tekanan pada zat padat.

Alat dan bahan:

Sebatang korek api.

Prosedur kerja:

1. Jepitlah sebatang korek api di kedua ujungnya menggunakan jari telunjuk dan ibu jari seperti gambar. Dari gambar tersebut, terlihat ujung korek api yang ada gumpalannya diletakkan di ibu jari.
2. Tekanlah batang korek api tersebut, apa yang kamu rasakan?
3. Ulangi langkah 2 dengan memberikan tekanan yang agak keras. Apa yang kamu rasakan?
4. Potonglah ujung korek api yang ada gumpalannya, kemudian ulangi langkah 2 dan 3. Apa yang kamu rasakan?



Ketika batang korek api kamu tekan di antara ibu jari dan telunjukmu, kamu akan merasakan ibu jari dan telunjuk kamu terasa sakit. Ketika kamu menambah tekanan, rasa sakit pun semakin bertambah. Akan tetapi, ujung korek api dengan gumpalan, memberikan tekanan yang relatif kecil daripada ujung satunya.



Gambar 8.1 Tali tas yang besar memiliki tekanan yang kecil sehingga tidak membuat pundak sakit.

Setelah melakukan **Kegiatan 8.1**, dapatkan kamu menyimpulkan apa yang dimaksud tekanan? Pada Kegiatan 8.1, kamu memberikan gaya yang sama pada kedua ujung korek api, tetapi efek yang diberikan gaya korek api pada jari kamu berbeda. Hal ini disebabkan luas permukaan bidang sentuh antara kedua ujung korek api dan jari kamu berbeda. Ujung korek api yang mempunyai gumpalan memberikan tekanan yang relatif kecil daripada tekanan yang diberikan ujung korek api yang tidak mempunyai gumpalan. Semakin kecil bidang sentuh tempat gaya bekerja, semakin besar tekanan yang dihasilkan gaya tersebut. Ada korelasi negatif antara tekanan dan luas bidang sentuh gaya.

Ketika kamu menambah gaya jepit pada kedua ujung korek api, kamu akan merasakan tekanan dari kedua ujung korek api pun semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya tekanan berbanding lurus dengan gaya yang bekerja. Ada korelasi positif antara tekanan dan gaya.

Jadi, tekanan yang terjadi akibat adanya gaya terhadap bidang sentuh dituliskan sebagai berikut.

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (8.1)$$

Keterangan:

P = tekanan (N/m^2)

F = gaya (N)

A = luas bidang sentuh gaya (m^2)

Contoh

1. Sebuah kotak yang beratnya 500 N dan luas alasnya 1 m^2 diletakkan di atas lantai. Hitunglah tekanan yang diberikan kotak pada lantai!

Jawab:

$F = 500 \text{ N}$

$A = \text{luas alas kotak} = 1 \text{ m}^2$

$P = \dots ?$

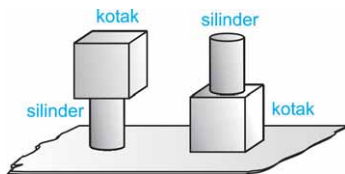
Dengan menggunakan Persamaan 8.1 diperoleh:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{500 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 500 \text{ N/m}^2$$

2. Sebuah kotak dengan berat 300 N dan luas alasnya $1,5 \text{ m}^2$ diletakkan di atas sebuah silinder yang memiliki berat 200 N, luas alasnya $0,5 \text{ m}^2$ dan terletak di atas lantai. Hitunglah:
 - a. tekanan antara kotak dan silinder,
 - b. tekanan antara silinder dan lantai,
 - c. tekanan antara silinder dan kotak jika silinder diletakkan di atas kotak,
 - d. tekanan antara kotak dan lantai jika silinder diletakkan di atas kotak!

Jawab:

Perhatikan gambar berikut!



Berat kotak = 300 N

Luas alas kotak = 1,5 m²

Berat silinder = 200 N

Luas alas silinder = 0,5 m²

- a. Tekanan antara kotak dan silinder (kotak di atas silinder)

$$P = \frac{F}{A_{\text{silinder}}} = \frac{300 \text{ N}}{0,5 \text{ m}^2} = 600 \text{ N/m}^2$$

- b. Tekanan antara silinder dan lantai (kotak di atas silinder)

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} = \frac{\text{berat kotak} + \text{berat silinder}}{\text{luas alas silinder}} \\ &= \frac{300 \text{ N} + 200 \text{ N}}{0,5 \text{ m}^2} \\ &= 1.000 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

- c. Tekanan antara silinder dan kotak (silinder di atas kotak)

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\text{berat silinder}}{\text{luas alas silinder}} = \frac{200 \text{ N}}{0,5 \text{ m}^2} = 400 \text{ N/m}^2$$

- d. Tekanan antara kotak dan lantai (silinder di atas kotak)

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} = \frac{\text{berat silinder} + \text{berat kotak}}{\text{luas alas kotak}} \\ &= \frac{200 \text{ N} + 300 \text{ N}}{1,5 \text{ m}^2} \\ &= 333,3 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Tugas 8.1

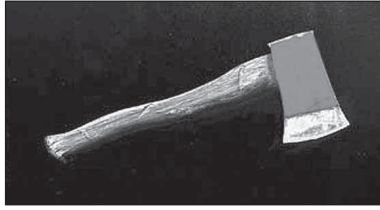
Perhatikan operasi matematika berikut!

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

$$F = P \times A \dots\dots\dots (2)$$

Jika kamu memperbesar A pada **Persamaan 2**, kamu akan memperoleh nilai F yang besar pula. Berarti, jika kamu memperbesar luas alas sebuah benda, gaya tekan benda akan besar pula. Akan tetapi, kamu harus ingat bahwa benda tersebut massanya tetap dan gaya gravitasi pun tetap sehingga gaya tekannya pun pasti tetap. Apakah kamu setuju dengan pernyataan di atas? Berikan penjelasanmu pada kasus di atas! Jika kamu kesulitan, pelajari kembali konsep tekanan!

Pada penjelasan di awal, diberikan beberapa contoh penerapan konsep tekanan dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini diberikan contoh lain penerapan konsep tekanan.



Gambar 8.2 Mata kapak yang tajam untuk memperbesar tekanan.



Gambar 8.3 Sirip ikan yang lebar memungkinkan ikan bergerak dalam air.



Gambar 8.4 Sepatu salju dengan alas yang luas.

1. Kapak

Mata kapak dibuat tajam untuk memperbesar tekanan sehingga memudahkan tukang kayu dalam memotong atau membelah kayu. Orang yang memotong kayu dengan kapak yang tajam akan lebih sedikit mengeluarkan tenaganya daripada jika ia menggunakan kapak yang tumpul dengan gaya yang sama. Jadi, kapak yang baik adalah kapak yang mempunyai luas permukaan bidang yang kecil. Dalam bahasa sehari-hari luas permukaan kapak yang kecil disebut tajam. Coba, sebutkan alat-alat lain yang mempunyai prinsip kerja seperti kapak!

2. Sirip Ikan

Sirip ikan yang lebar memungkinkan ikan bergerak dalam air karena memperoleh gaya dorong dari gerakan siripnya yang lebar. Sirip ini memberikan tekanan yang besar ke air ketika sirip tersebut digerakkan. Akibatnya, ikan memperoleh gaya dorong air sebagai reaksinya.

3. Sepatu Salju

Orang-orang yang hidup di daerah bersalju secara langsung atau tidak telah memanfaatkan konsep tekanan. Mereka membuat sepatu salju yang luas alasnya besar sehingga mampu memperkecil tekanan berat tubuhnya pada salju. Hal ini mempermudah mereka berjalan di atas salju.

1. Dengan kalimatmu sendiri, jelaskan hubungan antara tekanan, gaya, dan luas bidang sentuh!

Latihan 8.1

2. Sebuah truk bermassa 8.000 kg. Total luas permukaan ban yang menyentuh jalan adalah 1 m^2 . Hitunglah tekanan yang diberikan truk pada jalan!
3. Sebuah benda berbentuk silinder mempunyai jari-jari alas 1 m dan massa 25 kg terletak di atas lantai. Hitunglah besar tekanan benda tersebut pada lantai!
4. Sebuah silinder bermassa 10 kg dan berjari-jari 0,5 m terletak di atas sebuah papan yang kedua ujungnya terletak pada dua tumpuan. Jika papan hanya mampu menahan tekanan $95,54 \text{ N/m}^2$, apakah papan tersebut cukup kuat untuk menahan silinder tersebut?
5. Jelaskan contoh-contoh penerapan konsep tekanan dalam kehidupan sehari-hari!
6. Sebutkan cara memperbesar tekanan!

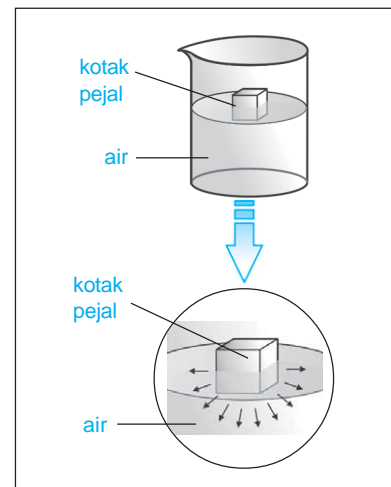


B Tekanan Zat Cair

Pada pembahasan sebelumnya, kamu telah mempelajari konsep tekanan pada benda padat. Ketika kamu menjepit sebatang korek api pada kedua ujungnya, tekanan akan disebarkan pada luas bidang sentuh jari tanganmu dan ujung korek api. Sebagai akibatnya kamu merasakan tekanan tersebut. Konsep tekanan juga berlaku pada zat cair yang akan kamu pelajari berikut ini.

1. Hukum Pascal

Perhatikan **Gambar 8.5**! Sebuah kotak pejal kecil mengapung di dalam air. Ukuran kotak tersebut sangat kecil sehingga pengaruh gaya gravitasi dapat diabaikan. Kotak tersebut akan mengalami tekanan oleh air dari segala arah yang diwakili oleh arah anak panah. Besar tekanan air dari segala arah adalah sama. Zat cair dapat memberikan tekanan walaupun zat cair tersebut diam di suatu tempat. Tekanan tersebut dinamakan tekanan



Gambar 8.5 Kotak kecil mengapung dalam air.

Kegiatan 8.2

Tekanan Hidrostatik

Tujuan:

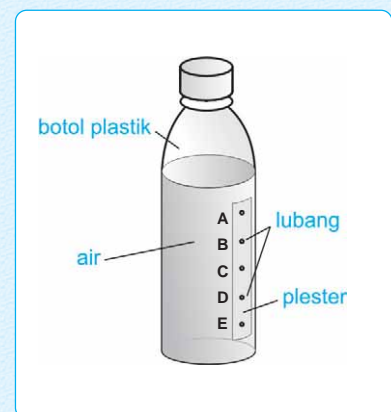
Mempelajari tekanan hidrostatik.

Alat dan bahan:

Botol bekas air mineral, paku payung, pita isolasi, dan air.

Prosedur kerja:

1. Dalam keadaan kosong, lubangi botol bekas air mineral. Perhatikan gambar.
2. Tutuplah lubang-lubang tersebut dengan pita isolasi.
3. Isilah botol tersebut dengan air sedemikian rupa sehingga tinggi permukaan air melebihi lubang.
4. Dengan tangan kananmu angkat botol tersebut.
5. Dengan tangan kirimu, lepaskan pita isolasi secara serentak. Perhatikan air akan memancar keluar dari lubang-lubang tersebut.
6. Apakah air keluar dari setiap lubang? Bagaimana kekuatan pancarannya?



Dari kegiatan di atas tampak bahwa air pada lubang E memancar paling jauh, sedangkan lubang A paling dekat. Besarnya tekanan hidrostatik dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho \times g \times h \dots\dots (8.2)$$

Keterangan:

P = tekanan hidrostatik (N/m^2)
 ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 h = kedalaman (m)

Kegiatan 8.3

Tekanan Zat Cair pada Ruang Tertutup

Tujuan:

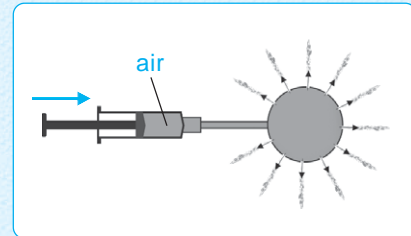
Mengamati tekanan zat cair pada ruang tertutup.

Alat dan bahan:

Pompa pascal dan air.

Prosedur kerja:

1. Masukkan air dalam pompa pascal.
2. Tekan pompa. Amati arah pancaran.
3. Apakah kesimpulan dari percobaan tersebut?



Berdasarkan percobaan di atas, Blaise Pascal mengemukakan suatu hukum yang dikenal dengan **Hukum Pascal**, yaitu:

Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar.

2. Aplikasi Hukum Pascal

Peralatan-peralatan yang menggunakan prinsip kerja Hukum Pascal antara lain dijelaskan sebagai berikut.

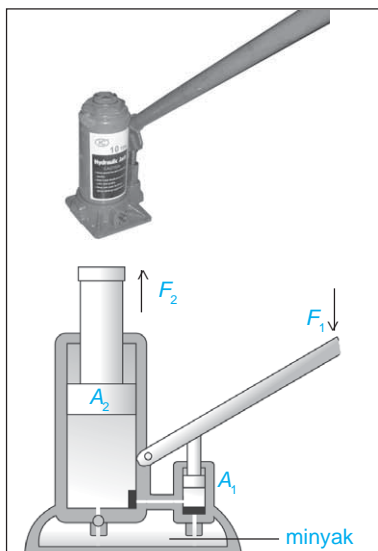
a. Dongkrak Hidrolik

Pernahkah kamu melihat orang mengganti ban mobil? Bagian badan mobil yang akan diganti bannya harus diganjal supaya badan mobil tidak miring. Untuk melakukan itu, digunakan dongkrak hidrolik. **Gambar 8.6** memperlihatkan skema dongkrak hidrolik yang terdiri atas:

- 1) dua bejana yang berhubungan terbuat dari bahan yang kuat misalnya besi
- 2) penghisap kecil dan penghisap besar
- 3) minyak pengisi bejana

Adapun cara kerja dongkrak hidrolik tersebut adalah sebagai berikut. Ketika sebuah gaya F_1 diberikan melalui tuas dongkrak untuk menekan penghisap kecil A_1 , tekanan ini akan diteruskan oleh minyak ke segala arah. Oleh karena dinding bejana terbuat dari bahan yang kuat, gaya ini tidak cukup untuk mengubah bentuk bejana. Satu-satunya jalan, tekanan ini diteruskan oleh minyak ke penghisap besar A_2 . Tekanan pada penghisap kecil A_1 dapat dituliskan:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \dots\dots\dots (8.3)$$



Gambar 8.6 Dongkrak hidrolik dan skemanya.

Tekanan ini sama dengan tekanan yang diterima pengisap besar A_2 . (Ingat Hukum Pascal)

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\Leftrightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 \dots\dots\dots (8.4)$$

Keterangan:

F_1 = gaya pada penghisap kecil (N)
 F_2 = gaya pada penghisap besar (N)
 A_1 = luas penampang pengisap kecil (m^2)
 A_2 = luas penampang pengisap besar (m^2)

Contoh

Sebuah dongkrak hidrolik dengan luas pengisap kecil $A_1 = 10 \text{ cm}^2$ dan luas pengisap besar 60 cm^2 digunakan untuk mengangkat beban 6.000 N . Berapa gaya tekan yang harus diberikan pada pengisap kecil supaya beban tersebut terangkat?

Jawab:

$A_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$
 $A_2 = 60 \text{ cm}^2 = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
 $F_2 = 6000 \text{ N}$

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

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

$$= \frac{10^{-3} \text{ m}}{6 \times 10^{-3} \text{ m}} \times 6.000 \text{ N} = 1.000 \text{ N}$$

Jadi, diperlukan gaya 1.000 N untuk mengangkat beban seberat 6.000 N .

b. Rem Hidrolik

Tak terbayangkan jika sistem rem pada mobil tidak menggunakan Hukum Pascal. Pengendara mobil akan memerlukan tenaga besar untuk menghentikan laju mobilnya. Akan tetapi, dengan menerapkan Hukum Pascal pada sistem rem mobil, pengemudi hanya perlu memberikan gaya kecil untuk mengurangi laju kendaraannya. Gaya ini berupa injakan kaki pada pedal rem. **Gambar 8.7** menunjukkan skema sistem rem pada mobil.

Gaya diberikan pengemudi pada pedal rem. Gaya ini diteruskan oleh minyak melalui pipa sehingga memberikan gaya yang lebih besar pada rem yang terdapat di ban mobil. Dengan demikian, laju mobil dapat dikurangi.

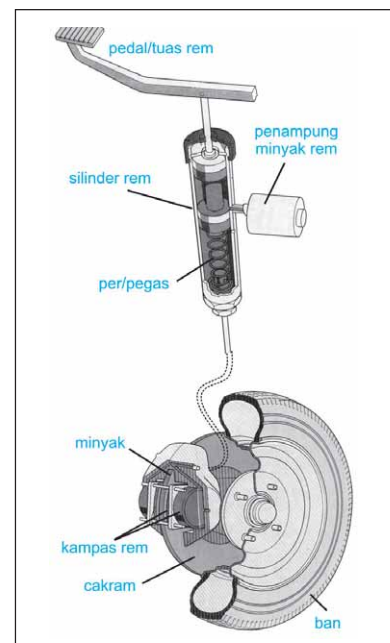
Tokoh Sains

Blaise Pascal



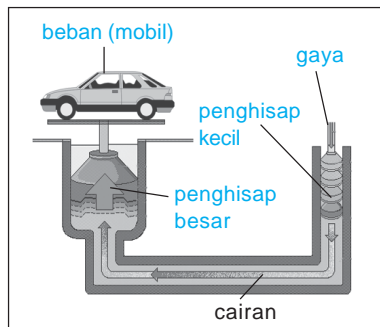
Blaise Pascal (1623 – 1662) adalah penemu Hukum Pascal yang berasal dari Prancis. Sebenarnya, minat utamanya ialah filsafat dan agama, sedangkan hobinya yang lain adalah matematika dan geometri proyektif. Bersama dengan Pierre de Fermat menemukan teori tentang probabilitas. Pada awalnya minat riset dari Pascal lebih banyak pada bidang ilmu pengetahuan dan ilmu terapan, di mana dia telah berhasil menciptakan mesin penghitung yang pertama kali.

Sumber: id.wikipedia.org



Gambar 8.7 Skema sistem rem pada mobil.

Sumber: Growing Up With Science



Gambar 8.8 Mesin hidrolik pengangkat mobil.



Gambar 8.9 Mesin pengepres kapas.

c. Mesin Hidrolik Pengangkat Mobil

Gambar 8.8 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 penghisap kecil. Akibat gaya ini, penghisap besar bergerak ke atas dan mendorong kapas. Akibatnya, kapas akan termampatkan.

Tugas 8.2

Buatlah skema mesin hidrolik pengangkat mobil dan jelaskan cara kerjanya! Untuk membantu penulisanmu, berikut adalah pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan mesin tersebut.

1. Dari mana gaya yang diperoleh untuk menekan penghisap kecil?
2. Zat cair apa yang digunakan?
3. Bagaimana supaya mobil tersebut tetap terangkat?
4. Bagaimana menurunkan kembali mobil tersebut?

4. Bejana Berhubungan

Kamu telah mengetahui bahwa salah satu sifat zat cair jika dalam keadaan diam, mempunyai permukaan yang datar. Perhatikan peristiwa yang sering terjadi di sekelilingmu, misalnya air minum dalam gelas, mempunyai permukaan datar. Meskipun kamu memiringkan gelas tersebut, permukaan air tetap datar. Bagaimana jika air dimasukkan ke dalam bejana berhubungan? Untuk mengetahui jawabannya, mari kita lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 8.4

Bejana Berhubungan yang Diisi Zat Cair Sejenis

Tujuan:

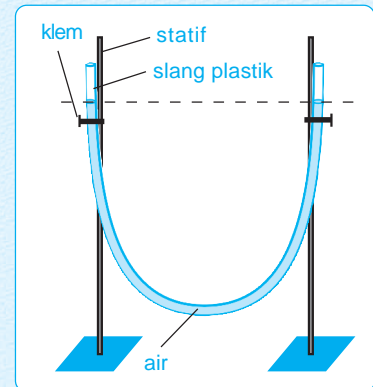
Mengamati bejana berhubungan yang diisi zat cair sejenis.

Alat dan bahan:

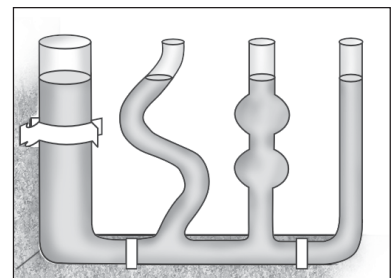
Sebuah slang sepanjang 1 m, corong, benang, dua statif, dan dua klem.

Prosedur kerja:

1. Pasanglah salah satu ujung slang pada statif dengan klem dan ujung yang lain pada statif lain hingga membentuk huruf U. Perhatikan gambar di samping.
2. Pada salah satu ujung slang, masukkan air menggunakan corong.
3. Dengan bantuan salah satu temanmu, bentangkan benang dari permukaan air pada salah satu ujung slang ke permukaan air pada ujung yang lain.
4. Bagaimana kesimpulanmu?



Ketika temanmu membentangkan benang, kamu akan mengetahui bahwa permukaan air di kedua ujung slang adalah datar dan sama tinggi. Jika zat cair yang sejenis (misalnya air) dimasukkan dalam bejana berhubungan yang memiliki empat tabung kaca yang berbeda bentuknya tampak bahwa permukaan air dalam keempat tabung tetap mendatar dan sama tinggi. Perhatikan **Gambar 8.10**!



Gambar 8.10 Permukaan zat cair dalam bejana berhubungan.

Sekarang, bagaimana kalau dua jenis cairan dimasukkan ke dalam bejana berhubungan? Untuk mengetahui jawabannya, mari kita lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 8.5

Bejana Berhubungan dengan Zat Cair Tidak Sejenis

Tujuan:

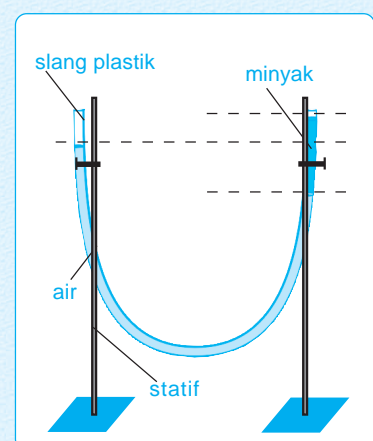
Mengamati bejana berhubungan yang diisi zat cair tidak sejenis.

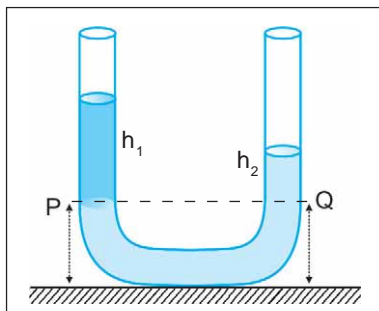
Alat dan bahan:

Siapkan sebuah slang 1 m, air, minyak goreng, corong, benang, dua statif, dan dua klem.

Prosedur kerja:

1. Pasanglah salah satu ujung slang pada statif dengan klem dan ujung yang lain dipasang pada statif lain hingga membentuk huruf U.
2. Pada salah satu ujung slang, masukkan air menggunakan corong. Setelah air tenang, masukkan minyak goreng pada salah satu ujung slang.
3. Dengan bantuan salah satu temanmu, bentangkan benang dari permukaan air lurus pada slang berisi minyak.
4. Bagaimana kesimpulanmu?





Gambar 8.11 Pipa U yang diisi dengan air dan minyak.

Jika dalam bejana berhubungan terdapat dua jenis cairan yang berbeda, tinggi permukaan kedua zat tersebut dalam bejana berhubungan tidak akan sama. Hal ini disebabkan oleh massa jenis kedua zat cair tersebut yaitu air dan minyak goreng tidak sama. Kamu pasti telah mengetahui bahwa massa jenis minyak goreng lebih kecil daripada massa jenis air.

Jika peristiwa pada **Kegiatan 8.5** digambarkan, akan tampak seperti pada **Gambar 8.11**.

Pada gambar terlihat bahwa tinggi permukaan air dan minyak goreng tidak sama. Titik P adalah titik khayal yang terletak di perbatasan antara minyak goreng 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.

$$\begin{aligned}\rho_1 &= \rho_2 \\ \rho_1 \times g \times h_1 &= \rho_2 \times g \times h_2\end{aligned}$$

Karena harga g sama, maka:

$$\rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2 \quad \dots\dots\dots (8.5)$$

Keterangan:

- 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

Persamaan di atas merupakan formulasi untuk menyelesaikan masalah dalam bejana berhubungan yang berisi dua jenis zat cair.

Contoh

Pada sebuah pipa U, terdapat air (massa jenis = 1.000 kg/m^3). 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:

$$\begin{aligned}h_2 &= h_1 - \Delta h \\ &= 10 \text{ cm} - 1 \text{ cm} \\ &= 9 \text{ cm} = 9 \times 10^{-2} \text{ m} \\ \rho_2 &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_1 &= \dots ? \\ \rho_1 \cdot h_1 &= \rho_2 \cdot h_2 \\ \rho_1 \times 0,1 \text{ m} &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9 \times 10^{-2} \text{ m} \\ \rho_1 &= \frac{1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9 \times 10^{-2} \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \\ \rho_1 &= 900 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Jadi, massa jenis zat cair tersebut adalah 900 kg/m^3 .

Tokoh Sains

Archimedes



Archimedes dari Syracusa (sekitar 287 SM - 212 SM) belajar di kota Alexandria, Mesir. Pada waktu itu yang menjadi raja di Sirakusa adalah Hieron II. Archimedes sendiri adalah seorang matematikawan, astronom, filsuf, fisikawan, dan insinyur berbangsa Yunani. Ia dibunuh oleh seorang prajurit Romawi pada penjarahan kota Syracusa, meskipun ada perintah dari jenderal Romawi, Marcellus bahwa ia tak boleh dilukai. Archimedes dipandang sebagai salah satu matematikawan terbesar sejarah.

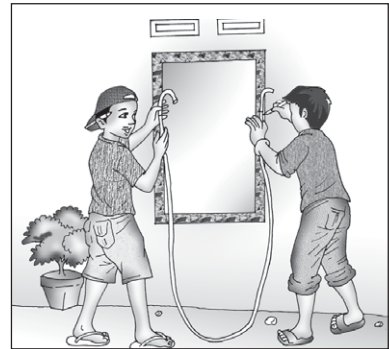
Hukum Archimedes ditemukan secara tak sengaja ketika ia dimintai Raja Hieron II untuk menyelidiki apakah mahkota emasnya dicampuri perak atau tidak. Archimedes memikirkan masalah ini dengan sungguh-sungguh, hingga merasa sangat letih dan menceburkan dirinya dalam bak mandi umum penuh dengan air. Ia memperhatikan ada air yang tumpah ke lantai dan seketika itu pula ia menemukan jawabannya. Ia dapat membuktikan bahwa mahkota raja dicampuri dengan perak.

Sumber: id.wikipedia.org

Berikut, mari kita pelajari aplikasi bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari!

a. Tukang Bangunan

Tukang bangunan menggunakan konsep bejana berhubungan untuk membuat titik yang sama tingginya. Kedua titik yang sama ketinggiannya ini digunakan untuk membuat garis lurus yang datar. Biasanya, garis ini digunakan sebagai patokan untuk memasang ubin supaya permukaan ubin menjadi rata dan memasang jendela-jendela supaya antara jendela satu dan jendela lainnya sejajar. Tukang bangunan menggunakan slang kecil yang diisi air dan kedua ujungnya diarahkan ke atas. Akan dihasilkan dua permukaan air, yaitu permukaan air kedua ujung slang. Kemudian, seutas benang dibentangkan menghubungkan dua permukaan air pada kedua ujung slang. Dengan cara ini, tukang bangunan akan memperoleh permukaan datar.



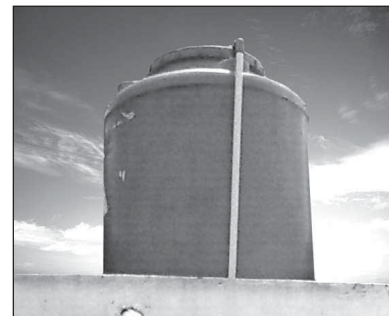
Gambar 8.12 Tukang bangunan memanfaatkan hukum bejana berhubungan.

b. Teko Air

Perhatikan teko air di rumahmu. Teko tersebut merupakan sebuah bejana berhubungan. Teko air yang baik harus mempunyai mulut yang lebih tinggi daripada tabung tempat menyimpan air. Mengapa demikian?

c. Tempat Penampungan Air

Biasanya, setiap rumah mempunyai tempat penampungan air. Tempat penampungan air ini ditempatkan di tempat tinggi misalnya atap rumah. Jika diamati, wadah air yang cukup besar dihubungkan dengan kran tempat keluarnya air menggunakan pipa-pipa. Jika bentuk bejana berhubungan pada penjelasan sebelumnya membentuk huruf U, bejana pada penampungan air ini tidak berbentuk demikian. Hal ini sengaja dirancang demikian karena sistem ini bertujuan untuk mengalirkan air ke tempat yang lebih rendah dengan kekuatan pancaran yang cukup besar.



Gambar 8.13 Tempat penampungan air mengikuti kaidah hukum bejana berhubungan.

3. Hukum Archimedes

Setelah mempelajari Hukum Pascal dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sekarang kamu akan mempelajari Hukum Archimedes serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pernahkah kamu memerhatikan kapal laut? Kapal laut massanya berton-ton, tetapi kapal dapat mengapung di air laut. Jika kamu memasukkan uang logam ke dalam bak mandi berisi air, uang logam tersebut akan tenggelam. Massa kapal laut jauh lebih besar daripada massa uang logam. Akan tetapi, mengapa kapal laut dapat mengapung di permukaan air laut, sedangkan uang logam tenggelam? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kamu harus memahami konsep gaya apung di dalam zat cair. Untuk itu, mari kita lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 8.6

Gaya Apung dalam Zat Cair

Tujuan:

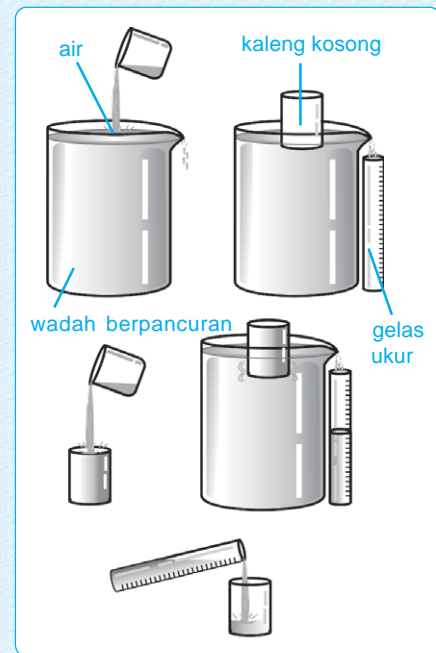
Mengamati gaya apung dalam zat cair.

Alat dan bahan:

Sebuah kaleng bekas minuman, sebuah wadah berpancuran, sebuah gelas ukur, dan air.

Prosedur percobaan:

1. Isilah wadah berpancuran dengan air hingga penuh (ditandai dengan adanya air yang keluar dari pancuran).
2. Letakkan gelas ukur di bawah pancuran sehingga jika ada air yang keluar akan tertampung di gelas ukur ini.
3. Masukkan kaleng kosong ke dalam air (diletakkan di permukaan air dan jangan ditekan).
4. Apakah kaleng mengapung, melayang, atau tenggelam? Catat pengamatanmu.
5. Apakah ada air yang keluar dari pancuran?
6. Angkat kaleng dari air. Jika air dalam wadah berkurang, isi kembali wadah sehingga air dalam wadah tetap penuh.
7. Isilah kaleng dengan air sampai penuh (jangan menggunakan air dari wadah berpancuran).
8. Masukkan kaleng tersebut ke dalam wadah berpancuran. Apakah kaleng mengapung, melayang, atau tenggelam?
9. Jika ada sebagian air keluar dari pancuran, pastikan air ini tertampung semuanya di dalam gelas ukur. Jika air telah tertampung semuanya, jauhkan gelas ukur tersebut dari pancuran.
10. Ambil kaleng dari wadah berpancuran, kemudian buang air di dalamnya hingga kosong.
11. Masukkan air dari gelas ukur ke dalam kaleng yang telah dikosongkan. Apakah kaleng terisi penuh?



Ketika kaleng kosong dimasukkan ke dalam wadah berisi air, kaleng tersebut akan mengapung di air tersebut. Meskipun massa jenis kaleng bekas minuman ini lebih besar daripada air, kaleng tersebut mengapung di air. Hal ini dikarenakan pada kaleng tersebut bekerja gaya apung yang menahan kaleng tetap mengapung. Besar gaya apung ini sebanding dengan volume zat cair yang dipindahkan. Pada percobaan ini volume air yang dipindahkan adalah volume air yang tertampung pada gelas ukur.

Sekarang, bagaimana jika kaleng berisi air dimasukkan ke dalam air dalam wadah? Kaleng akan tenggelam karena gaya apung tidak cukup kuat untuk menahan kaleng tetap terapung. Jika air yang tertampung dalam gelas ukur dari pencelupan

kaleng berisi air dimasukkan ke dalam kaleng yang telah dikosongkan, air dari gelas ukur tersebut akan mengisi penuh kaleng tersebut. Berapakah besarnya gaya apung pada kaleng tenggelam ini? Besarnya gaya apung pada kaleng ini sama dengan berat air yang dipindahkan.

Hukum Archimedes

Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.

Contoh

1. 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?

Jawab:

Berat bola di udara = 50 N

Berat bola di dalam air = 45 N

Berarti, air memberikan gaya apung sebesar:

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

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

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

$$5 = V \cdot 10^3 \cdot 10$$

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

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

2. Di dasar sebuah danau terdapat batu yang beratnya 700 N (diukur di udara). Jika batu tersebut dapat diangkat oleh seorang pria dengan gaya 500 N, hitunglah berat batu tersebut di dalam air!

Jawab:

$$W_{\text{di udara}} = 700 \text{ N}$$

$$F_a = 500 \text{ N}$$

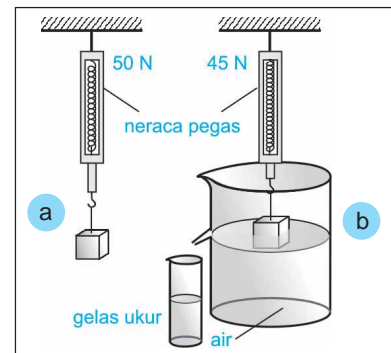
$$W_{\text{di air}} = W_{\text{di udara}} - F_a = 700 \text{ N} - 500 \text{ N} = 200 \text{ N}$$

a. Mengapung, Melayang, dan Tenggelam

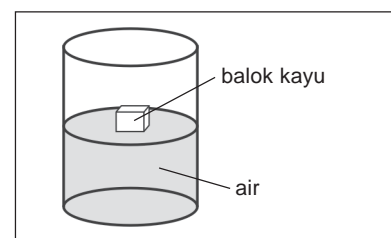
Pada **Kegiatan 8.6** kamu telah mempelajari konsep gaya apung. Sebenarnya, pada percobaan tersebut telah sedikit disinggung tentang peristiwa mengapung dan tenggelam.

1) Mengapung

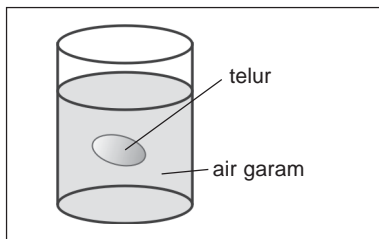
Jika sebuah batang kayu dijatuhkan ke dalam air, apa yang terjadi? Mula-mula kayu tersebut akan masuk seluruhnya ke dalam air, selanjutnya kayu tersebut akan muncul ke permukaan air dan hanya sebagian kayu yang masuk ke dalam air. Dalam keadaan demikian, gaya ke atas pada kayu lebih besar dengan berat kayu ($F_a > W$).



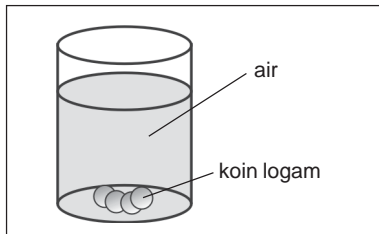
Gambar 8.14 a. Berat benda pejal ketika ditimbang di udara.
b. Berat bola pejal ketika ditimbang di air.



Gambar 8.15 Kayu mengapung karena gaya ke atas kayu lebih besar dari berat kayu.



Gambar 8.16 Telur melayang di dalam air yang diberi garam.



Gambar 8.17 Koin logam tenggelam dalam air karena gaya apung lebih kecil dari berat benda.

2) Melayang

Masukkan sebutir telur ke dalam wadah berisi air, apa yang terjadi? Telur tersebut akan tenggelam. Kemudian, larutkan garam dapur ke dalam air. Setelah air tenang, perlahan-lahan telur tersebut naik dan akhirnya melayang. Mengapa terjadi demikian? Ketika telur tenggelam, gaya apung tidak cukup kuat menahan telur untuk mengapung atau melayang. Setelah ditambahkan garam dapur, massa jenis air menjadi sama dengan massa jenis telur. Oleh karena itu, telur melayang. Gaya apung telur sama dengan beratnya ($F_a = w$).

3) Tenggelam

Kamu pasti dapat menyebutkan contoh benda-benda yang tenggelam dalam air. Misalnya, uang logam akan tenggelam jika dimasukkan ke dalam air. Pada logam, sebenarnya terdapat sebuah gaya apung, tetapi gaya ini tidak cukup kuat untuk menahan uang logam melayang atau mengapung. Jadi dalam keadaan tenggelam, gaya apung yang bekerja pada suatu benda lebih kecil daripada berat benda ($F_a < w$).

b. Pengaruh Massa Jenis terhadap Gaya Apung

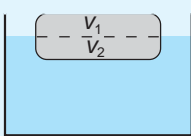
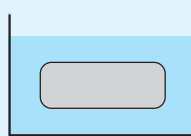
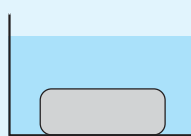
Ketika kamu mempelajari bahasan mengenai terapung, melayang dan tenggelam, hanya ditekankan adanya gaya apung yang bekerja pada benda. Sebenarnya ada faktor lain yang memengaruhi keadaan-keadaan tersebut yaitu massa jenis benda.

Pada keadaan terapung, selain karena pengaruh gaya apung F_a yang sama dengan berat benda, pengaruh massa jenis pun memungkinkan suatu benda terapung. Massa jenis benda yang lebih kecil daripada massa jenis cairan, memungkinkan benda tersebut mengapung di permukaan cairan.

Pada keadaan melayang, gaya apung F_a sama dengan w benda. Ini sama dengan gaya apung yang terjadi pada keadaan terapung. Tetapi, pada keadaan melayang, massa jenis suatu benda adalah sama dengan massa jenis zat cair.

Pada keadaan tenggelam, gaya apung F_a lebih kecil daripada w . Jika diamati dari massa jenis benda, massa jenis benda yang tenggelam lebih besar daripada massa jenis zat cair. Agar lebih jelas, perhatikan **Tabel 8.1**!

Tabel 8.1 Syarat keadaan terapung, melayang, dan tenggelam

Mengapung	Melayang	Tenggelam
 $\rho_b < \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_b \cdot g$ $F_A = V_2 \cdot \rho_c \cdot g$	 $\rho_b = \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_b \cdot g$ $F_A = V \cdot \rho_c \cdot g$	 $\rho_b > \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_b \cdot g$ $F_A = V \cdot \rho_c \cdot g$

c. **Konsep Benda Terapung, Melayang, dan Tenggelam dalam Teknologi**

Setelah mempelajari konsep benda terapung, melayang, dan tenggelam, kamu sekarang dapat menjelaskan kasus-kasus dalam keseharian. Misalnya, mengapa kapal laut dapat terapung di permukaan air, sedangkan uang logam tenggelam. Dalam hal apa saja prinsip Archimedes diterapkan dalam kehidupan sehari-hari?

1) *Kapal Laut*

Di awal pembahasan Hukum Archimedes telah sedikit disinggung mengapa kapal laut dapat mengapung di air. Badan kapal laut mempunyai rongga udara. Karena rongga udara ini, volume air laut yang dipindahkan oleh kapal tersebut cukup besar sehingga sesuai prinsip Archimedes, kapal laut mendapatkan gaya apung yang cukup besar untuk menahan bobot kapal sehingga kapal dapat mengapung di permukaan air. Kapal sangat penting untuk transportasi. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang besar. Oleh karena itu, kapal laut memegang peranan penting akan kelancaran transportasi di negara kita.

2) *Kapal Selam*

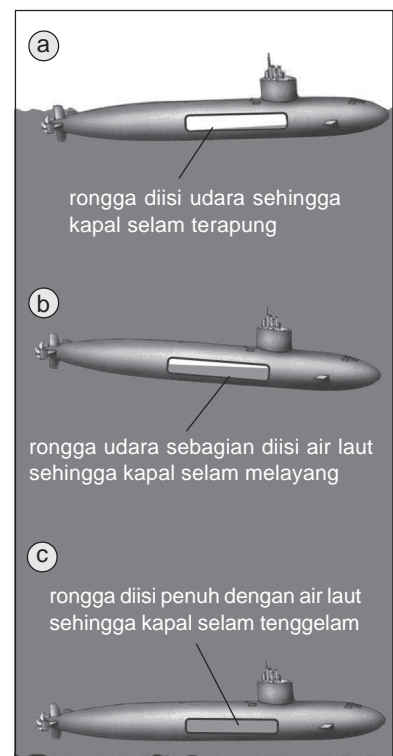
Jika kapal laut hanya dapat mengapung di permukaan air, maka kapal selam, selain dapat mengapung, dapat juga melayang dan tenggelam di dalam air laut. Karena kemampuannya tersebut, kapal selam sangat cocok digunakan dalam bidang militer dan penelitian. Bentuk badan kapal selam dirancang agar dapat mengapung, melayang, dan tenggelam dalam air. Selain itu, dirancang untuk dapat menahan tekanan air di kedalaman laut.

Bagaimana cara kerja kapal selam? Perhatikan **Gambar 8.19** ketika kapal selam sedang mengapung, melayang, dan tenggelam!

Badan kapal selam mempunyai rongga udara yang berfungsi sebagai tempat masuk dan keluarnya air atau udara. Rongga ini terletak di lambung kapal. Rongga tersebut dilengkapi dengan katup pada bagian atas dan bawahnya. Ketika mengapung, rongga terisi dengan udara sehingga volume air yang dipindahkan sama dengan berat kapal. Sesuai dengan prinsip Archimedes, kapal selam akan mengapung. Ketika rongga katup atas dan katup bawah pada rongga kapal selam dibuka, maka udara dalam rongga keluar atau air masuk mengisi rongga tersebut. Akibatnya, kapal mulai tenggelam. Katup akan ditutup jika kapal selam telah mencapai kedalaman yang diinginkan. Dalam keadaan ini, kapal selam dalam keadaan melayang. Jika katup udara pada rongga dibuka kembali maka volume air dalam rongga akan bertambah sehingga kapal selam akan tenggelam.



Gambar 8.18 Kapal laut dapat mengapung di air.

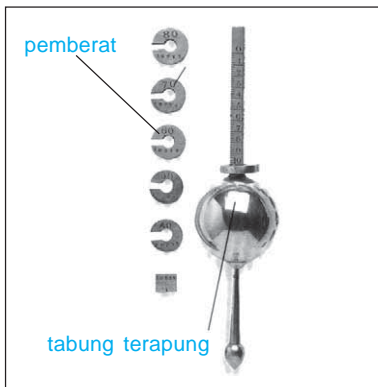


Gambar 8.19 Proses mengapung, melayang, dan tenggelam kapal selam.

Jika kapal selam akan muncul ke permukaan dari keadaan tenggelam, air dalam rongga dipompa keluar sehingga rongga hanya terisi udara. Dengan demikian, kapal selam akan mengalami gaya apung yang dapat menyamai berat kapal selam. Akibatnya, kapal selam akan naik ke permukaan dan mengapung.



Gambar 8.20 Jembatan ponton.



Gambar 8.21 Hidrometer.

Sumber: Jendela Iptek

3) Jembatan Ponton

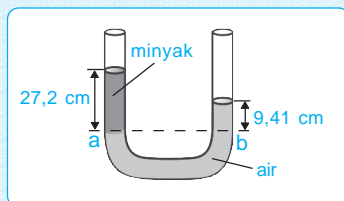
Peristiwa mengapung suatu benda karena memiliki rongga udara dimanfaatkan untuk membuat jembatan yang terbuat dari drum-drum berongga yang dijajarkan melintang aliran sungai. Volume air yang dipindahkan menghasilkan gaya apung yang mampu menahan berat drum itu sendiri dan benda-benda yang melintas di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

4) Hidrometer

Hidrometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis suatu zat cair. Cara penggunaan alat ini adalah sebagai berikut. Hidrometer dimasukkan ke dalam zat cair yang akan ditentukan massa jenisnya. Karena alat ini mempunyai rongga udara maka alat ini akan mengapung. Telah disinggung sebelumnya, peristiwa tenggelam dipengaruhi oleh massa jenis zat cair. Jika massa jenis zat cair tempat hidrometer diletakkan besar, ketinggian tabung hidrometer yang muncul semakin besar dan sebaliknya. Hidrometer sering digunakan untuk keperluan penelitian di bidang kimia.

Latihan 8.2

1. Perhatikan gambar berikut!



Air dan minyak dituangkan ke dalam pipa U yang terbuka pada kedua ujungnya. Hitunglah massa jenis minyak!

2. Berikan 5 contoh penerapan Hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebuah batu terletak di dasar sebuah danau. Jika massa batu tersebut adalah 70 kg dan volumenya $3,0 \times 10^4 \text{ cm}^3$, hitunglah besar gaya yang diperlukan untuk mengangkat batu tersebut!
4. Sebuah benda beratnya 8,20 N. Jika ditimbang di dalam air, beratnya menjadi 6,18 N. Hitunglah gaya ke atas yang diterima benda!



C Tekanan Udara

Pada penjelasan sebelumnya telah sedikit disinggung mengenai tekanan udara. Tekanan udara sering juga disebut tekanan atmosfer. Ada kemiripan antara tekanan udara dan tekanan air yang telah kamu pelajari. 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. Coba kamu jelaskan mengapa tekanan udara di pantai lebih besar daripada tekanan udara di gunung!

Kegiatan 8.7

Tekanan Udara

Tujuan:

Membuktikan adanya tekanan udara.

Alat dan bahan:

Sebuah botol bekas air mineral dan air panas (tidak sampai melelehkan botol) secukupnya.

Prosedur percobaan:

1. Masukkan air panas ke dalam botol hingga setengah penuh.
2. Tutup botol tersebut, kemudian kocoklah air dalam botol tersebut dengan cara menggoyang-goyangkan botol.
3. Buang air di dalam botol. Setelah kosong, tutup kembali botol tersebut.
4. Botol didiamkan, tunggu beberapa saat, dan lihat apa yang terjadi.
5. Apakah kesimpulan dari kegiatan ini?

Setelah didiamkan beberapa saat, botol bekas air mineral akan sedikit penyok. Mengapa demikian? Ketika kamu memasukkan air hangat ke dalam botol, suhu air di dalam botol akan meningkat karena di dalamnya ada uap air dan partikel-partikel udara di dalam botol akan menguap ke luar. Akibatnya partikel udara di dalam botol akan menjadi lebih sedikit dibandingkan semula. Ketika botol ditutup, tidak ada lagi partikel udara yang keluar. Jika didiamkan beberapa saat suhu udara di dalam botol akan turun dan uap air akan mengembun yang mengakibatkan partikel udara di dalam botol tersebut berkurang. Berkurangnya partikel udara ini mengakibatkan tekanan di dalam botol turun. Oleh karena tekanan udara di dalam botol lebih kecil daripada tekanan udara di luar botol maka udara akan termampatkan oleh tekanan udara luar. Telah terbukti bahwa tekanan udara disebabkan karena adanya partikel-partikel udara.

Info Sains

Alat Ukur Tekanan Udara

Ada empat macam alat untuk mengukur tekanan udara yaitu:

1. barometer raksa
2. barometer fortin
3. barometer air
4. barometer aneroid

1. Pengaruh Ketinggian terhadap Tekanan Udara

Pada penjelasan sebelumnya telah disinggung bahwa tekanan udara mirip dengan tekanan zat cair. Tekanan zat cair akan bertambah jika kedalamannya bertambah dan sebaliknya. Di udara pun demikian. Semakin dekat ke permukaan bumi tekanan udara semakin tinggi dan semakin jauh dari permukaan bumi tekanan udara semakin kecil. Tekanan udara di permukaan laut = 76 cmHg atau 1 atm. Setiap ketinggian bertambah 100 m tekanan udara berkurang 1 cmHg.

Hal ini dapat kamu rasakan jika kamu pergi ke tempat tinggi. Misalkan seorang pendaki akan semakin sulit mendaki gunung yang sangat tinggi. Selain udara yang dingin, di ketinggian tekanannya pun sangat rendah. Pada tempat yang tekanannya rendah partikel udaranya pun rendah sehingga pendaki gunung tidak dapat bernapas tanpa bantuan tabung oksigen.

Contoh

Di suatu tempat, tekanan udaranya diukur menggunakan barometer raksa (alat pengukur tekanan). Jika angka yang ditunjukkan alat tersebut 72 cm, hitunglah ketinggian tempat tersebut!

Jawab:

Tekanan di laut adalah 76 cmHg. Barometer menunjukkan angka 72 cm berarti selisih tekanan tersebut dengan permukaan laut adalah:

$$\begin{aligned}\Delta P &= \text{tekanan di laut} - \text{tekanan terbaca di alat} \\ &= 76 - 72 = 4 \text{ cmHg}\end{aligned}$$

Jika satuannya diubah ke mmHg, maka $\Delta P = 40 \text{ mmHg}$

Jika ketinggian bertambah 10 m, tekanan udara akan berkurang 1 mmHg. Dengan demikian, ketinggian tempat tersebut dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Ketinggian} = \frac{\Delta P}{1 \text{ mmHg}} \times 10 \text{ m} = \frac{40 \text{ mmHg}}{1 \text{ mmHg}} \times 10 \text{ m} = 400 \text{ m}$$

Jadi, ketinggian tempat tersebut dari permukaan laut adalah 400 m.

2. Tekanan Gas dalam Ruang Tertutup

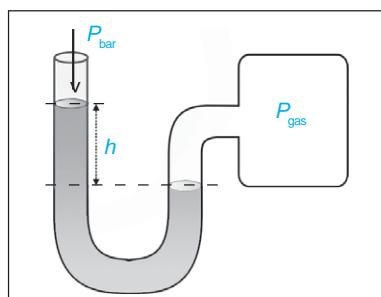
Alat untuk mengukur tekanan udara dalam ruang tertutup dinamakan **manometer**. Manometer ada dua macam, yaitu manometer raksa dan manometer logam.

a. Manometer Raksa

Manometer raksa dibedakan menjadi:

1) Manometer Raksa Terbuka

Manometer raksa terbuka adalah sebuah tabung U yang kedua ujungnya terbuka. Salah satu kaki dibiarkan terbuka berhubungan dengan udara luar sedangkan kaki lainnya dihubungkan ke ruang yang akan diukur tekanan



Gambar 8.22 Skema manometer air raksa terbuka.

gasnya. Perhatikan **Gambar 8.22**. Besar tekanan gas dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{\text{gas}} = P_{\text{bar}} + h \quad \dots\dots\dots (8.6)$$

2) *Manometer Raksa Tertutup*

Manometer raksa tertutup adalah sebuah tabung U yang salah satu ujungnya tertutup.

b. **Manometer Logam**

Digunakan untuk mengukur tekanan udara yang sangat tinggi.

3. **Konsep Tekanan Udara dalam Kehidupan Sehari-hari**

Seperti pada tekanan zat padat dan zat cair, berikut diberikan beberapa contoh kejadian yang berkaitan dengan tekanan udara.

a. **Angin**

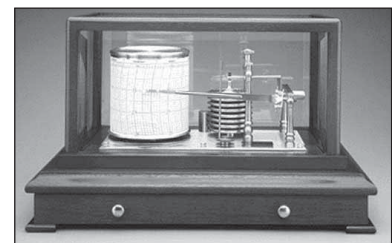
Angin adalah udara yang bergerak dari suatu tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang tekanannya lebih rendah. Jika suatu daerah mempunyai tekanan udara yang sangat rendah, udara di sekelilingnya akan mengitari daerah tersebut sehingga membentuk pusaran angin. Kekuatan angin ini bisa sangat besar dan menerbangkan benda-benda yang dilaluinya. Bentuk angin seperti ini disebut angin siklon. Angin ini bersifat merusak jika tempat terjadinya pusaran dekat dengan tempat tinggal penduduk.



Gambar 8.23 Angin siklon.

b. **Prakiraan Cuaca**

Bagaimana para ahli meteorologi dapat memperkirakan cuaca? Para ahli meteorologi mencatat perubahan tekanan udara di suatu tempat, kemudian data hasil pengamatan tersebut dianalisis dan diinterpretasi. Misalkan, jika pada suatu tempat tekanan udara rendah, udara dari tempat yang bertekanan lebih tinggi akan bergerak ke daerah tersebut. Angin tersebut membawa uap air. Karena tekanan udaranya rendah, uap air tersebut akan jatuh ke Bumi dalam bentuk hujan. Begitu pun sebaliknya, di suatu daerah cuacanya akan cerah jika tekanan di daerah tersebut tinggi yang berarti udara dari tempat tersebut akan bergerak ke daerah lain yang tekanan udaranya lebih rendah. Alat untuk mencatat perubahan tekanan udara secara terus menerus disebut **barograf**.



Gambar 8.24 Barograf.

Latihan 8.3

1. Jelaskan pengaruh ketinggian terhadap tekanan udara!
2. Bagaimana para ahli meteorologi dapat memperkirakan suatu tempat akan terjadi hujan?
3. Adakah perbedaan suhu air saat mendidih, ketika kamu mendidihkannya di pantai dengan di puncak gunung? Jelaskan jawabanmu!

4. Jika tekanan udara di suatu kota diukur menggunakan barometer dan barometer tersebut menunjukkan angka 65 cmHg, hitunglah ketinggian kota tersebut dari permukaan laut!
5. Sebutkan dan jelaskan kejadian sehari-hari yang ada hubungannya dengan tekanan!

Rangkuman

- Tekanan adalah gaya yang bekerja pada permukaan benda tiap satuan luasnya, dirumuskan $P = \frac{F}{A}$.
- Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar.
- Hukum Archimides menyatakan bahwa benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.
- Benda yang dimasukkan ke dalam zat cair mempunyai tiga kemungkinan, yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam.
 - a. Benda mengapung jika $w < F_a$
 - b. Benda melayang jika $w = F_a$
 - c. Benda tenggelam jika $w > F_a$
- Tekanan udara disebut juga tekanan atmosfer dipengaruhi oleh partikel-partikel udara di suatu daerah. Tekanan udara yang terbesar mengakibatkan terjadinya angin.

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Tekanan** dalam bab ini. Sebelum melanjutkan bab berikutnya, lakukan evaluasi dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah. Jika semua kamu jawab dengan 'ya', kamu dapat melanjutkan pelajaran di bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada yang sukar atau tidak dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

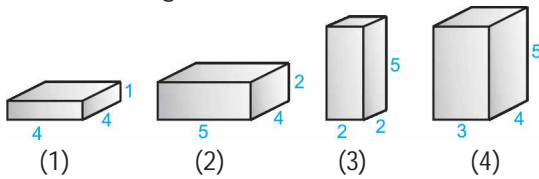
1. Apakah kamu dapat menjelaskan konsep tekanan pada benda padat serta contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari?
2. Dapatkah kamu menjelaskan hukum-hukum yang menerangkan tekanan pada zat cair serta memberi contoh penerapannya?
3. Dapatkah kamu menjelaskan pengaruh massa jenis terhadap gaya apung suatu benda?
4. Apakah kamu dapat menjelaskan tekanan gas/udara pada ruang terbuka serta contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari?

Latih Kemampuan 8

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

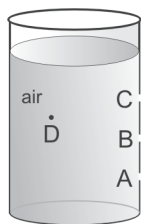
1. Batang korek api yang dijepit, tekanan pada ujung satu terasa lebih besar daripada ujung yang ada gumpalannya. Hal ini dikarenakan
 - a. bidang sentuh lebih kecil
 - b. gaya yang bekerja lebih besar
 - c. massa lebih kecil
 - d. semua salah

2. Satuan tekanan adalah
 a. N/m^2 c. kg/m^2
 b. N.m d. kg.m
3. Perhatikan gambar berikut!



Keempat balok di atas diletakkan di atas meja dan diberi gaya yang sama. Tekanan yang paling besar diberikan oleh balok nomor

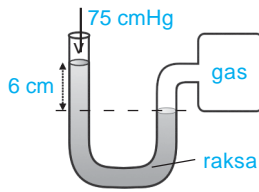
- a. 1 c. 3
 b. 2 d. 4
4. Sebuah balok berukuran $10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ terletak di lantai. Tekanan yang dihasilkan besar, bila bagian yang menyentuh lantai adalah
 a. $10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ c. $5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$
 b. $10 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ d. paling luas
5. Berikut pernyataan yang benar mengenai tekanan pada zat padat adalah
 a. sebanding dengan gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan luas bidang sentuh
 b. sebanding dengan luas bidang sentuh
 c. berbanding terbalik dengan gaya yang bekerja dan sebanding dengan luas bidang sentuh
 d. sebanding dengan massa benda
6. Perhatikan gambar berikut!



Tekanan yang paling besar terjadi pada titik

- a. A
 b. B
 c. C
 d. D
7. Sebuah benda di dalam zat cair akan mengapung jika
 a. $F_a < w$
 b. $F_a = w$
 c. $F_a > w$
 d. massanya kecil
8. Sebuah benda beratnya 30 N (ditimbang di udara). Ketika benda tersebut ditimbang di dalam air, beratnya 20 N . Gaya apung yang diterima benda tersebut adalah
 a. 10 N
 b. 20 N
 c. 30 N
 d. 40 N
9. Kapal laut dapat mengapung di permukaan air karena
 a. volume air yang dipindahkannya kecil
 b. volume air yang dipindahkannya besar
 c. terbuat dari besi
 d. mempunyai mesin
10. Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya ... dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.
 a. lebih kecil
 b. lebih besar
 c. sama
 d. bisa sama bisa tidak
11. Tekanan atmosfer disebabkan oleh
 a. adanya partikel udara
 b. adanya ketinggian yang sangat besar
 c. perbedaan massa jenis udara
 d. semua salah
12. Perubahan tekanan udara dapat digunakan untuk
 a. memperkirakan cuaca
 b. memperkirakan musim
 c. membuat hujan buatan
 d. semua salah
13. Orang yang bekerja membuat prakiraan cuaca disebut ahli
 a. geologi
 b. meteorologi
 c. biologi
 d. paleontologi

14. Perhatikan gambar manometer raksa terbuka di bawah ini!



Besarnya tekanan gas adalah

- a. 69 cmHg
- b. 72 cmHg
- c. 78 cmHg
- d. 81 cmHg

15. Jika botol bekas air mineral diisi dengan air panas, kemudian dikosongkan, ditutup dan dibiarkan akan penyok karena

- a. tekanan udara di luar botol lebih kecil daripada di dalam
- b. tekanan udara di luar botol lebih besar daripada tekanan udara di dalam
- c. tekanan udara di luar botol sama dengan di dalam
- d. tidak ada hubungannya dengan tekanan

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

- 1. Jelaskan pengertian tekanan!
- 2. Jelaskan perbedaan bunyi Hukum Pascal dan Hukum Archimedes!
- 3. Sebutkan syarat suatu benda dapat mengapung, melayang, dan tenggelam!
- 4. Sebutkan penggunaan konsep Archimedes dalam kehidupan sehari-hari!
- 5. Di suatu tempat, diukur tekanannya menggunakan barometer raksa (alat pengukur tekanan). Jika angka yang ditunjukkan alat tersebut 68 cm, hitunglah ketinggian tempat tersebut!

Wacana Sains

Bagaimana Angin Bertiup?

Seperti kita ketahui, angin adalah udara yang bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya. Angin berhembus dikarenakan beberapa bagian bumi mendapat lebih banyak panas Matahari dibandingkan tempat yang lain. Permukaan tanah yang panas membuat suhu udara di atasnya naik. Akibatnya udara mengembang dan menjadi lebih ringan. Karena lebih ringan dibanding udara di sekitarnya, udara akan naik. Begitu udara panas tadi naik, tempatnya segera digantikan oleh udara di sekitarnya, terutama udara dari atas yang lebih dingin dan berat. Proses ini terjadi terus menerus. Akibatnya kita bisa merasakan adanya pergerakan udara atau yang kita sebut angin.

Angin dan Tekanan Udara

Berat udara di atas permukaan tanah menghasilkan daya tekan ke bumi. Inilah yang disebut tekanan udara. Udara yang mengembang menghasilkan tekanan udara yang lebih rendah. Sebaliknya, udara yang berat menghasilkan tekanan yang lebih tinggi.

Angin bertiup dari tempat yang bertekanan tinggi menuju ke tempat yang bertekanan rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udaranya, semakin besar pula angin yang bertiup. Rotasi bumi membuat angin tidak bertiup lurus. Rotasi bumi menghasilkan *coriolis force* yang membuat angin berbelok arah. Di belahan bumi utara, angin berbelok ke kanan, sedangkan di belahan bumi selatan angin berbelok ke kiri.

Untuk keperluan ilmu pengetahuan, khususnya mengenai Meteorologi dan Geofisika diperlukan suatu alat yang dapat mengukur kecepatan angin dan mengukur tekanan udara. Alat tersebut sudah ada. Alat untuk mengukur kecepatan angin disebut anemometer dan alat untuk mengukur tekanan udara disebut barometer.

Sumber: <http://www.e-smartschool.com/>