

A. Tekanan Zat

Ayo, Kita Pelajari



- Tekanan zat padat
- Tekanan zat cair
- Tekanan gas



Istilah Penting

- Tekanan
- Tekanan hidrostatik
- Hukum Archimedes
- Hukum Pascal

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantumu memahami konsep dasar tekanan, sehingga dapat menjadi bekal bagimu di masa depan dalam mengembangkan bangunan atau teknologi yang memanfaatkan tekanan.

Cobalah kamu mengingat kembali materi pada Bab 1 tentang Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar! Pada pembelajaran materi tersebut, kamu sudah memahami tentang gaya bukan? Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Sekarang, tahukah kamu apa itu tekanan? Tekanan sangat berhubungan dengan gaya dan luas permukaan benda. Agar kamu dapat dengan mudah memahami lebih dalam tentang tekanan, ayo kita lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

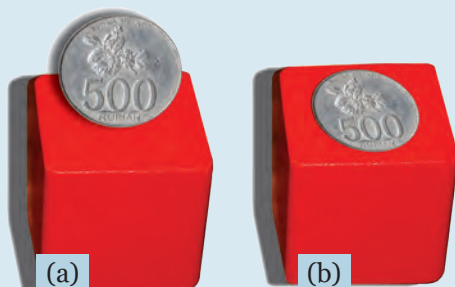
Aktivitas 7.1 Menyelidiki Tekanan pada Benda Padat

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah plastisin ukuran besar/ tanah liat/ tepung terigu
2. 2 keping uang logam (Rp.500)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan uang logam pertama pada plastisin dengan posisi horizontal dan uang logam kedua dengan posisi vertikal seperti Gambar 7. 3!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.3 Posisi Uang Logam pada Plastisin, (a) Vertikal, (b) Horizontal

2. Berilah dorongan pada kedua uang logam tersebut dengan besar dorongan atau kekuatan yang sama! Kamu dapat menggunakan suatu benda sebagai beban, sehingga gaya yang diberikan dapat sama besar.
3. Ambil kedua uang logam tersebut dari plastisin, kemudian amati kedalaman bekas uang logam itu!
4. Siapkan kembali plastisin dan uang logam!
5. Letakkan uang logam pada masing-masing plastisin dengan posisi vertikal!
6. Berilah dorongan pada uang logam pertama dengan dorongan yang kuat (gaya besar) dan pada uang logam kedua dengan dorongan lemah (gaya kecil)!
7. Ambil kedua uang logam tersebut dari plastisin, kemudian amati kedalaman bekas uang logam itu!



Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Posisi uang logam yang manakah yang memiliki luas permukaan pijakan (tempat gaya bekerja) yang lebih kecil?
2. Ketika kamu mendorong kedua uang logam dengan posisi horizontal dan posisi vertikal dengan besar dorongan (gaya) yang sama, uang logam dengan posisi manakah yang memiliki bekas lebih dalam? Mengapa demikian?
3. Ketika kamu mendorong kedua uang logam yang posisinya vertikal, tetapi dengan besar dorongan (gaya) yang berbeda, uang logam yang manakah yang memiliki bekas lebih dalam? Mengapa demikian?
4. Bekas pada plastisin yang dalam berarti plastisin tersebut mendapatkan tekanan yang lebih besar. Dari kedua perlakuan tersebut, manakah yang mampu menghasilkan tekanan yang lebih besar?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan Aktivitas 7.1, dapatkah kamu menyebutkan faktor-faktor apa sajakah yang memengaruhi besarnya tekanan? Bagaimanakah hubungan antara tekanan dan luas permukaan dengan gaya?

Kamu telah melakukan Aktivitas 7.1 tentang tekanan pada zat padat dan juga mempelajari bagaimana hubungan antara tekanan dengan luas permukaan dan gaya. Agar kamu lebih memahami konsep tersebut, ayo pelajari dan cermati bahasan berikut dengan bersemangat!

1. Tekanan Zat Padat

Masih ingatkah kamu dengan hasil percobaan pada Aktivitas 7.1? Ketika kamu mendorong uang logam di atas plastisin, berarti kamu telah memberikan gaya pada uang logam. Besarnya tekanan yang dihasilkan uang logam pada plastisin tergantung pada besarnya dorongan (gaya) yang kamu berikan dan luas permukaan pijakan atau luas bidang tekannya. Konsep tekanan sama dengan penyebaran gaya pada luas suatu permukaan. Sehingga, apabila gaya yang diberikan pada suatu benda (F) semakin besar, maka tekanan yang dihasilkan

akan semakin besar. Sebaliknya, semakin luas permukaan suatu benda, tekanan yang dihasilkan semakin kecil. Secara matematis, besaran tekanan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

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

dengan:

p = Tekanan (N/m^2 yang disebut juga satuan pascal (Pa))

F = Gaya (newton)

A = Luas bidang (m^2)

Setelah mengetahui bahwa besar tekanan dipengaruhi oleh besarnya gaya dan luas bidang, sekarang kamu tentunya dapat menjelaskan alasan ketika kamu berjalan di tanah berlumpur dengan menggunakan sepatu boot, kamu akan lebih mudah berjalan dan tidak mudah terjebak masuk ke dalam lumpur dibandingkan dengan menggunakan sepatu dengan pijakan yang sempit. Kamu juga dapat memahami alasan angsa lebih mudah mencari makanan di tempat yang berlumpur daripada ayam.

2. Tekanan Zat Cair

a. Tekanan Hidrostatik

Indonesia merupakan negara yang memiliki lautan yang sangat luas. Tuhan telah menganugerahkan pesona bawah laut Indonesia yang sangat indah sehingga kita patut mensyukuri dan menjaganya. Pernahkah kamu menyelam ke dalam laut untuk melihat biota bawah laut? Perhatikan Gambar 7.4!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.4 Menyelam Melihat Pesona Bawah Laut

Ketika kamu menyelam, bagaimanakah kondisi telinga yang kamu rasakan? Apakah telingamu terasa tertekanan? Semakin dalam kamu menyelam, kamu akan merasakan tekanan yang lebih besar. Mengapa hal ini dapat terjadi? Agar mengetahuinya, ayo lakukan Aktivitas 7.2 berikut!



Ayo, Kita Lakukan

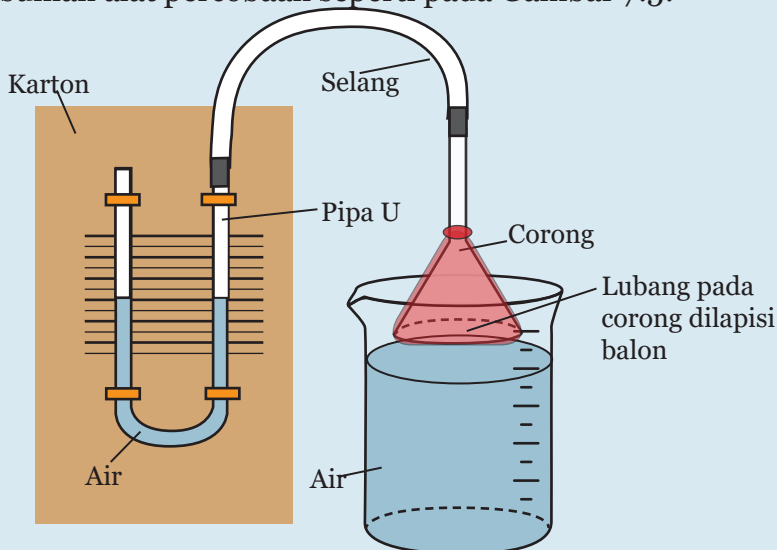
Aktivitas 7.2 Menyelidiki Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah gelas kimia
2. Pipa U atau selang berbentuk U
3. Corong
4. Air berwarna
5. Minyak kelapa atau minyak goreng
6. Balon untuk menutup corong

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah alat percobaan seperti pada Gambar 7.5!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.5 Rangkaian Alat Percobaan Tekanan Zat Cair

2. Isilah gelas kimia dengan air!
3. Masukkan corong ke dalam gelas kimia, kemudian ubahlah kedalaman corong yang terdapat pada gelas kimia sesuai dengan data kedalaman (h) yang terdapat di dalam Tabel 7.1!
4. Amatilah selisih permukaan air (Δh) yang terdapat pada pipa U. Jangan lupa lakukan percobaan ini dengan teliti dan cermat!
5. Ulangi kembali percobaan di atas dengan mengganti air dalam gelas kimia dengan minyak kelapa atau minyak goreng!
6. Tuliskan hasil pengamatan pada Tabel 7.1!

Tabel 7.1 Data Hasil Percobaan Tekanan Zat Cair

No	Kedalaman (h) (cm)	Selisih Ketinggian (Δh) (cm)	
		Air	Minyak Kelapa
1	5		
2	10		
3	15		
4			
5			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Menurutmu, manakah yang lebih besar antara massa jenis air atau massa jenis minyak goreng?
2. Bagaimana selisih ketinggian air pada pipa U jika corong dimasukkan semakin dalam pada gelas kimia?
3. Coba bandingkan selisih ketinggian air pada pipa U pada setiap kedalaman corong ketika dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi air dan ketika berisi minyak goreng! Manakah yang memiliki selisih ketinggian lebih besar?
4. Penyebab selisih ketinggian adalah adanya tekanan dari cairan (air dan minyak) yang diteruskan melalui corong dan selang. Faktor apa sajakah yang memengaruhi besarnya tekanan dari percobaan ini?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah melakukan Aktivitas 7.2 kamu telah mengetahui bahwa kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair memengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh zat cair atau disebut dengan **tekanan hidrostatik**. Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Pada bagian sebelumnya kamu sudah memahami bahwa tekanan merupakan besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja, secara matematis dirumuskan sebagai:

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

Pada zat cair, gaya (F) disebabkan oleh berat zat cair (w) yang berada di atas benda, sehingga:

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

karena berat (w) = $m \times g$

$$m = \rho \times V$$

$$V = h \times A \quad \text{maka}$$

dapat ditulis bahwa $p = \frac{\rho \times g \times h \times A}{A}$ atau $p = \rho \times g \times h$

dengan:

p = Tekanan (N/m^2)

m = Massa benda (kg)

ρ = Massa jenis zat cair (kg/m^3)

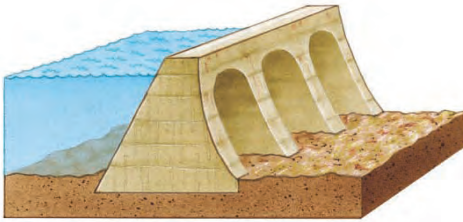
g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

h = Tinggi zat cair (m)

V = Volume (m^3)

Tekanan hidrostatik ini penting untuk diperhatikan dalam merancang berbagai struktur bangunan dalam penampungan air, misalnya pembangunan bendungan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Selain PLTA, para arsitek kapal selam juga memperhitungkan tekanan hidrostatik air laut, sehingga kapal selam mampu menyelam ke dasar laut dengan kedalaman ratusan meter tanpa mengalami kebocoran atau kerusakan akibat tekanan hidrostatik.

Apakah kamu mengetahui bahwa manusia hanya mampu menyelam hingga kedalaman kurang lebih 20 m? Hal ini dikarenakan paru-paru manusia tidak dapat menahan tekanan yang besar ($>240.000 \text{ Pa}$).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.6 Struktur Bendungan Air

b. Hukum Archimedes

Pernahkah kamu melihat kapal selam? Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa dalam merancang kapal selam harus memerhatikan tekanan hidrostatik air laut. Hal ini menjadi pertimbangan dalam merancang struktur dan pemilihan bahan untuk membuat kapal selam.

Salah satu bahan yang tahan terhadap tekanan hidrostatik air laut yang sangat besar adalah baja. Tahukah kamu bahwa baja merupakan logam yang utamanya terbuat dari campuran besi dan karbon? Dengan demikian baja memiliki massa jenis yang lebih besar daripada massa jenis air laut. Coba kamu pikirkan mengapa kapal selam maupun kapal laut lainnya yang terbuat dari baja tidak tenggelam, padahal massa jenis baja jauh lebih besar daripada massa jenis air laut? Sebelum mempelajarinya lebih jauh, ayo lakukan aktivitas berikut terlebih dahulu!



Sumber: inhabitat.com

Gambar 7.7 Kapal Selam



Ayo, Kita Lakukan

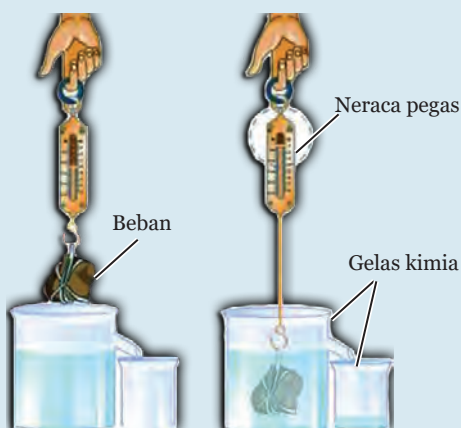
Aktivitas 7.3 Hukum Archimedes

Apa yang kamu perlukan?

1. Gelas kimia
2. Gelas ukur
3. Neraca pegas
4. Benda dari logam atau batu (sebagai beban)
5. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Isilah gelas kimia dengan air hingga $\frac{3}{4}$ bagian!
2. Kaitkan beban dengan neraca pegas, catatlah berat beban ketika di udara (w_{bu}) dengan membaca skala yang ditunjukkan pada neraca pegas!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.8 Rangkaian Alat Percobaan Hukum Archimedes

3. Masukkan rangkaian beban dan neraca pegas ke dalam air, kemudian catatlah berat beban ketika berada di dalam air (w_{ba})!
4. Hitunglah besar gaya apung (F_a) pada beban tersebut.
5. Timbanglah berat air yang tumpah (w_{ap})!
6. Catatlah hasil percobaan pada Tabel 7.2. Lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu mendapatkan data yang benar.

7. Ulangilah langkah kegiatan 1–4 sebanyak 3 kali dengan menggunakan beban yang sama tetapi volumenya berbeda.

Tabel 7.2 Data Hasil Percobaan Hukum Archimedes

No	Berat Beban di Udara (w_{bu})	Berat Beban di Air (w_{ba})	Gaya Apung ($F_a = w_{bu} - w_{ba}$)	Berat air yang Pindah (w_{ap})
1				
2				
3				
4				

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan percobaan hukum Archimedes, kamu dapat mengetahui bahwa ketika suatu benda dimasukkan ke dalam air, beratnya seolah-olah berkurang. Peristiwa ini bukan berarti ada massa benda yang hilang. Berat benda berkurang saat dimasukkan ke dalam air, disebabkan oleh adanya gaya apung (F_a) yang mendorong benda ke atas atau berlawanan dengan arah berat benda. Perhatikan Gambar 7.9! Secara matematis, dapat dituliskan:

$$F_a = w_{bu} - w_{ba}$$

sehingga,

$$w_{ba} = w_{bu} - F_a$$

dengan:

F_a = Gaya apung (N)

w_{ba} = Berat benda di air (N)

w_{bu} = Berat benda di udara (N)



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.9 Gaya yang Bekerja pada Batu yang Tenggelam

Fenomena ini dipelajari oleh Archimedes yang hasilnya kemudian dinyatakan sebagai hukum Archimedes sebagai berikut:

“Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut”.

Archimedes (287 SM - 212 SM) adalah seorang berkebangsaan Yunani yang terkenal sebagai ahli matematika, astronomi, filsafat, fisika, dan insinyur. Pada suatu hari ia diminta Raja Hieron II untuk membuktikan bahwa mahkotanya benar-benar berasal dari emas murni. Archimedes merasa kesulitan menentukan massa jenis mahkota tersebut karena tidak bisa menghitung volume mahkota. Hingga pada akhirnya saat Archimedes menceburkan dirinya ke bak mandi, ia mengamati adanya air yang tumpah dari bak tersebut. Seketika itu Archimedes berteriak “*eureka, eureka!*”. Archimedes menyadari bahwa volume air yang tumpah tersebut sama besarnya dengan volume tubuh yang mendesak air keluar dari bak. Melalui temuan tersebut, Archimedes dapat membuktikan bahwa ternyata mahkota Raja tidak berasal dari emas murni melainkan dicampur dengan perak, sehingga pembuat mahkota tersebut dihukum mati oleh sang Raja.

Menurut Archimedes, benda menjadi lebih ringan bila diukur dalam air daripada di udara karena di dalam air benda mendapat gaya ke atas. Ketika di udara, benda memiliki berat mendekati yang sesungguhnya. Karena berat zat cair yang didesak atau dipindahkan benda adalah:

$$w_{cp} = m_{cp} \times g \text{ dan } m_{cp} = \rho_{cp} \times V_{cp}$$

sehingga berat air yang didesak oleh benda adalah:

$$w_{cp} = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

Berarti, menurut hukum Archimedes, besar gaya ke atas adalah:

$$F_a = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

dengan:

F_a = Gaya apung (N)

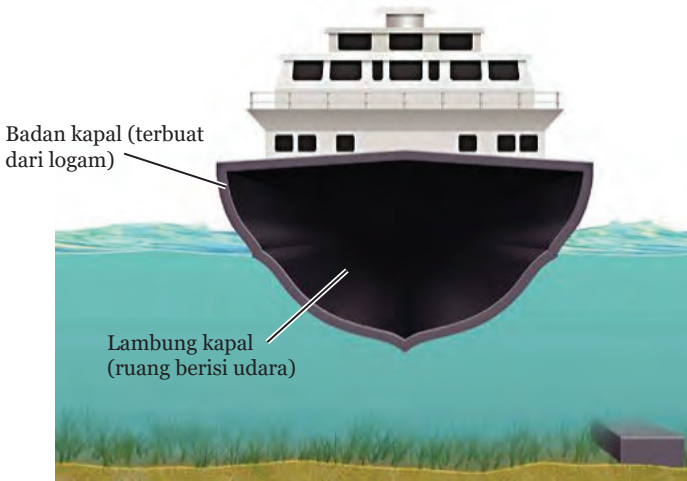
ρ_c = Massa jenis zat cair (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

V_{cp} = Volume zat cair yang dipindahkan (m³)

Hukum Archimedes tersebut digunakan sebagai dasar pembuatan kapal laut atau kapal selam. Suatu benda dapat terapung atau tenggelam tergantung pada besarnya gaya berat (w) dan gaya apung (F_a). Jika gaya apung maksimum lebih besar daripada gaya berat maka benda akan terapung. Sebaliknya, jika gaya apung maksimum lebih kecil daripada gaya berat maka benda akan tenggelam. Jika gaya apung maksimum sama dengan berat benda, maka benda akan melayang. Gaya apung maksimum adalah gaya apung jika seluruh benda berada di bawah permukaan zat cair.

Hampir semua logam memiliki massa jenis (kerapatan) yang lebih besar dari air. Tentu kamu berpikir bahwa semua logam akan tenggelam dalam air. Mengapa kapal laut yang terbuat dari logam tidak tenggelam? Kapal laut dapat terapung karena pada saat diletakkan secara tegak di lautan, kapal laut dapat memindahkan air laut dalam jumlah yang cukup besar, sehingga kapal laut mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat kapal laut (Gambar 7.10).



Sumber: Hart & Davis, 2009

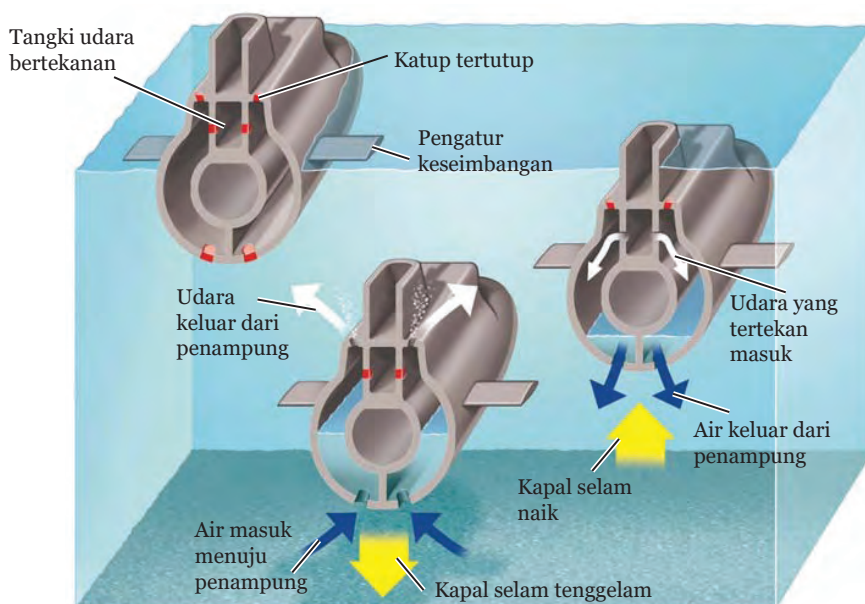
Gambar 7.10 Struktur Kapal Laut



Ayo, Kita Diskusikan

Apakah yang terjadi jika kapal diletakkan miring? Apakah kapal dapat terapung? Jelaskan mengapa demikian!

Bagaimana dengan kapal selam? Bagaimana kapal selam dapat terapung, melayang, dan tenggelam dalam air laut? Pada prinsipnya kapal selam dapat memiliki kemampuan tersebut karena berat kapal selam dapat diperbesar dengan cara memasukkan air ke dalam badan kapal dan dapat diperkecil dengan cara mengeluarkan air dari badan kapal. Ketika kapal selam akan tenggelam, air laut dimasukkan ke dalam penampung dalam badan kapal. Berat total dari kapal selam menjadi lebih besar daripada gaya ke atas, sehingga kapal selam dapat tenggelam. Agar tidak terus tenggelam, pada kedalaman tertentu air dalam badan kapal selam dikeluarkan kembali dari penampung, sehingga berat total dari kapal selam sama dengan gaya ke atas. Hal ini menyebabkan kapal selam melayang dalam air. Saat kapal selam akan mengapung, air dari penampungan pada badan kapal dikeluarkan sehingga volume total dari kapal selam menjadi lebih kecil daripada gaya ke atas, sehingga kapal selam dapat mengapung. Perhatikan Gambar 7.11!



Sumber: Hart & Davis, 2009

Gambar 7.11 Mekanisme Pengeluaran dan Pemasukan Air dalam Kapal Selam

c. Hukum Pascal

Pernahkah kamu melihat mobil yang dicuci di tempat pencucian kendaraan? Mobil di tempat pencucian kendaraan akan diangkat dengan menggunakan alat pengangkat yang disebut pompa hidrolis

(Gambar 7.12) untuk membantu pencuci mobil menjangkau semua bagian mobil yang akan dibersihkan.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.12 Pompa Hidrolik Pengangkat Mobil

Bagaimana alat pengangkat tersebut dapat mengangkat mobil yang sangat berat padahal di dalam pompa hidrolik tersebut hanya berisi udara atau dapat berupa minyak? Kamu penasaran bukan dengan hal tersebut? Agar mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

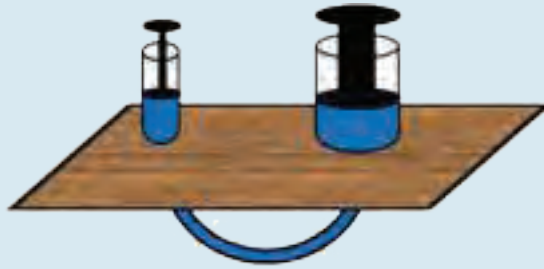
Aktivitas 7.4 Simulasi Prinsip Kerja Pompa Hidrolik

Apa yang kamu perlukan?

1. Selang plastik kecil sekitar 50 cm
2. 2 buah alat suntik, 1 ukuran besar, 1 ukuran kecil
3. Papan tripleks atau karton ukuran 25×35 cm
4. Air
5. Pewarna makanan
6. Beban

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah alat sederhana yang memiliki prinsip kerja seperti pompa hidrolik dengan merangkaikan selang plastik pada dua alat suntik tersebut, seperti Gambar 7.13!



Sumber: sukasains.com

Gambar 7.13 Model Percobaan Pascal

2. Rancanglah alat tersebut sebaik mungkin!
3. Isilah selang plastik dengan air sampai penuh, kemudian berilah pewarna makanan pada air yang ada dalam selang tersebut!
4. Doronglah pengisap alat suntik kecil, lalu amati yang terjadi pada pengisap alat suntik besar.
5. Amati pula aliran air berwarna makanan yang ada dalam selang!
6. Letakkan beban pada pengisap alat suntik besar, lalu doronglah pengisap alat suntik kecil. Apakah yang akan terjadi?
7. Ulangi kegiatan tersebut dengan cara menempatkan beban di pengisap kecil dan dengan memberikan dorongan pada pengisap besar.
8. Bandingkan besar dorongan (gaya) yang kamu berikan, ketika mendorong pengisap alat suntik kecil dan pengisap alat suntik besar.

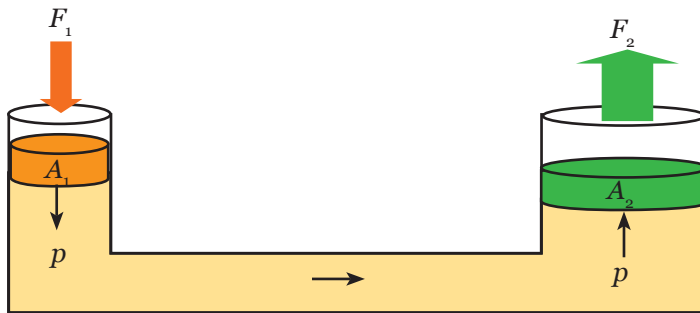
Apa yang perlu kamu diskusikan?

Bagaimanakah dorongan (gaya) yang kamu berikan ketika beban diletakkan pada pengisap besar dan ketika beban diletakkan pada pengisap kecil? Mana yang memerlukan dorongan lebih mudah? Mengapa?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Fenomena yang terdapat pada Aktivitas 7.4 menunjukkan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Hal ini merupakan bunyi dari hukum Pascal yang dikemukakan oleh Blaise Pascal (1623-1662). Blaise Pascal yang lahir pada 19 Juni 1623 adalah seorang ahli matematika dan geometri yang juga mendalami ilmu filsafat dan agama. Meskipun tidak menempuh pendidikan yang resmi, pada usia 12 tahun Pascal berhasil menciptakan mesin penghitung yang membantu pekerjaan ayahnya sebagai petugas penarik pajak. Sepanjang hidupnya banyak penemuan yang ia publikasikan terutama pada bidang matematika. Selain itu, Pascal juga banyak melahirkan karya-karya dalam bidang fisika hidrodinamika dan hidrostatika, salah satunya adalah hukum Pascal. Coba perhatikan Gambar 7.14 yang merupakan penerapan hukum Pascal pada pompa hidrolik!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.14 Model Dongkrak Hidrolik

Jika pada penampang dengan luas A_1 diberi gaya dorong F_1 , maka akan dihasilkan tekanan p dapat dirumuskan :

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

Menurut hukum Pascal tekanan p tersebut diteruskan ke segala arah dengan sama besar, termasuk ke luas penampang A_2 . Pada penampang A_2 muncul gaya angkat F_2 dengan tekanan:

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

Secara matematis diperoleh persamaan pada dongkrak hidrolik sebagai berikut.

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

dengan:

p = Tekanan (N/m^2)

F_1 dan F_2 = Gaya yang diberikan (newton)

A_1 dan A_2 = Luas penampang (m^2)

Jika A_2 lebih besar dari A_1 maka akan diperoleh gaya angkat F_2 yang lebih besar dari F_1 . Ini merupakan prinsip kerja dari pompa hidrolik. Apakah kamu sudah mampu menjawab mengapa pompa hidrolik mampu mengangkat motor atau mobil yang sangat berat dengan menggunakan gaya yang kecil padahal di dalam pompa hidrolik tersebut hanya berisi udara atau dapat berupa minyak?

Pompa hidrolik menerapkan prinsip dari Hukum Pascal. Pada pompa hidrolik terdapat dua luas penampang yang berbeda, yaitu luas penampang kecil (A_1) dan luas penampang besar (A_2). Perhatikan Gambar 7.14! Luas penampang kecil (A_1) misalnya 1 cm^2 akan diberi gaya yang kecil (F_1) misalnya 10 N , sehingga menghasilkan tekanan (p) sebesar 10 N/cm^2 . Tekanan p (10 N/cm^2) akan diteruskan menuju luas penampang besar (A_2) misalnya 100 cm^2 .

$$\text{Sehingga } F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1}$$

$$F_2 = \frac{10 \text{ N} \times 100 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^2} = 1.000 \text{ N}$$

Berdasarkan contoh tersebut dapat dilihat bahwa dengan memberikan gaya 10 N pada luas penampang kecil mampu menghasilkan gaya 1.000 N pada luas penampang besar. Berdasarkan prinsip inilah pompa hidrolik tersebut mampu mengangkat motor atau mobil yang cukup berat.



Ayo, Kita Cari Tahu

Masih banyak alat dalam kehidupan sehari-hari yang menggunakan prinsip dari hukum Pascal. Bersama kelompokmu coba cari tahu alat apa saja yang menggunakan prinsip hukum Pascal! Cari tahu juga bagaimana mekanisme kerjanya!

3. Tekanan Gas

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa zat padat dan zat cair memiliki tekanan. Bagaimana dengan gas? Apakah gas juga memiliki tekanan? Pernahkah kamu melihat balon udara? Bagaimana balon udara dapat terbang? Coba lakukan aktivitas berikut agar kamu dapat memahami jawaban pertanyaan tersebut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.5 Membuktikan Tekanan pada Udara

Apa yang kamu perlukan?

1. Gelas minum
2. Air
3. Kertas HVS
4. *Labuh Erlenmeyer*
5. Pembakar spiritus
6. Karet gelang
7. Balon

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Isilah gelas dengan air sampai penuh.
2. Tutuplah gelas yang telah berisi air tersebut dengan selembar kertas HVS.
3. Tahan kertas HVS tersebut dengan telapak tangan, kemudian baliklah gelas dengan cepat (usahakan jangan sampai tumpah).
4. Lepaskan tangan secara perlahan. Amati apa yang terjadi.
5. Sediakan *erlenmeyer* 250 mL, kemudian isilah dengan air.
6. Kemudian tutup labu *erlenmeyer* dengan balon karet, ikatlah dengan karet gelang agar lebih kuat.
7. Panaskan *erlenmeyer* di atas pembakar spiritus sampai mendidih. Amati apa yang terjadi pada balon karet.
8. Hentikan pemanasan dengan cara mematikan pembakar spiritus.
9. Buka kembali balon karet pada labu *erlenmeyer*. Berhati-hatilah ketika membuka karena *erlenmeyer* dalam keadaan panas.
10. Tutuplah dengan rapat *erlenmeyer* dengan balon karet.



11. Dinginkan *erlenmeyer* yang telah ditutup dengan karet dengan cara memasukkannya ke dalam air dingin.
12. Kemudian biarkan beberapa saat. Amati apa yang terjadi pada balon karet.

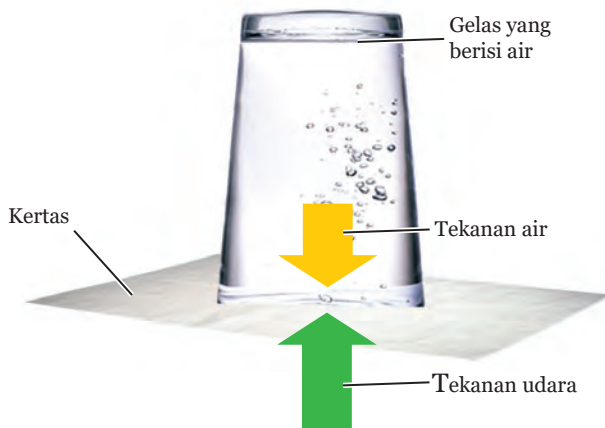
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Ketika gelas yang berisi air dibalik, ternyata kertas HVS dapat menahan air di dalam gelas. Jelaskan mengapa hal ini dapat terjadi!
2. Ketika air dalam *erlenmeyer* yang ditutup dengan balon karet dipanaskan, balon karet mengembang. Mengapa hal ini dapat terjadi?
3. Mengapa ketika *erlenmeyer* yang berisi air panas yang telah ditutup rapat dengan balon karet dimasukkan ke dalam air dingin, balon karet tertekan ke dalam labu *erlenmeyer*? Jelaskan kejadian tersebut!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

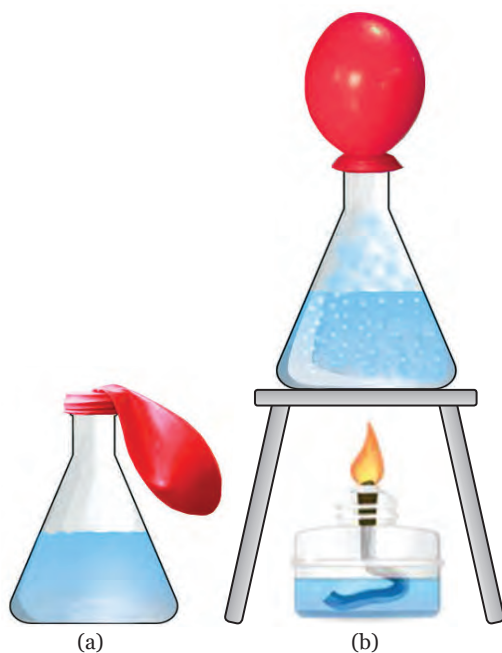
Percobaan yang telah kamu lakukan, menunjukkan bahwa gas juga memiliki tekanan. Ketika gelas yang berisi air dibalik, ternyata kertas HVS dapat menahan air di dalam gelas. Hal ini terjadi karena HVS mendapatkan tekanan dari udara luar yang besarnya lebih besar daripada tekanan air dalam gelas.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.15 Tekanan Udara pada Kertas HVS sehingga Mampu Menahan Air

Bagaimanakah tekanan udara yang terjadi pada *erlenmeyer* yang ditutup dengan balon karet? Ketika air dalam *erlenmeyer* yang ditutup dengan balon karet dipanaskan akan membuat balon karet mengembang. Hal ini terjadi karena partikel gas dalam *erlenmeyer* menerima kalor dari pemanasan. Akibatnya gerakan partikel gas dalam *erlenmeyer* semakin cepat dan terjadilah pemuaiian sehingga tekanannya menjadi besar. Tekanan di dalam *erlenmeyer* ini diteruskan sama besar menuju balon karet, sehingga tekanan di dalam balon karet lebih besar daripada tekanan gas di luar balon karet yang mengakibatkan balon karet mengembang. Perhatikan Gambar 7.16!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.16 (a) Kondisi Balon Karet pada *Erlenmeyer* yang Berisi Air Dingin, (b) Kondisi Balon Karet pada *Erlenmeyer* yang Berisi Air Panas

Ketika *erlenmeyer* yang berisi air panas yang telah ditutup rapat dengan balon karet dimasukkan ke dalam air dingin, balon karet tertekan ke dalam *erlenmeyer*. Hal ini disebabkan karena kalor pada partikel gas dalam *erlenmeyer* dirambatkan menuju air dingin. Pergerakan partikel gas semakin lambat dan terjadilah penyusutan. Penyusutan ini menyebabkan tekanan gas dalam *erlenmeyer* semakin rendah dari tekanan gas di luar. Akibatnya balon karet masuk ke dalam *erlenmeyer* karena tekanan gas dari luar.

Pernahkah kamu melihat balon udara? Ternyata, prinsip tekanan gas dimanfaatkan untuk mengembangkan balon udara. Balon udara seperti pada Gambar 7.17 dapat terbang karena massa jenis total dari balon udara lebih rendah daripada massa jenis udara di sekitarnya. Massa jenis balon udara tersebut dikendalikan oleh perubahan temperatur pada udara dalam balon. Seorang pilot mengontrol temperatur udara dalam balon dengan menggunakan pembakar yang ada di bawah lubang balon.



Sumber: www.usaballoon.com

Gambar 7.17 Balon Udara

Ketika bara api dari pembakar memanaskan udara dalam balon, berat balon menjadi lebih kecil dari gaya ke atas sehingga balon akan bergerak ke atas (Ingat, udara panas lebih ringan dari udara dingin). Jika ingin turun, maka pemanasan udara dalam balon dikurangi atau dihentikan sehingga suhu udara dalam balon menurun. Gaya ke atas pada balon adalah sama dengan berat udara dingin yang dipindahkan oleh balon tersebut. Ingatlah kembali hukum Archimedes!