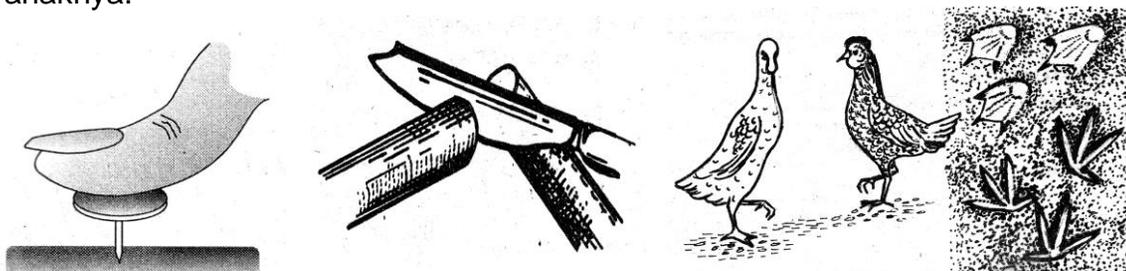


## BAB XII GAYA DAN TEKANAN



Dalam kehidupan sehari-hari semua orang telah mengetahui dengan baik bahwa pisau tajam lebih mudah dipakai memotong, dibandingkan dengan pisau tumpul. Demikian juga kalau kita hendak memaku kayu, memakai paku runcing akan lebih mudah dibandingkan dengan paku yang tumpul. Kejadian lain adalah pada keluarga ayam yang sedang mencari makan di lumpur, jejak kaki induk ayam akan nampak lebih dalam dibandingkan anak-anaknya.



Gambar 12-1. Tekanan oleh paku, pisau dan

Semua kejadian tersebut dapat dijelaskan dengan menggunakan pengertian tekanan. Tahukah kalian apa yang dimaksudkan dengan tekanan? Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi besarnya tekanan zat padat, zat cair dan gas? Untuk mengetahui hal itu, pelajirlah dengan baik seluruh uraian materi berikut ini.

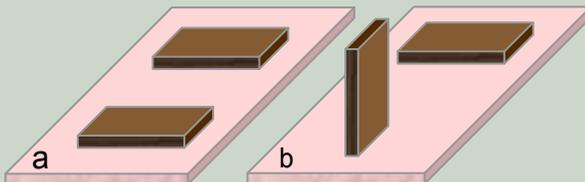
## 12.1. TEKANAN ZAT PADAT

Kalian telah mengetahui bahwa akibat pengaruh gaya gravitasi bumi, maka semua benda dipermukaan bumi memiliki berat yang arahnya ke bawah. Akibatnya jika suatu benda di letakkan di atas permukaan benda lain, maka ia akan menekan permukaan tersebut ke bawah. Apakah besar tekanan yang dilakukan oleh suatu benda sama dengan berat benda tersebut? Untuk mengetahui hal itu, lakukanlah percobaan 12-1 secara berkelompok.

### Tugas percobaan 12-1

#### Prosedur percobaan :

1. Persiapkan dua buah balok kayu, beberapa anak timbangan dan lilin mainan (plastisin) secukupnya.
2. Ratakan plastisin di atas meja dengan ketebalan tertentu, kemudian letakkan kedua balok kayu dipermukaan plastisin seperti gambar (a)
3. Jika di atas balok kayu diberi beban berbeda (misalnya 1 kg dan 5 kg), apakah jejak balok pada plastisin akan sama?



4. Ulangi percobaan tersebut dengan menggunakan beban sama (misalnya 5 kg), tapi salah satu balok kayu permukaannya di balik agar yang kecil berada di bawah (b). Apakah jejak balok pada plastisin akan sama?

#### Pertanyaan :

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?

*Tekanan* didefinisikan sebagai besarnya gaya persatuan luas permukaan. Berarti tekanan sebanding dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan luas permukaan yang menekan. Semakin besar gaya maka tekanannya akan semakin besar, itulah sebabnya mengapa jejak kaki induk ayam (di lumpur) lebih dalam dibandingkan jejak kaki anak-anaknya. Semakin kecil luas permukaan yang menekan maka tekanannya akan semakin besar, itulah sebabnya mengapa pisau tajam dan paku runcing lebih mudah dipakai

untuk memotong dan memaku kayu. Dalam bentuk persamaan, pengertian tekanan itu dapat dituliskan sebagai berikut :

$$p = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (12-1)$$

Dengan : F = gaya, satuannya newton (N)  
A = luas permukaan, satuannya meter kuadrat (m<sup>2</sup>)  
p = tekanan, satuannya newton per meter kuadrat (Nm<sup>2</sup>)

**Tugas diskusi 12-1**

1. Misalkan jalan depan rumah baru di perbaiki dengan menggunakan adukan semen dan masih dalam keadaan belum kering. Bagaimanakah cara berjalan dipermukaan jalan itu, agar jejak kaki kita tidak merusak jalan tersebut?



2. Manakah yang akan kita rasakan lebih sakit, jika kaki kita secara tidak sengaja diinjak oleh dua orang yang besarnya sama tapi memakai alas kaki yang berbeda seperti gambar? Coba jelaskan mengapa demikian!

**Contoh Soal dan Jawabannya**

Dua orang Ibu yang massanya sama yaitu 60 kg, sedang berdiri menggunakan sandal dan sepatu hak tinggi. Jika luas permukaan alas sandal dan sepatu adalah 200 cm<sup>2</sup> dan 24 cm<sup>2</sup>, percepatan gravitasi bumi 9,8 m.s<sup>-2</sup>, tentukan tekanan masing-masing Ibu tersebut pada lantai.

Diketahui :  $m_1 = m_2 = 60 \text{ kg}$                        $A_1 = 200 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$   
 $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$                                        $A_2 = 24 \text{ cm}^2 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Ditanyakan :  $p_1 = ?$  dan  $p_2 = ?$

Jawaban :  $w_1 = w_2 = m \cdot g = 60(9,8) = 588 \text{ N}$

$$p_1 = \frac{w_1}{A_1} = \frac{588}{2 \cdot 10^{-2}} = 29,4 \cdot 10^3 \text{ N.m}^2$$

$$p_2 = \frac{w_2}{A_2} = \frac{588}{2,4 \cdot 10^{-3}} = 24,5 \cdot 10^4 \text{ N.m}^2$$

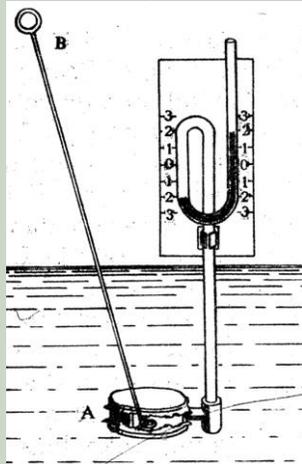
## 12.2. TEKANAN ZAT CAIR

Suatu hari ada berita bahwa disuatu daerah telah terjadi banjir, karena tanggul cebol tidak kuat menahan tekanan air. Pada saat masuk ke dalam kolam untuk mulai berenang, kita merasa agak berat bernafas karena di dada seperti ada yang menekan. Kedua contoh kejadian tersebut, menunjukkan bahwa di dalam zat cair ada tekanan. Untuk mengetahui berapa besar tekannan di dalam zat cair, lakukanlah percobaan 12-2 secara berkelompok.

### Tugas percobaan 12-2

#### Prosedur percobaan :

1. Persiapkan sebuah pesawat hartl lengkap dengan pipa U sebagai manometer dan beberapa bejana yang berisi macam-macam jenis zat cair.

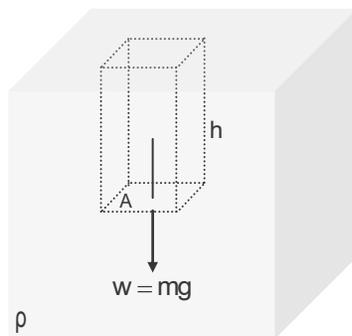


2. Coba kalian selidiki apakah tekanan dalam zat cair hanya mengarah ke bawah?
3. Apakah pada kedalaman (h) yang berbeda tekanan zat cair akan tetap sama besar?
4. Apakah di dalam zat cair yang jenisnya berbeda ( $\rho$ ) akan memiliki tekanan yang sama besar?

#### Pertanyaan :

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?

Tekanan di dalam zat cair menuju kesegala arah yang ditimbulkan oleh oleh berat zat cair ( $w$ ). Karena tekanan adalah gaya persatuan luas, maka besar tekanan dalam zat cair dapat dinyatakan dengan persamaan :



Gambar 12-2. Kolom zat

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

Berat adalah ( $w = mg$ ), massa adalah ( $m = \rho V$ ), dan volume adalah ( $V = Ah$ ), maka besar tekanan di dalam zat cair dapat dituliskan sebagai berikut :

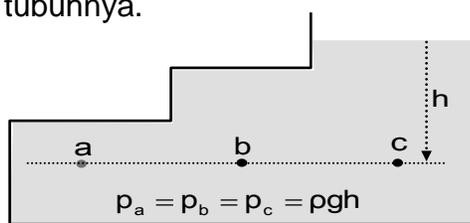
$$p = \rho gh \dots\dots\dots (12-2)$$

Dengan :  $\rho$  = massa jenis zat cair, satuannya ( $\text{kg.m}^{-3}$ )  
 $g$  = percepatan gravitasi bumi, satuannya ( $\text{m.s}^{-2}$ )  
 $h$  = tinggi atau kedalaman zat cair, satuannya (m)  
 $p$  = tekanan dalam zat cair, satuannya ( $\text{N.m}^{-2}$ )

### 1. Hukum Utama Hidrostatika

Berdasarkan persamaan 12-2 dapat diketahui bahwa besar tekanan di dalam zat cair ditentukan oleh massa jenis zat cair, percepatan gravitasi dan kedalamannya. Artinya :

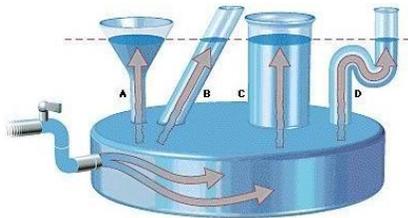
- Semakin dalam letak suatu benda dari permukaan zat cair, maka tekanan yang diperoleh semakin besar. Itulah sebabnya mengapa para penyelam di laut yang dalam, harus memakai pakaian khusus untuk melindungi tubuhnya.



Gambar 12-3. Hukum Utama

Tetapi jika benda terletak pada satu bidang datar dalam zat cair yang sejenis, maka tekanan yang diperoleh akan sama besar. Hal inilah yang disebut sebagai *Hukum Utama Hidrostatika*.

- Semakin besar massa jenis zat cair, maka tekanan di dalam zat cair akan semakin besar. Itulah sebabnya mengapa menyelam di laut terasa lebih menyesakkan dibandingkan dengan menyelam di air tawar.
- Jika zat cair sejenis dimasukkan ke dalam bejana berhubungan yang salah satu tabungnya tidak kapiler, maka permukaan zat cair akan selalu mendatar. Aplikasi dari sifat bejana berhubungan tersebut banyak dipakai

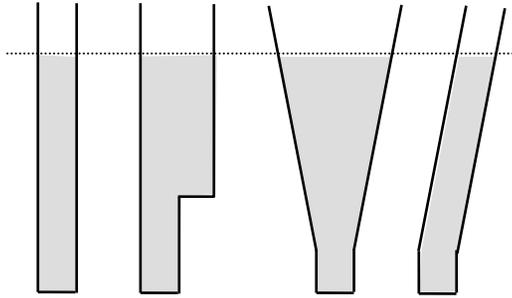


Gambar dua orang pekerja bangunan sedang menggunakan alat penyipat datar dari selang plastik berisi air

Gambar 12-4. Aplikasi bejana

oleh pekerja bangunan sebagai alat penyipat datar, yaitu alat untuk menentukan agar dua tempat yang berjauhan berada dalam satu bidang datar. Alat itu dibuat dari selang kecil yang berisi air. Jika salah satu permukaan air dipakai sebagai patokan tinggi suatu tempat, maka untuk permukaan air yang satu lagi dipakai menentukan tinggi tempat lain yang berada dalam satu bidang datar dengan patokan tersebut. Teko, poci atau ceret juga menggunakan prinsip bejana berhubungan.

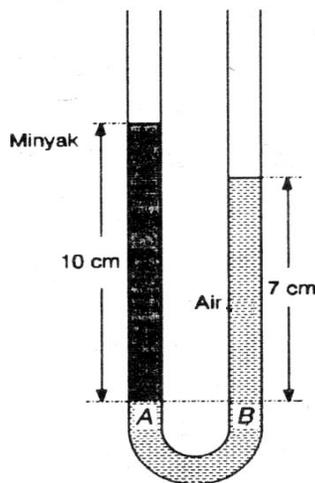
- d. Jika beberapa bejana atau tabung yang bentuknya berbeda, luas alasnya sama, diisi zat cair yang sejenis sampai pada ketinggian yang sama, maka gaya tekan yang bekerja pada alas bejana akan sama besar. Hal inilah yang disebut sebagai *paradok hidrostatis*. Sebab dalam kejadian tersebut, jumlah zat cair yang mengisi tabung sama sekali tidak berpengaruh pada besarnya gaya tekan zat cair di alas bejana.



Gambar 12-5. Paradok

### Contoh Soal dan Jawabannya

Sebuah pipa U mula-mula diisi air sampai kedua permukaannya seimbang, kemudian salah satu permukaannya diisi minyak setinggi 10 cm sehingga permukaan zat cair dalam pipa U menjadi tidak mendatar seperti gambar. Jika massa jenis air  $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ , tentukan berapa massa jenis minyak tersebut?



Diketahui :  $\rho_a = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$   
 $h_m = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$   
 $h_a = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$

Ditanyakan :  $\rho_m = ?$

Jawaban : Menurut hukum utama hidrostatis, tekanan zat cair di titik A sama dengan di titik B.

Maka berlaku persamaan :  $p_A = p_B$

$$\rho_m g h_m = \rho_a g h_a \longrightarrow \rho_m 0,1 = 10^3 \cdot 0,07$$

$$\rho_m = 700 \text{ kg.m}^{-3}$$

## 2. Hukum Pascal

Apakah yang akan terjadi jika zat cair yang berada dalam ruang tertutup mendapatkan tekanan dari luar? Hal ini dapat kalian selidiki dengan melakukan percobaan 12-3 secara berkelompok.

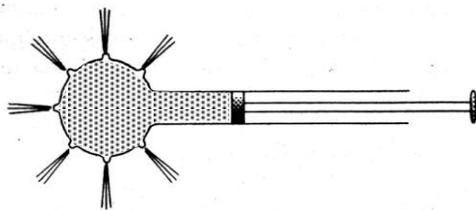
### Tugas percobaan 12-3

**Prosedur percobaan :**

1. Persiapkan sebuah kantong plastik yang cukup besar dan sebuah jarum pentul



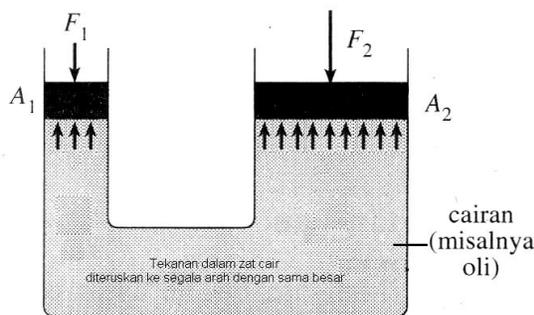
2. Isi kantong plastik dengan air, pegang kuat-kuat dengan tangan. Kemudian buat beberapa tusukan jarum disekeliling permukaan kantong plastik, lalu tekan kantong plastik dengan tangan.
3. Bagaimanakah perubahan pancuran air diseluruh lubang jarum tersebut ?
4. Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?



Gambar 12-6. Pompa Hukum

Kejadian tersebut telah diselidiki oleh Blaise Pascal dengan menggunakan sejenis pompa seperti gambar 12-6. Kesimpulan yang diperoleh disebut *Hukum Pascal* yang pada prinsipnya menyatakan bahwa : “ *tekanan yang diberikan pada zat cair yang berada dalam ruang tertutup, akan diteruskan kesegala arah dengan sama besar*”

Aplikasi Hukum Pascal dapat kita lihat pada alat dongkrak hidrolik yang dapat dipergunakan untuk mengangkat beban berat seperti mobil. Dongkrak hidrolik pada prinsipnya terdiri dari dua tabung dengan luas penampang yang berbeda. Ke dalam tabung tersebut diisi sejenis zat cair, misalnya minyak pelumas (oli).



Gambar 12-7. Prinsip kerja dongkrak

Jika tabung kecil memiliki luas penampang ( $A_1$ ) dan mendapatkan gaya sebesar ( $F_1$ ), maka zat cair di dalam tabung akan mendapat tekanan sebesar

$p_1=(F_1/A_1)$ . Tekanan ini akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar, termasuk pada fluida yang terletak dalam tabung besar dengan luas permukaan ( $A_2$ ). Jika gaya yang dihasilkan pada luas permukaan tabung besar adalah ( $F_2$ ), maka diperoleh persamaan tekanan sebagai berikut :

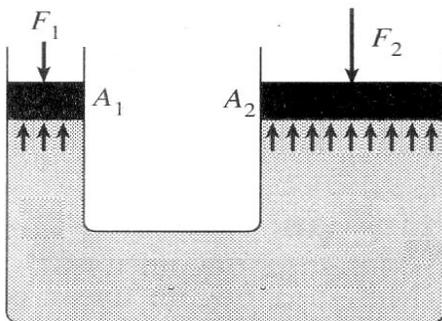
$$p_2 = p_1$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \longrightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \dots\dots\dots (12-3)$$

Berarti dengan gaya yang relatif kecil pada tabung kecil, kita dapat memperoleh gaya yang relatif besar pada tabung besar, sesuai dengan perbandingan luas penampang kedua permukaan tabung tersebut. Tetapi satu hal yang harus diingat bahwa untuk mendapatkan jarak angkatan yang relatif kecil pada tabung besar ( $S_2$ ), diperlukan jarak dorongan yang relatif panjang pada tabung kecil ( $S_1$ ). Itulah sebabnya dalam menggunakan dongkrak hidrolik yang sebenarnya, kita harus melakukan gaya tekan secara berulang-ulang, agar diperoleh kenaikan beban (mobil) yang cukup tinggi.

**Contoh Soal dan Jawabannya**

Perbandingan luas permukaan tabung kecil dan besar sebuah dongkrak hidrolik adalah 1 : 50. Berapakah besar gaya dorong yang diperlukan pada tabung kecil, agar dapat mengangkat mobil seberat  $2.10^4$  N yang diletakkan di atas tabung besar?



Diketahui :  $A_1 : A_2 = 1 : 50$   
 $F_2 = 2.10^4$  N

Ditanyakan :  $F_1 = ?$

Jawaban :  $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$   
 $2.10^4 = \frac{50}{1} F_1 \longrightarrow F_1 = 4.10^2$  N

**3. Hukum Archimides**

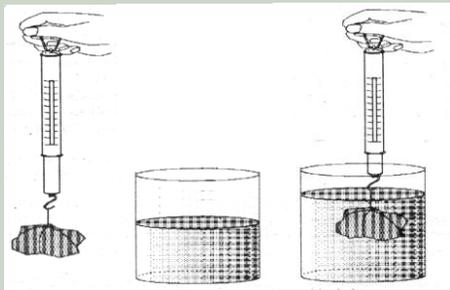
Misalkan kalian sedang bekerja memindahkan bebatuan dari dasar kolam ke tepian kolam. Maka akan dirasakan bahwa mengangkat batu di dalam air lebih ringan dibandingkan dengan batu tersebut sudah berada di atas permukaan air (di udara). Tahukah kalian mengapa demikian?

Di dalam air batu mendapat gaya ke atas dari air, sehingga resultan gaya pada batu yang kita angkat lebih kecil dari berat benda yang sesungguhnya. Tetapi pada saat batu mulai muncul kepermukaan, gaya ke atas tersebut akan mengecil dan menghilang pada saat batu berada di atas permukaan air (di udara). Akibatnya resultan gaya pada batu yang kita angkat di udara akan lebih besar, yaitu sama dengan berat batu yang sesungguhnya.

Berapakah besar gaya ke atas pada benda yang dicelupkan ke dalam zat cair? Untuk mengetahui hal itu, lakukan percobaan 12-4 secara berkelompok.

### Tugas percobaan 12-4

**Prosedur percobaan :**



1. Persiapkan sebuah neraca pegas, benda celup dan gelas ukur
2. Timbang berat benda di udara ( $w_u$ )
3. Isi gelas ukur dengan air sampai volume tertentu
4. Timbang berat benda di dalam air ( $w_a$ ) dan catat berapa volume benda tersebut ( $V_b$ )

**Pertanyaan :**

4. Tentukan berapa besar gaya ke atas ( $F_a$ ) yang dialami benda di dalam air?
5. Tentukan berapa volume air yang dipindahkan pada saat benda tercelup dalam air?
6. Jika massa jenis air  $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ , tentukan berat air yang dipindahkan pada saat benda tercelup dalam air?
7. Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan ini? Jelaskan!

Gejala adanya gaya ke atas yang dialami oleh setiap benda yang tercelup ke dalam zat cair, pertama kali diselidiki oleh Archimides. Kesimpulan yang diperoleh disebut sebagai *Hukum Archimides* yang mengatakan bahwa : “setiap benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas sebesar berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Oleh karena itulah gaya ke atas dalam zat cair sering disebut sebagai *gaya archimides*. Dalam bentuk persamaan besar gaya ke atas atau gaya archimides adalah :

$$F_a = \rho_a \cdot g \cdot V_a \dots\dots\dots (12-4)$$

- Dengan :
- $\rho_a$  = massa jenis zat cair, satuannya ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
  - $g$  = percepatan gravitasi bumi, satuannya ( $\text{m.s}^{-2}$ )
  - $V_a$  = volume zat cair yang dipindahkan, satuannya ( $\text{m}^3$ )
  - $F_a$  = gaya keatas atau gaya archimides, satuannya (N)

**Contoh Soal dan Jawabannya**

1. Seorang siswa ingin mengetahui massa jenis sebuah benda padat dengan menggunakan Hukum Archimides. Benda ditimbang di udara beratnya 4,9 N, ditimbang dalam air beratnya 4,2 N. Jika massa jenis air  $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  berapakah massa jenis benda tersebut?

Diketahui :  $w_1 = 4,9 \text{ N}$   
 $w_2 = 4,2 \text{ N}$   
 $\rho_a = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Dihitung :  $\rho_b = ?$

Jawaban :  $F_a = w_1 - w_2 = 4,9 - 4,2 = 0,7 \text{ N}$

$$F_a = \rho_a \cdot g \cdot V_a \longrightarrow 0,7 = 10^3 \cdot g \cdot V_a$$
$$V_a = \frac{0,7}{10^3 \cdot g} \text{ (volume air yang dipindahkan)}$$

$$V_b = \frac{w_1}{\rho_b \cdot g} = \frac{4,9}{\rho_b \cdot g} \text{ (volume benda yang tercelup dalam air)}$$

Karena volume benda yang tercelup sama dengan volume air yang dipindahkan, maka diperoleh persamaan :

$$\frac{4,9}{\rho_b \cdot g} = \frac{0,7}{10^3 \cdot g} \longrightarrow \rho_b = 7 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

**4. Tenggelam, Melayang dan Terapung**

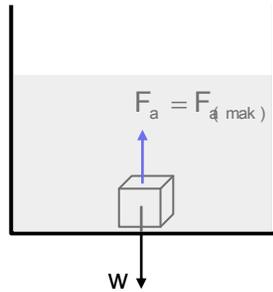
Dalam kehidupan sehari-hari kita telah mengetahui bahwa ada benda yang dapat tenggelam, melayang atau terapung, jika diletakkan dalam zat cair. Kejadian tersebut sangat erat kaitannya dengan Hukum-hukum Newton dan Hukum Archimides. Untuk mengetahui hal itu, pelajarilah dengan baik uraian berikut ini.

Ada dua jenis gaya yang bekerja pada saat benda diletakkan dalam zat cair, yaitu berat benda ( $w$ ) arahnya ke bawah dan gaya archimides arahnya ke atas ( $F_a$ ). Resultan kedua gaya itulah yang menentukan apakah benda akan tenggelam, melayang atau terapung dalam suatu jenis zat cair.

Besar gaya ke atas bergantung pada bagian volume benda yang tercelup ke dalam zat cair. Artinya, jika kita memasukkan benda secara perlahan ke dalam zat cair, maka sedikit demi sedikit gaya keatas ( $F_a$ ) pada benda akan semakin besar. Gaya ke atas mencapai harga maksimum [ $F_{a(\text{mak})}$ ] pada saat keseluruhan volume benda berada di bawah permukaan zat cair. Pada saat itu volume zat cair yang dipindahkan sama dengan volume benda ( $V_a = V_b$ ).

Dengan menggunakan pengertian gaya ke atas maksimum, maka peristiwa tenggelam, melayang dan terapung dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Benda akan tenggelam, jika berat benda lebih besar dari gaya ke atas maksimum. Pada benda tenggelam besar gaya ke atas sudah mencapai



Gambar 12-6. Benda

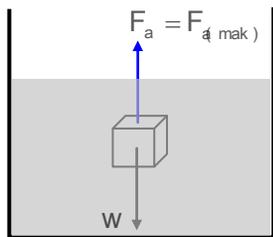
maksimum, tapi berat benda masih lebih besar dari gaya ke atas maksimum tersebut.

$$w > F_{a(mak)}$$

$$\rho_b \cdot g \cdot V_b > \rho_a \cdot g \cdot V_b \longrightarrow \rho_b > \rho_a$$

Berarti massa jenis benda lebih besar dari massa jenis zat cair.

- b. Benda akan melayang, jika berat benda sama dengan gaya ke atas maksimum. Pada benda melayang besar gaya ke atas sudah mencapai



Gambar 12-7. Benda

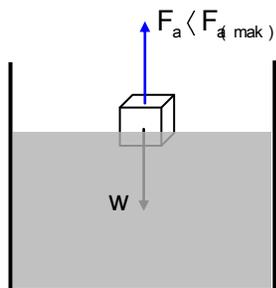
maksimum, tapi berat benda sama dengan besar gaya ke atas maksimum tersebut.

$$w = F_{a(mak)}$$

$$\rho_b \cdot g \cdot V_b = \rho_a \cdot g \cdot V_b \longrightarrow \rho_b = \rho_a$$

Berarti massa jenis benda sama besar dengan massa jenis zat cair.

- c. Benda akan terapung, jika berat benda lebih kecil dari gaya ke atas maksimum. Pada benda terapung besar gaya ke atas belum mencapai



Gambar 12-8. Benda

maksimum, tapi berat benda sudah sama dengan gaya ke atas tersebut.

$$w = F_a < F_{a(mak)}$$

$$\rho_b \cdot g \cdot V_b < \rho_a \cdot g \cdot V_b \longrightarrow \rho_b < \rho_a$$

Berarti massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair.

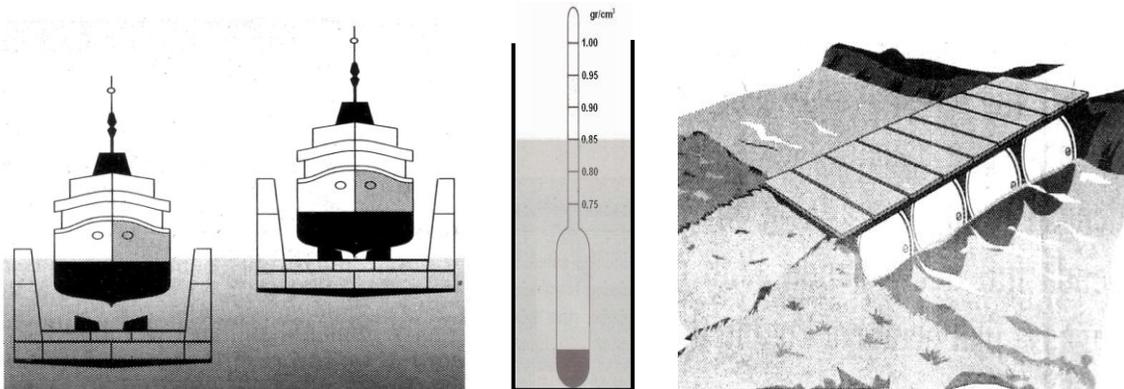
Logam dalam bentuk gelondongan, selalu tenggelam dalam air, sebab berat logam dalam bentuk gelondongan selalu lebih besar dari gaya ke atas maksimumnya. Dapat juga dikatakan bahwa logam dalam bentuk gelondongan

memiliki massa jenis yang lebih besar dari massa jenis air. Bagaimanakah caranya agar logam dapat terapung? Logam tersebut harus dibuat berongga seperti kapal atau baskom, sehingga dapat memindahkan volume zat cair lebih banyak. Akibatnya gaya ke atas maksimum akan lebih besar dari berat logam sehingga kapal terapung. Dapat juga dikatakan bahwa massa jenis kapal (bukan massa jenis logam) menjadi lebih kecil dari massa jenis air.

Gambar 12-9. Rongga kosong membuat kapal

Tetapi ingat jika kapal diletakkan miring sehingga seluruh ruang kosongnya dapat terisi air, maka kapal akan tenggelam. Sebab volume air yang dipindahkan akan sama seperti volume logam dalam bentuk gelondongan sehingga beratnya menjadi lebih besar dari gaya ke atas maksimumnya. Kapal juga dapat tenggelam jika muatan barang dan penumpang kapal berlebihan, sehingga berat kapal secara keseluruhan menjadi lebih besar dari gaya ke atas maksimumnya.

Selain pada pembuatan kapal, aplikasi Hukum Archimedes juga dipergunakan dalam pembuatan galangan kapal, jembatan ponton dan kerambah jaring terapung untuk pemeliharaan ikan di tengah waduk (danau). Agar jembatan ponton dan kerambah jaring dapat terapung, maka yang dipergunakan sebagai alas jembatan dan pemegang kerambah adalah drum kosong yang ditutup rapat, sehingga tidak kemasukan air. Jika drum kemasukan air beratnya dapat lebih besar dari gaya ke atas maksimum, akibatnya drum akan tenggelam. Pada galangan kapal jumlah air yang masuk ke dalam drum dapat diatur, sehingga galangan kapal dapat bergerak naik-turun



Gambar 12-10. Beberapa alat yang menggunakan

Pada saat kapal mau masuk atau keluar, drum diisi air sehingga galangan turun, selama kapal diperbaiki drum dikosongkan sehingga galangan terapung sambil mengangkat kapal ke atas. Salah satu alat ukur yang prinsip kerjanya menggunakan Hukum Archimides adalah *hidrometer*, yaitu alat yang dipergunakan untuk mengukur massa jenis zat cair.

### **Tugas percobaan 12-5**

#### **Prosedur percobaan :**



1. Ambil sebutir telur yang dapat tenggelam dalam air, kemudian apakah yang harus dilakukan agar telur itu dapat melayang? Tunjukkan hasilnya dengan melakukan percobaan?
2. Siapkan sebuah botol plastik bekas aqua dan sebuah pipet kecil. Isi pipet kecil dengan air secukupnya, sehingga pada saat dimasukkan ke dalam botol aqua pipet dapat sedikit terapung seperti gambar. Tutup botol aqua dengan rapat, lalu pijit dan lepaskan botol aqua itu dari samping. Apakah pipet dapat bergerak, bagaimanakah gerakan pipet tersebut?

#### **Pertanyaan :**

1. Coba jelaskan mengapa pipet dapat bergerak pada saat botol aqua dipijit dan dilepaskan?
2. Jelaskan bagaimanakah prinsip kerja kapal selam, sehingga dapat terapung, melayang dan tenggelam di laut yang dalam?

### **12.3. TEKanan GAS**

Tahukah kalian mengapa balon membesar kalau ditiup? Mengapa ban tidak kempes padahal mobil cukup berat? Mengapa alat suntikan yang dipakai dokter dapat menyedot obat cair dari dalam botol?

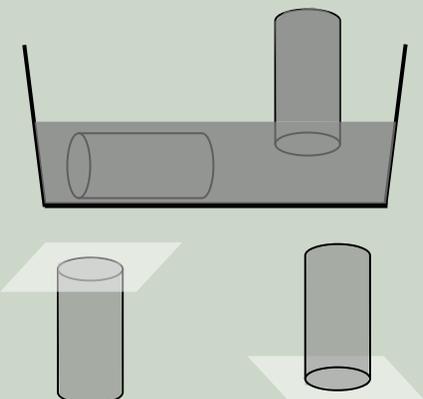


Gambar 12-11. Beberapa gejala adanya

Sama seperti zat cair, gas atau udara juga dapat menimbulkan tekanan. Untuk mengetahui lebih detil tentang tekanan udara, lakukan percobaan 12-6 sebagai berikut.

**Tugas percobaan 12-6**

**Prosedur percobaan :**

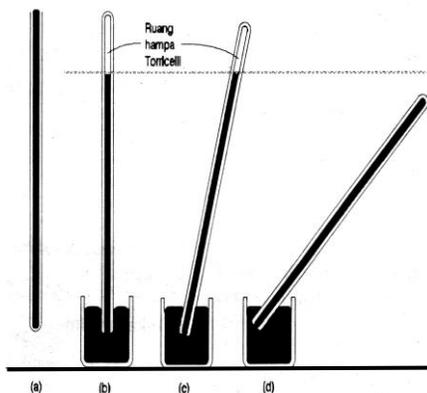


1. Siapkan sebuah tabung gelas dan baskom berisi air. Masukkan tabung gelas ke dalam baskom agar terisi air sampai penuh. Balikkan permukaan tabung gelas di dalam air, lalu tarik secara vertikal ke atas seperti gambar. Apakah air dalam tabung gelas akan turun?
2. Isi tabung gelas dengan air sampai penuh, lalu tutup dengan lembaran pelatik. Kemudian balikkan permukaan tabung gelas seperti gambar. Apakah air dan lembaran plastik akan jatuh?

**Pertanyaan :**  
Coba jelaskan bagaimana hasil percobaan tersebut dan apakah kesimpulannya?

Percobaan yang serupa telah dilakukan dipermukaan laut oleh Evangista Torricelli, dengan menggunakan raksa (Hg) dan tabung gelas yang cukup panjang seperti gambar 12-12. Ternyata tinggi kolom raksa yang naik di dalam tabung selalu 76 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa besar tekanan udara dipermukaan air laut adalah sama dengan tekanan yang ditimbulkan oleh raksa setinggi 76 cm. Besar tekanan ini kemudian disebut sebagai tekanan satu atmosfer (1 atm), berarti :

1 atm = 76 cm Hg ..... (12-5)



Gambar 12-12. Percobaan

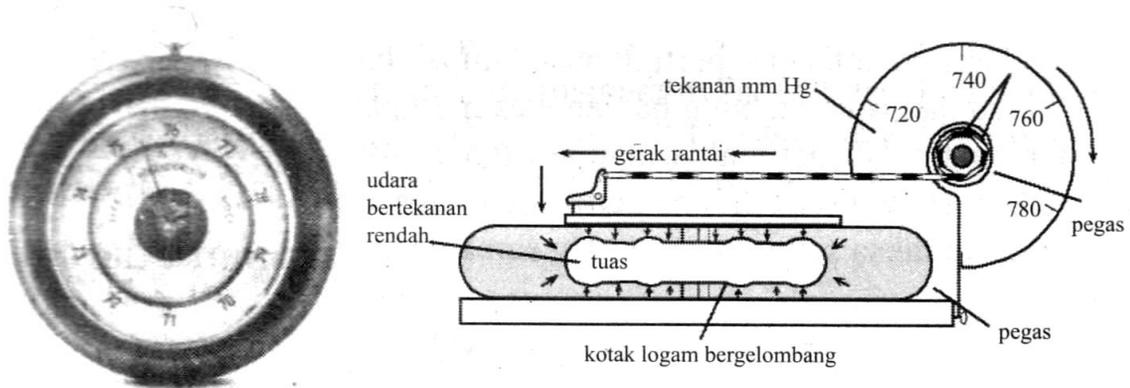
Karena massa jenis raksa  $13600 \text{ kg.m}^{-3}$ , percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m.s}^{-2}$  dan tinggi 76 cm = 0,76 m, maka besar tekanan satu atmosfer dalam sistem satuan internasional (SI) adalah :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ atm} &= \rho \cdot g \cdot h \\
 &= (13600 \text{ kg.m}^{-3})(9,8 \text{ m.s}^{-2})(0,76 \text{ m}) \\
 &= 101300 \text{ kg.m.s}^{-2} \text{ atau } 101300 \text{ N.m}^{-2}
 \end{aligned}$$

Satuan tekanan udara yang lain adalah *pascal* (pa) dan *barometer* (bar).

$$1 \text{ pa} = 1 \text{ N.m}^{-2} \quad \text{dan} \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ pa}$$

Pernahkah kalian mendaki gunung dengan membawa *barometer* sebagai alat untuk mengukur tekanan udara? Jika pernah, maka barometer tersebut akan menunjukkan bahwa semakin tinggi kita mendaki tekanan udara akan semakin kecil. Hal itu disebabkan karena kolom udara yang menekan dataran tinggi, lebih kecil dibandingkan dengan kolom udara yang menekan dataran rendah.



**Gambar 12-13. Barometer**

Rata-rata tekanan udara berkurang 1 cm Hg setiap kita mendaki setinggi 100 m, demikian juga sebaliknya setiap menuruni lembah sedalam 100 m tekanan udara akan bertambah 1 cm Hg. Tempat yang memiliki ketinggian nol adalah permukaan laut dengan tekanan udara sebesar 76 cm Hg. Oleh karena itulah ketinggian suatu tempat di muka bumi, harus dinyatakan di atas permukaan laut atau di bawah permukaan laut.

### **Tugas diskusi 12-2**

1. Misalkan seorang siswa melakukan percobaan dengan kaleng bekas minyak pelumas (oli). Kaleng yang sudah bersih diisi air setengah gelas, kemudian dipanaskan sampai airnya habis menguap. Kaleng ditutup rapat lalu disiram air dingin. Apakah yang akan terjadi pada kaleng tersebut? Coba kalian jelaskan!
2. Ukur berapa tekanan udara di sekolah, kemudian tentukan berapa tinggi sekolah dari permukaan laut?

## **TUGAS MERANGKUM**

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Apa yang dimaksudkan dengan tekanan? Tuliskan rumus dan satuannya!
2. Apa faktor yang mempengaruhi besar tekanan dalam zat cair? Tuliskan rumusnya!
3. Apa yang dimaksudkan dengan hukum utama hidrostatika?
4. Apa yang dimaksudkan dengan paradok hidrostatika?
5. Bagaimana sifat bejana berhubungan?
6. Apa yang dimaksud dengan Hukum Pascal?
7. Apa contoh alat yang prinsip kerjanya menggunakan Hukum Pascal?
8. Apa yang dimaksud dengan Hukum Archimides? Tuliskan rumus besar gaya ke atas yang dialami benda di dalam zat cair!
9. Apa contoh alat yang prinsip kerjanya menggunakan Hukum Archimides?
10. Syarat apakah yang harus dipenuhi agar benda dapat tenggelam, melayang dan terapung dalam zat cair?
11. Dimana tempat yang memiliki tekanan udara 1 atmosfer?
12. Selain atmosfer, apakah satuan tekanan udara yang lain? Tuliskan bagaimana konversinya!
13. Bagaimana hubungan perubahan tekanan udara dengan perubahan tingginya tempat?

## **SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN**

### **A. Bentuk Soal Pilihan Ganda**

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan.

1. Alat yang prinsip kerjanya menggunakan Hukum Pascal adalah : .....  
A. Pisau yang tajam  
B. Kerambah ikan terapung  
C. Dongkrak hidrolik  
D. Jembatan ponton

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

2. Menurut Hukum Archimides, benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas sebesar : .....  
A. Berat zat cair yang dipindahkan  
B. Volume zat cair yang dipindahkan  
C. Massa benda yang dicelupkan ke dalam zat cair  
D. Volume benda yang dicelupkan ke dalam zat cair

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

3. Semakin dalam suatu benda tenggelam dalam zat cair, maka benda akan mengalami : .....
- A. Gaya ke atas semakin besar                      C. Gaya berat semakin besar  
 B. Tekanan semakin besar                            D. Resultan gaya semakin besar

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

4. Alat yang dipergunakan untuk mengukur tekanan udara luar adalah : .....
- A. Dinamometer      B. Hidrometer      C. Barometer      D. Termometer

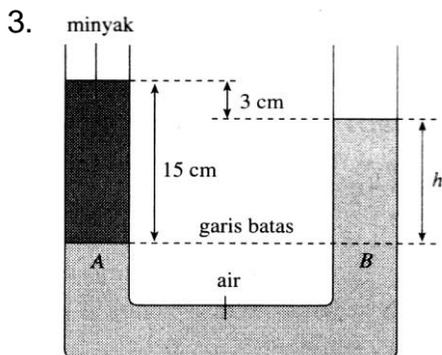
Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

5. Sifat zat cair yang dinyatakan sebagai paradok hidrostatika adalah :
- A. Tekanan zat cair di dasar bejana tidak ditentukan oleh bentuk bejana  
 B. Permukaan zat cair dalam bejana berhubungan selalu mendatar  
 C. Tekanan di setiap titik dalam zat cair yang sejenis adalah sama  
 D. Tekanan zat cair tidak dipengaruhi oleh massa jenis zat cair

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

**B. Bentuk Soal Uraian**

1. Sebuah benda ditimbang di udara beratnya 10 N, ditimbang dalam air beratnya 8 N, ditimbang dalam minyak beratnya 8,5 N. Tentukan massa jenis minyak, jika diketahui massa jenis air  $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .
2. Jika tekanan udara di suatu desa adalah 61 cm Hg, berapakah ketinggian letak desa tersebut dari permukaan air laut?



Dalam suatu percobaan pipa U, diperoleh data hasil pengamatan seperti dalam gambar di samping. Jika diketahui massa jenis air  $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ , tentukan berapa massa jenis minyak tersebut?

4. Sebuah dongkrak hidrolik mampu mengangkat sebuah mobil dengan gaya dorong  $10^2 \text{ N}$  pada tabung kecilnya. Berapakah berat mobil tersebut, jika diketahui perbandingan luas penampang kedua tabung dongkrak hidrolik tersebut adalah 2 : 75.
5. Sebuah benda yang massa jenisnya  $7500 \text{ kg.m}^{-3}$  memiliki berat di udara 15 N. Berapakah berat benda tersebut jika ditimbang dalam zat cair yang memiliki massa jenis  $850 \text{ kg.m}^{-3}$