

Fluida Si Muka Seribu

MODUL TEMA 6

**FISIKA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Hak Cipta © 2018 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

Fisika Paket C - Setara SMA/MA kelas XI
Modul Tema 6 : Fluida si Muka Seribu

■ **Penulis:** Sanserlis F. Toweula

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 38 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar

Daftar Isi

Petunjuk Penggunaan Modul

Tujuan Pembelajaran Modul

UNIT 1 Sifat Pertama Fluida Statis

A. Massa Jenis dan Tekanan

B. Memberikan Tekanan

C. Meneruskan Tekanan

Penugasan 1

Latihan 1

UNIT 2 Sifat Kedua Fluida: Memberikan Gaya

A. Memberikan Gaya Ke atas

B. Membuat Benda Terapung, Melayang dan Tenggelam

C. Membentuk Tegangan Permukaan

Penugasan 2

Latihan 2

UNIT 3 Sifat Ketiga Fluida: Meniskus dan Kapilaritas

A. Adhesi dan Kohesi

B. Menimbulkan Meniskus

C. Menimbulkan Kapilaritas

Penugasan 3

Latihan 3

Unit 4 : Terampil Menerapkan

- Merancang dan Membuat alat-alat sederhana untuk membuktikan sifat-sifat fluida statis

Penugasan:

Membuat laporan tentang alat-alat sederhana yang dibuat

Rangkuman

Uji Kompetensi

Kriteria Pindah Modul

Kunci Jawaban

Saran Referensi

Daftar Pustaka

Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini disusun untuk Palet C kelas XI. Modul ini disusun secara berurutan sesuai dengan urutan materi yang perlu dikuasai. Modul ini dilengkapi dengan uraian materi sebagai sumber pengetahuan, penugasan, latihan soal dan tes formatif untuk menguji pemahaman dan penguasaan materi warga belajar. Agar lebih memahami materi modul ini, lakukanlah langkah-langkah berikut:

1. Pastikan diri Anda sudah siap belajar
2. Berdoalah sebelum memulai belajar
3. Bacalah dan pahami materi dalam modul
4. Catatlah materi yang kurang dipahami
5. Diskusikan materi yang belum dipahami dengan teman atau pendidik
6. Kerjakan latihan dan tugas yang terdapat dalam modul
7. Jika telah memahami seluruh materi maka kerjakanlah evaluasi akhir modul
8. Selamat belajar!

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini warga belajar diharapkan memahami tentang sifat-sifat fluida statis. Dari pemahaman tersebut warga belajar dapat menggunakannya untuk memahami dan menyelesaikan berbagai persoalan tekanan dan gaya yang diberikan oleh fluida statis yang dijumpai di kehidupan sehari-hari. Melalui pengetahuan dan pemahaman tentang berbagai sifat fluida statis dan pemanfaatannya dalam berbagai fenomena fluida yang umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, warga belajar membangkitkan dalam dirinya rasa ingin tahu, semangat bekerja sama, bekerja keras, jujur dan bertambah kepercayaan dirinya.

Berdasarkan pemahaman pengetahuan tentang fluida statis yang bermuka seribu ini, warga belajar akan merancang dan membuat alat-alat sederhana yang dapat membuktikan sifat-sifat fluida statis ini.

Selamat Belajar.

Salam MAJAWA! Orang yang bersungguh-sungguh pasti memperoleh yang dicita-citakannya.

Pengantar Modul 6

Bacalah dengan cermat informasi berikut ini sampai selesai, lalu Anda dapat meneruskan mempelajari materi yang disajikan.

FLUIDA SI MUKA SERIBU

Anda telah belajar bahwa materi mempunyai 3 keadaan padat, cair dan gas. Zat padat mempunyai bentuk tetap. Sedangkan zat cair mempunyai bentuk yang berubah-ubah sesuai tempatnya berada. Selain itu juga memiliki sifat dapat mengalir, maka zat cair dinamakan zat alir atau *fluida*. Tentang sifat-sifat fluida yang dapat mengalir ini akan dibahas pada Modul ini, yaitu setelah Anda menguasai dengan baik materi Fluida si muka seribu.

Mengapa fluida dapat dikatakan bermuka seribu?



Gambar 1 Fluida bermuka bulat di dedaunan
<http://kameumeutindung.blogspot.com/>

Permukaannya datar tetapi bentuknya menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran tempatnya berada. Tepatlah kalau Anda mengatakan bahwa fluida yang diam bermuka seribu.

Dalam peluang ini Anda akan mempelajari sifat-sifat fluida yang diam (fluida statis) yaitu zat alir yang tidak bergerak.

Ketika berada di dedaunan, gambar 1 fluida akan bermuka bulat. Tentu bentuk bulat seperti ini sering Anda jumpai sehabis hujan atau di pagi hari. Sungguh pemandangan yang luar biasa bukan? Saya pastikan sekarang Anda sedang berpikir mengapa bisa bermuka bulat seperti itu?

Lain lagi bentuknya ketika berada di dalam bejana seperti tampak Gambar 2.



commons.wikimedia.org

pixabay.com

Gambar 2 Fluida bermuka datar sesuai tempatnya di dalam bejana.

Fluida statis adalah zat alir yang *tidak bergerak* karena berada di dalam suatu wadah seperti bejana, tabung, ember, bak, kolam, dana atau di lautan.

Agar lebih mudah mempelajari materi ini, Anda harus mengingat kembali pelajaran di kelas X tentang massa jenis (ρ) dan tekanan (p).

Anda memulainya dari hal-hal sederhana dahulu. Selamat membaca.

Unit 1

Sifat Pertama Fluida Statis

A. Massa Jenis dan Tekanan

Massa Jenis (ρ)

Massa jenis adalah ukuran yang menyatakan massa benda setiap satuan volumenya. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya.

Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.

Secara matematika ditulis

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Di mana m adalah massa benda dalam satuan kilogram (kg)

V adalah volume benda dalam satuan (m^3)

ρ adalah massa jenis benda dengan satuan $kg \cdot m^{-3}$

Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air). Massa jenis merupakan ciri khas dari suatu zat. Dan satu zat berapapun massanya, berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama.

Tekanan (p)

Tekanan merupakan suatu besaran fisika yang besar dan arahnya ditentukan dari gaya (F) yang bekerja pada suatu benda tiap satuan luas (A) benda itu.

Secara matematika ditulis,

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

Di mana F adalah besar gaya tekan dalam satuan Newton (N)

A adalah luas penampang bidang yang menerima tekanan dalam satuan m^2

p adalah tekanan yang dialami permukaan benda dalam satuan Nm^{-2}

Dari hubungan di atas tampak bahwa tekanan (p) berbanding terbalik dengan luas bidang (A) yang mengalami tekanan. Apakah makna dari hubungan ini? Perhatikan sebuah pisau Gambar 3, akan Anda jumpai bahwa salah satu sisi dari pisau lebih runcing dari sisi lainnya. Jika bagian yang runcing ini kurang maksimal bekerja maka Anda akan mengambil batu asah atau alat pengasah pisau untuk meruncingkannya kembali. Mengapa demikian? Sesuai hubungan di atas tekanan akan maksimal jika luas permukaan yang mengalami gaya sekecil-kecilnya. Jika luas permukaan bidang seluas-luasnya maka dengan besar gaya yang sama akan menimbulkan efek tekanan yang sekecil-kecilnya.



Gambar 3 Pisau Jenis meat cleaver untuk memotong daging dengan sekali ayunan.

Contoh Soal

Anggaplah Anda memiliki massa 65 kg. Anda sedang berdiri tegak dengan sikap sempurna di atas permukaan lantai. Jika luas permukaan telapak kaki Anda 600 cm^2 dan percepatan gravitasi setempat 10 m.s^{-2} , berapakah tekanan yang dialami lantai:

- Ketika berdiri dengan kedua kaki?
- Berdiri dengan salah satu kaki diangkat?
- Berapakah perbedaan tekanan yang timbul?

Pembahasan:

Gaya F dalam hal ini diberikan oleh berat Anda sendiri

$$F = m \cdot g = 65 \times 10 = 650 \text{ N}$$

Luas tiap telapak kaki Anda,

$$A = 600 \text{ cm}^2 = 0,06 \text{ m}^2$$

- Ketika berdiri dengan 2 kaki, maka $A = (0,06) \times 2 = 0,12 \text{ m}^2$

Tekanan yang dialami lantai:

$$p = \frac{650}{0,12} = 54,17 \times 10^2 = 5,417 \times 10^3 \text{ N.m}^{-2}$$

- Ketika berdiri dengan 1 kaki, maka $A = 0,06 \text{ m}^2$

$$p = \frac{650}{0,06} = 54,17 \times 10^2 = 10,83 \times 10^3 \text{ N.m}^{-2}$$

- Perbedaan tekanan yang di alami lantai

$$\Delta p = (10,83 - 5,417) \times 10^3 = 5,41 \times 10^3 \text{ N.m}^{-2}$$

Ketika berdiri dengan satu kaki efek tekanan yang ditimbulkan lebih besar tetapi luas permukaan yang mengalami tekanan juga lebih kecil. Prinsip inilah yang digunakan dalam pembuatan senjata tajam pada umumnya. Jadi,

Sebuah gaya yang sama akan memberikan tekanan paling besar ketika luas permukaan benda yang mengalami gaya tersebut kecil, dan akan memberikan tekanan yang kecil ketika dikenakan pada permukaan yang luas.

Memahami konsep massa jenis dan tekanan sangat penting untuk mempelajari sifat-sifat fluida statis. Jika sudah memahami dengan baik konsep massa jenis dan tekanan tersebut silahkan melanjutkan pelajaran Anda. Selamat belajar, Man Jadda Wajada.

B. Memberikan Tekanan

a. Tekanan Hidrostatika (p_h)

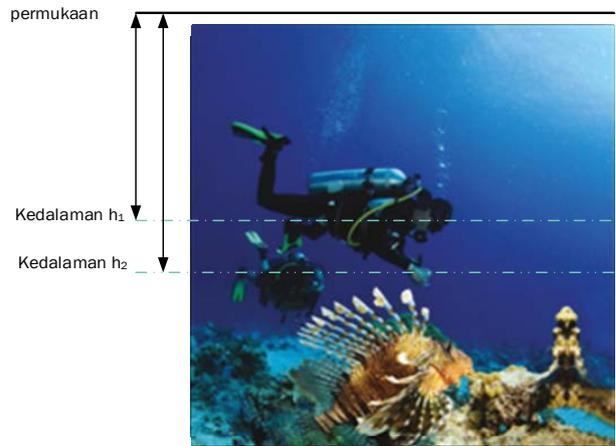
Ambil kantong plastik transparan ukuran sedang dan isi dengan air sampai $\frac{3}{4}$ bagian. Pegang pada ujung yang tidak berisi air, lalu ambil jarum/paku kecil kemudian tusuklah kantong plastik tersebut. Anda akan melihat bahwa air segera memancar keluar.



Gambar 4 Percobaan sederhana tentang tekanan zat cair

Mengapa air dapat memancar keluar? Zat cair dalam kantong plastik merupakan fluida statis yang memberikan tekanan pada dinding atau kantong plastik. Ketika dinding diberi lubang, air segera memancar keluar karena adanya tekanan dari zat cair tersebut.

Ketika menyelam di dalam air, Anda akan merasakan tekanan di seluruh tubuh terutama di bagian dada, Gambar 5. Ketika menyelam lebih dalam lagi akan terasa tekanannya juga makin besar. Anda merasakan hal ini karena fluida statis memberikan tekanan, dan tekanan itu diberikan ke segala arah sama besar. Sebuah benda yang berada sebagian atau seluruhnya di dalam air akan mengalami tekanan zat cair tersebut sama besar di seluruh bagian benda.



Gambar 5 Penyelam mengalami tekanan fluida pada kedalaman h .
Sumber : <http://ucha-weblog.com/saya-tahu-mengapa-laut-begitu-setia-pada-langit/>

Besar tekanan di semua titik di dalam zat cair sebanding dengan massa jenis (ρ) dan kedalaman (h) di hitung dari permukaannya.

Secara matematika ditulis

$$p_h \approx \rho \cdot h$$

Faktor pembandingnya adalah percepatan gravitasi (g) setempat, sehingga tekanan:

$$p_h = \rho \cdot g \cdot h \text{ atau } p_h = w_\rho \cdot h$$

Di mana ρ adalah massa jenis, satuan ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

g adalah percepatan gravitasi setempat, satuan $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

h adalah kedudukan titik/kedalaman fluida dari permukaan, satuan m .

w_ρ adalah berat jenis ($w_\rho = \rho \cdot g$), satuan $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$.

p_h adalah tekanan fluida pada kedalaman h , satuan $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$.

Tekanan yang diberikan/dimiliki fluida statis pada kedalaman h dari permukaannya dinamakan *tekanan hidrostatis* (p_h).

Besar tekanan hidrostatis memiliki beberapa satuan

1) Pascal (Pa)

$$1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1 \text{ Pa}$$

2) Atmosfir (atm)

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = 0,99 \times 10^{-5} \text{ atm}$$

Satuan atmosfer lebih umum digunakan untuk tekanan udara dengan alat Barometer.



Gambar 6 Barometer

3) cmHg.

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg}$$

$$76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Umumnya digunakan untuk menyatakan tekanan darah dengan alat Tensimeter.



Gambar 7 Tensimeter

4) lb.in⁻² = psi

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,145 \times 10^{-3} \text{ lb/in}^2 \text{ (psi)}$$

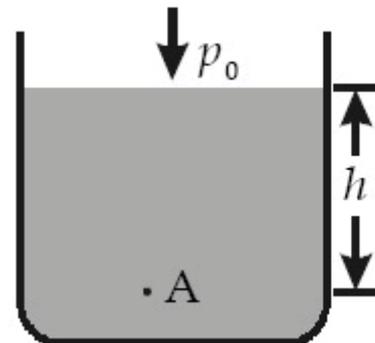
Umumnya dipakai untuk menyatakan tekanan udara di dalam ban kendaraan bermotor dengan alat *Tyre Gauge*.



Gambar 8 Tyre Gauge

b. Tekanan Total (p_t)

Seorang yang menyelam di laut atau di kolam renang pada kedalaman tertentu selain mengalami tekanan hidrostatis, juga akan mengalami tekanan udara, Gambar 9. Tekanan udara ini diberikan oleh udara yang berada dipermukaan laut atau kolam renang. Hal ini sesuai dengan sifat fluida yang memberikan tekanan pada dinding atau benda yang berada di dalamnya. Besar tekanan udara di permukaan laut/kolam pada keadaan normal adalah 76 mmHg = 10^5 Pa (N.m^{-2}).



Gambar 9 Tekanan Total

Tekanan total (p_t) yang dialami penyelam merupakan jumlah tekanan udara luar (p_o) dan tekanan hidrostatis (p_h)

Secara matematika ditulis,

$$p_t = p_o + p_h$$
$$p_t = p_o + \rho \cdot g \cdot h$$

Di mana p_o adalah tekanan udara luar.

p_h adalah tekanan hidrostatis.

p_t adalah tekanan total.

Contoh Soal

Tekanan pada permukaan air laut besarnya 100 kPa. Berapakah tekanan yang dialami seorang penyelam pada kedalaman 10 m, jika percepatan gravitasi setempat 10 m.s^{-2} ?

Pembahasan:

Tekanan pada permukaan laut dinamakan tekanan atmosfer (p_o)

$$p_o = 100 \text{ kPa} = 100 \times 10^3 = 10^5 \text{ Pa}$$

Tekanan hidrostatis yang dialami penyelam (p_h)

$$p_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\text{Massa jenis air } \rho_{\text{air}} = 1 \text{ gr.cm}^{-3} = 10^{-3} \times 10^6 = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{Percepatan gravitasi } g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$p_h = \rho \cdot g \cdot h = 10^3 \times 10 \times 10 = 10^5 \text{ Pa}$$

Tekanan total yang dialami penyelam:

$$p_t = p_o + \rho \cdot g \cdot h$$

$$p_t = 10^5 \text{ Pa} + 10^5 \text{ Pa} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Pada tekanan udara normal 1 atm (10^5 Pa) seorang penyelam yang berada pada kedalaman 10 m di dalam air akan mengalami tekanan total sebesar 2 kali tekanan udara normalnya.

C. Meneruskan Tekanan

Ketika menyelam Anda akan mengalami tekanan hidrostika dan tekanan udara luar.

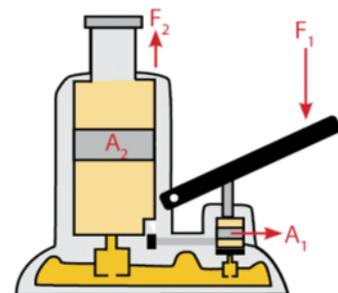


Gambar 11 Blaise Pascal
https://id.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal

Tekanan udara luar dialami oleh permukaan air tetapi dialami juga penyelam yang berada pada kedalaman tertentu dari permukaan air. Ini menunjukkan bahwa zat cair meneruskan tekanan udara luar sampai ke dasar bejana. Tekanan udara luar yang diteruskan oleh zat cair ini sama besarnya di permukaan sampai ke dasar. Fenomena ini dirumuskan oleh Blaise Pascal (1623 – 1662 M) seorang ilmuwan berkebangsaan Perancis sebagai berikut:

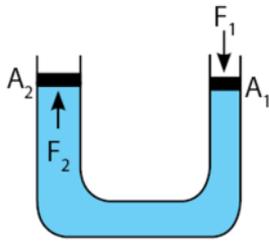
"Tekanan yang diberikan pada suatu fluida (gas atau zat cair) dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah sama rata" di kenal sebagai Hukum Pascal.

Hukum Pascal sangat banyak penerapannya di kehidupan sehari-hari. Ketika memompa ban sepeda Anda menekan piston yang ada di ujung tabung dan udara di ujung tabung yang lain akan mendorong pentil sepeda dengan tekanan yang sama sehingga udara pun masuk ke dalam ban. Ketika mengganti ban mobil yang kempis Anda menggunakan dongkrak hidrolik, Gambar 12. Anda menekan berulang-ulang piston pada salah satu ujung pompa dan piston di ujung lainnya akan bergerak menunjukkan bahwa tekanan diteruskan oleh fluida di dalam pompa hidrolik.



Gambar 12 Diagram Pompa Hidrolik
<http://idschool.net/smp/fisika-smp/contoh-hukum-pascal->

Anda gunakan Gambar 13 untuk merumuskan hukum Pascal secara matematika. Ketika gaya F_1 diberikan pada pipa berpenampang A_1 akan menciptakan tekanan p_1 . Sesuai Hukum Pascal tekanan p_1 diteruskan oleh fluida di dalam tabung ke pipa berpenampang A_2 sehingga mengalami tekanan p_2 . Hubungan ini secara matematika ditulis,



Gambar 13 Diagram tekanan pada Pompa Hidrolik

$$p_1 = p_2$$

Berdasarkan konsep tekanan $p = F/A$, maka dapat ditulis

$$p_1 = p_2 \quad \leftrightarrow \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Di mana F_1 adalah gaya yang diberikan pada pipa berpenampang kecil
 F_2 adalah gaya yang diberikan pada pipa berpenampang lebih besar
 A_1 adalah luas penampang pipa kecil
 A_2 adalah luas penampang pipa besar
 p_1 adalah tekanan pada pipa kecil
 p_2 adalah tekanan pada pipa besar

Selain pada pompa hidrolik prinsip Hukum Pascal ini banyak digunakan dalam bidang industri misalnya rem hidrolik, pompa hidrolik, kempa hidrolik dan sistem hidrolik alat-alat berat. Rumusan Pascal ini terbukti memberikan manfaat yang luar biasa untuk memudahkan dan menyederhanakan pekerjaan.

Contoh Soal

Suatu mesin pengangkat mobil, Gambar 14 bekerja sesuai prinsip Hukum Pascal. Mesin ini memiliki dua buah tabung silinder yang berhubungan. Kedua tabung mempunyai diameter berbeda ini ditutup pengisap (piston) setelah diisi penuh air. Pada tabung



Gambar 14 Alat Pompa Hidrolik di tempat cucian mobil.

<http://specialishidrolik.blogspot.com/2015/12/Cucian-Hidrolik-Mobil.html>

besar dapat diletakkan mobil yang hendak diangkat. Lalu pengisap pada tabung kecil diberikan gaya tekan dan ternyata mobil terangkat ke atas.

Untuk mengatur ketinggian mobil yang diangkat dapat diatur dari tabung kecil. Jika berat mobil 3 ton, diameter pengisap tabung besar 30 cm dan diameter pengisap kecil 5 cm dan percepatan gravitasi setempat 10 ms^{-2} , berapakah besar gaya tekan yang harus diberikan agar dapat mengangkat mobil?

Pembahasan:

Diketahui:

1 ton = 1000 kg

Berat mobil $W_m = m \cdot g = 30.000 \text{ N}$

Diameter $d_1 = 5 \text{ cm}$

$d_2 = 30 \text{ cm}$

Ditanya:

Berapakah gaya F_1 untuk mengangkat mobil?

Penyelesaian:

Tabung berbentuk silinder sehingga

$$A_1 = \frac{1}{4} \pi d_1^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \pi d_2^2$$

$F_2 = W_m$ (sesuai prinsip keseimbangan)

Dari Hukum Pascal dan Tekanan diperoleh

$$p_1 = p_2 \quad \leftrightarrow \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{\frac{1}{4} \pi d_1^2} = \frac{W_m}{\frac{1}{4} \pi d_2^2} \rightarrow \frac{F_1}{d_1^2} = \frac{W_m}{d_2^2} \rightarrow \frac{F_1}{5^2} = \frac{30.000}{30^2} \rightarrow F_1 = 833,3 \text{ N}$$

Dari hasil ini tampak bahwa untuk mengangkat mobil yang massanya 3000 kg, Anda hanya membutuhkan gaya tekan 83,33 N, atau 2,8 % ($\cong 3 \%$) dari berat mobil tersebut. Ini sangat efisien bukan!. Man Jadda Wajada!

Penugasan 1 : Kegiatan Berkelompok

Petunjuk :

Lakukan Literasi (studi pustaka, digital, observasi langsung) untuk menemukan alat-alat dalam kehidupan sehari-hari yang prinsip kerjanya menggunakan Hukum Pascal.

1. Anda cukup memilih 1 alat saja bekerja berdasarkan prinsip Hukum Pascal
2. Kemukakan bagian-bagian dari alat tersebut dan perannya masing-masing
3. Uraikan penerapan Hukum Pascal pada alat tersebut

4. Kemukakan spesifikasi alat tersebut dan kemungkinan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari
5. Buatlah laporan studi kelompok Anda dan presentasikan sesuai kesepakatan dengan tutor Anda.

Selamat bekerja.

Latihan 1

Soal-soal berikut dikerjakan secara mandiri, dan hasil pekerjaan Anda disampaikan kepada tutor untuk mendapat penilaian.

1. Seekor ikan berada di dalam kolam air pada kedalaman 1,2 m dari permukaan air. Jika massa jenis air 1000 kg/m^3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 . Berapakah tekanan yang dialami oleh ikan tersebut?

Jawab : [12.000 Pa]

2. Mobil yang beratnya 5.000 N diletakkan di atas piston besar yang mempunyai luas 250 cm^2 . Berapa gaya minimal yang harus diberikan pada piston kecil yang memiliki luas 5 cm^2 agar mobil dapat terangkat?

[F = 1000 N]

3. Umar mengukur tekanan pada dasar kolam renang dengan menggunakan suatu ukur tekanan dalam air. Jika pada alat tersebut tertulis tekanannya sebesar 50.000 N/m^2 dan massa jenis air 1 g/cm^3 dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 . Berapakah kedalaman kolam renang yang diukur Umar?

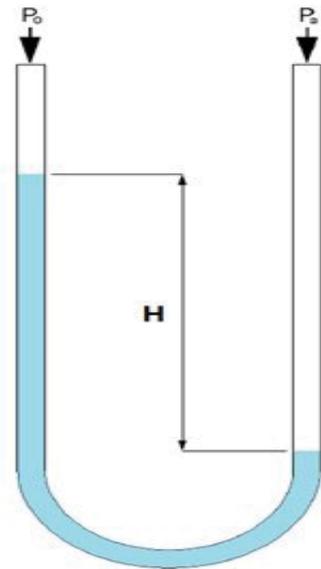
Jawab: [h = 5 m]

4. Tekanan atmosfer pada permukaan laut sebesar $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$. Kenapa kita tidak merasakan tekanan atmosfer menekan tubuh kita?

5. Perhatikan gambar berikut.

Pada gambar, terdapat dua tekanan yang diberikan pada selang berbentuk U yang berisi air raksa, terhubung langsung dengan udara bebas atau merupakan tekanan atmosfer. Berapa besar tekanan P_a jika diketahui beda ketinggian air (H) sebesar 1,2 m?

Jawab : [$P_a = 2,61 \times 10^5 \text{ Pa}$]



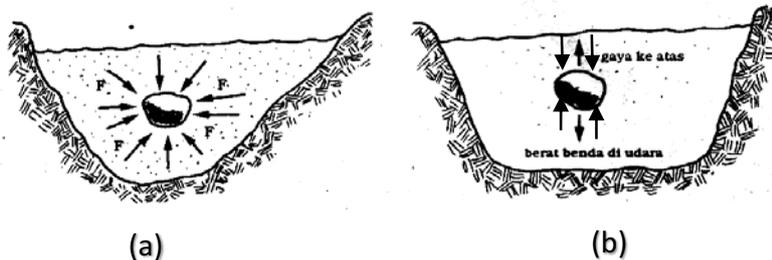
Unit 2

Sifat Kedua : Memberikan Gaya

1. Memberikan Gaya Ke atas

Fenomena gaya ke atas yang dikerjakan fluida sangat banyak ditemukan dan Anda alami di kehidupan sehari-hari. Juga sudah banyak dimanfaatkan untuk memudahkan berbagai pekerjaan umat manusia. Mulai dari perahu kecil sampai kapal pesiar yang mewah dapat berfungsi sebagai sarana transportasi karena adanya gaya ke atas ini. Sekarang Anda akan mempelajari aspek fisika dari gaya ke atas ini.

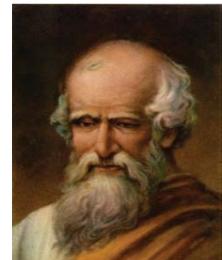
Ada 3 keadaan benda yang umum dijumpai ketika berada di dalam air yaitu terapung, melayang dan tenggelam. Bagaimana fisika menjelaskan hal ini? Ambillah sebuah batu dan masukkan ke dalam air seperti gambar 15



Gambar 15 Benda (batu) yang dimasukkan ke dalam air akan menerima tekanan dari segala arah oleh fluida

Penjelasan Gambar 15

- (a) Ketika batu berada di dalam fluida, maka batu akan menerima gaya tekanan dari segala arah sama besar. Hal ini sesuai sifat fluida yang pertama. Pada keadaan ini gaya-gaya akan saling berpasangan dan arahnya berlawanan sehingga resultan gaya-gaya tersebut nol.
- (b) Batu memiliki gaya berat ($W = m \cdot g$) sehingga ketika di dalam air gaya-gaya vertikal yang searah dan berlawanan dengan arah gaya berat batu tidak menghasilkan resultan nol, tetapi menghasilkan selisih gaya yang besarnya sangat bergantung pada berat batu tersebut. Selisih gaya inilah yang akan menentukan keadaan benda (batu) di dalam air, terapung, melayang atau tenggelam. Selisih gaya-gaya pada arah vertikal ini dinamakan gaya ke atas. Dan akibat gaya ke atas batu terasa lebih ringan ketika berada di dalam air.



Gambar 17 Archimedes
www.tes.com/lessons/uz2NA8KzDufGdA/archimedes

Besar gaya ke atas (F_a) merupakan selisih berat benda di udara, W_u , dengan berat benda di dalam fluida, W_f .

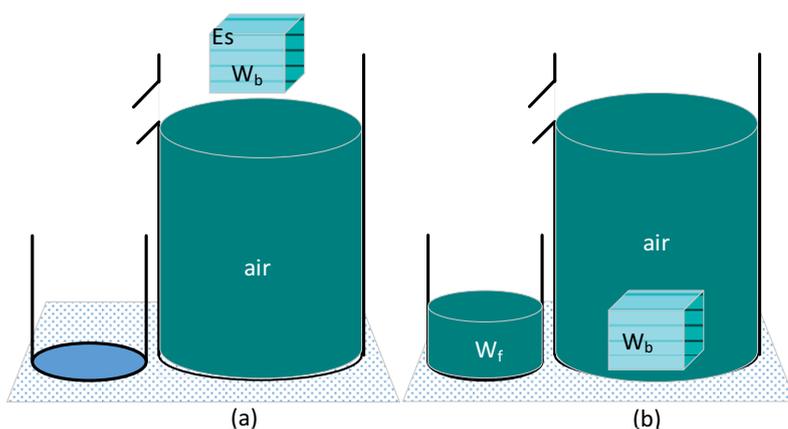
$$F_a = W_u - W_f$$

Berat benda di dalam air dapat juga dikatakan sebagai berat semu benda itu.

Archimedes (287 – 212 SM) ilmuwan berkebangsaan Italia memberikan rumusan lain tentang gaya ke atas dengan meninjau berat fluida yang dipindahkan oleh benda ketika dimasukkan ke dalam fluida tersebut.

"Sebuah benda yang dimasukan ke dalam suatu fluida akan mengalami gaya ke atas sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda."

Rumusan ini dikenal sebagai Azas Archimedes, dan Anda akan mempelajarinya melalui ilustrasi berikut ini.



Gambar 18 Benda yang dimasukan ke dalam air akan menggeser kedudukan sejumlah fluida sehingga tumpah

Sebuah bejana besar berisi air dan bejana kecil dalam keadaan kosong, Gambar 18a. Kemudian sebuah balok dengan berat W_b dimasukkan ke dalam bejana, mengakibatkan sebagian air tumpah Gambar 18b. Air yang ditampung dalam bejana kecil dinamakan

berat zat cair yang dipindahkan. Berapakah berat zat cair yang dipindahkan ini?

$$W_f = m_f \cdot g$$

Dari konsep massa jenis diketahui bahwa $m_f = \rho \cdot V_f$

$$W_f = \rho \cdot V_f \cdot g$$

Volume zat cair yang dipindahkan (V_f) akan sama dengan volume benda (V_b) yang dimasukan ke dalam bejana ($V_f = V_b$) maka,

$$W_f = \rho \cdot V_f \cdot g \rightarrow W_f = \rho \cdot V_b \cdot g$$

Berdasarkan azas Archimedes besarnya gaya ke atas (F_a) yang diterima oleh benda (balok) besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan, sehingga diperoleh

$$F_a = \rho_f \cdot V_b \cdot g$$

Di mana F_a adalah gaya ke atas yang dialami benda

V_b adalah volume benda yang berada di dalam air

ρ_f adalah massa jenis fluida (air)

g adalah percepatan gravitasi setempat

W_f adalah berat fluida yang dipindahkan

W_b adalah berat benda yang dimasukkan ke dalam fluida

Contoh Soal

Sekelompok siswa melakukan percobaan untuk menghitung volume batu menggunakan gelas ukur. Ketika batu dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi air, ternyata air yang tumpah 20 cm^3 . Jika percepatan gravitasi setempat 10 ms^{-2} dan massa jenis air 1000 kgm^{-3} , berapakah:

- (a) volume batu,
- (b) berat air yang dipindahkan, dan
- (c) gaya ke atas yang dialami batu.

Pembahasan:

$$V_f = 20 \text{ cm}^3 = 20 \times 10^{-6} \text{ m}^3,$$

$$g = 10 \text{ ms}^{-2} \text{ dan}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1000 = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

- (a) Ketika dimasukkan ke dalam air, batu akan tenggelam, sehingga seluruh bagian batu berada di dalam air, maka

$$\text{Volume batu} = \text{Volume air yang tumpah, } V_b = V_f = 20 \text{ cm}^3$$

- (b) Berat air yang dipindahkan adalah berat air yang tumpah ke bejana kecil

$$W_f = \rho \cdot V_b \cdot g = (10^3) \times (20 \cdot 10^{-6}) \times (10) = 0,2 \text{ N}$$

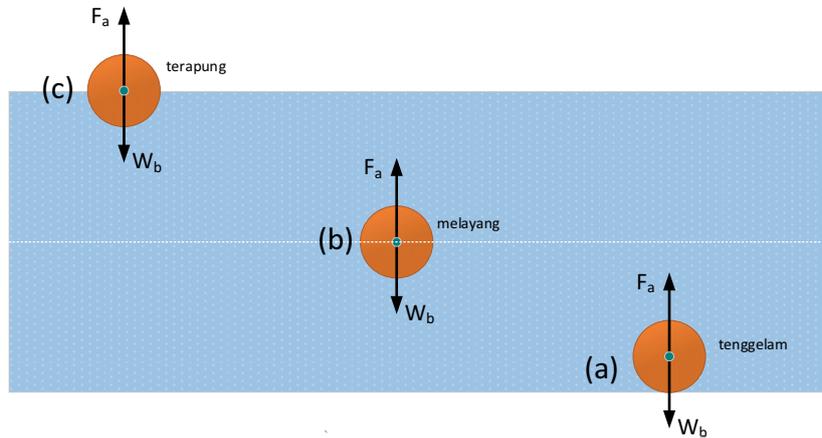
- (c) Gaya Ke atas yang dialami batu sama dengan berat fluida yang dipindahkan

$$F_a = W_f = 0,2 \text{ N}$$

Fluida memberikan gaya ke atas sangat kecil sebesar $0,2 \text{ N}$ sehingga batu tenggelam.

2. Membuat Benda Terapung, Melayang dan Tenggelam

Berdasarkan azas Archimedes atau konsep gaya ke atas dikelompokkan 3 keadaan benda yang dimasukkan ke dalam fluida statis, seperti pada Gambar 19.



Gambar 19 Benda yang dimasukkan ke dalam air dapat berada dalam tiga keadaan (a) tenggelam, (b) melayang, dan (c) terapung.

a. Tenggelam

Sebuah benda yang dimasukkan ke dalam fluida akan **tenggelam** apabila berat benda lebih besar dari gaya ke atas yang dialaminya, Gambar 19a.

$$W_b \gg F_a$$
$$\rho_b \cdot V_b \cdot g \gg \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

Ketika tenggelam seluruh bagian benda berada di dalam fluida sehingga $V_b = V_f$, dan karena percepatan gravitasi setempat sama besar, maka

$$\rho_b \gg \rho_f$$

Jika massa jenis benda jauh lebih besar dari massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut tenggelam.

b. Melayang

Sebuah benda yang dimasukkan ke dalam fluida akan **melayang** apabila berat benda sama besar dengan gaya ke atas yang dialaminya, Gambar 19b.

$$W_b = F_a$$
$$\rho_b \cdot V_b \cdot g = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

Ketika melayang seluruh bagian benda berada di dalam fluida sehingga $V_b = V_f$, dan karena percepatan gravitasi setempat sama besar, maka

$$\rho_b = \rho_f$$

Jika massa jenis benda sama besar dengan massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut melayang.

c. Terapung

Sebuah benda yang dimasukkan ke dalam fluida akan **melayang** apabila berat benda jauh lebih kecil dari gaya ke atas yang dialaminya, Gambar 19c.

$$W_b = F_a$$
$$\rho_b \cdot V_x \cdot g = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

Ketika terapung hanya beberapa bagian benda yang berada di dalam fluida yaitu $V_x = V_f$. Misalkan bagian benda yang berada di dalam fluida adalah "x" bagian, maka dapat ditulis

$$V_f = V_x = x \cdot V_b$$
$$\rho_b \cdot (x \cdot V_b) \cdot g = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

dan karena percepatan gravitasi setempat sama besar, maka

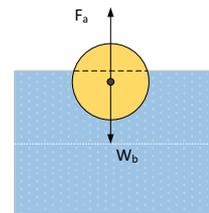
$$\rho_b \cdot (V_b) = \rho_f \cdot V_f$$
$$\rho_b = \frac{V_f}{V_b} \rho_f \rightarrow \rho_b = \frac{V_x}{V_b} \rho_f$$

Jika massa jenis benda jauh lebih kecil dari massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut melayang.

Azas Archimedes banyak penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan dalam industri seperti hidrometer, kapal laut, kapal selam, perahu layar, balon udara.

Contoh Soal

Sebuah bola gabus volume 100 cm^3 berada di dalam air dan massa jenis $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$ dimasukkan ke dalam air. Ternyata bola gabus terapung. Berapakah volume gabus yang berada di dalam air dan berapakah volume air yang dipindahkannya?



Gambar 20 Gabus

Pembahasan

$$\text{Volumen gabus} = V_g = 100 \text{ cm}^3 = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\text{Massa jenis gabus} = \rho_g = 0,8 \text{ g.cm}^{-3} = 0,8 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

a) Volume gabus di dalam air = $V_x = \dots?$

b) Berat fluida yang dipindahkan gabus = $W_f = \dots?$

Penyelesaian,

(a) Anggap massa jenis fluida yang digunakan yaitu air $1000 \text{ kg.m}^{-3} = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Gabus terapung maka,

$$W_{gabus} = F_a \rightarrow \rho_g \cdot V_g \cdot g = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

$$\rho_g \cdot V_g = \rho_f \cdot V_f \rightarrow V_f = \frac{\rho_g}{\rho_f} V_g$$

$$V_x = V_f = \frac{0,8 \times 10^3}{10^3} 10^{-4} = 0,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 80 \text{ cm}^3$$

Volume gabus yang berada di dalam air 80 cm^3 dan 20 cm^3 berada di atas permukaan air.

b. Berat fluida yang dipindahkan = F_a

$$F_a = \rho_f \cdot V_f \cdot g = 10^3 \cdot 0,8 \times 10^{-4} \cdot 10 = 0,8 \text{ N}$$

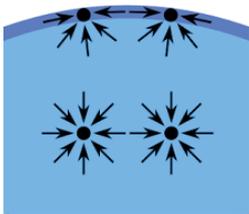
3. Membentuk Tegangan Permukaan

Pada pelajaran Fisika di Paket B setara SMP, Anda sudah melihat percobaan sederhana di mana sebuah silet atau *paper clip* jika diletakkan perlahan dan hati-hati di permukaan air yang tenang (fluida statis) tidak tenggelam tetapi hinggap di permukaannya. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Karena fluida statis dan tenang tidak beriak akan memperlihatkan tegangan permukaan yang maksimum. Terapungnya silet dan *paper clip* yang mempunyai massa jenis lebih besar dari massa jenis air disebabkan oleh adanya tegangan permukaan air.



Gambar 21 Silet dan paper clip dapat terapung di permukaan fluida karena adanya tegangan permukaan.
<https://www.youtube.com/watch?v=jnDVbljZ0QM>

Dari manakah tegangan permukaan ini terbentuk?



Gambar 22 Gaya molekul yang membentuk tegangan permukaan

Semua zat terdiri dari sejumlah molekul yang saling berinteraksi. Interaksi antar molekul ini menghasilkan ikatan kimia antar atom. Molekul-molekul yang berada di bawah permukaan berinteraksi sedemikian rupa sehingga resultan gaya yang dihasilkan nol, gambar 22. Molekul yang berada di lapisan paling atas atau di permukaan fluida tidak memiliki pasangan molekul sejenis di sebelah atas maka akan menghasilkan resultan gaya yang tidak nol.

Tegangan permukaan dari suatu fluida statis merupakan resultan gaya tarik menarik antar molekul-molekul fluida di permukaannya.

Gambar 22 melukiskan gaya interaksi yang dialami molekul P (di dalam cairan) dan molekul Q (di permukaan). Molekul P mengalami gaya interaksi dengan molekul-molekul tetangganya dari segala arah, sehingga molekul ini berada pada keseimbangan (resultan gayanya nol). Tetapi molekul Q tidak demikian.

Molekul ini hanya mengalami gaya kohesi dari partikel di bawah dan di sampingnya saja, sehingga resultan gaya kohesi pada molekul ini ke arah bawah (tidak nol).

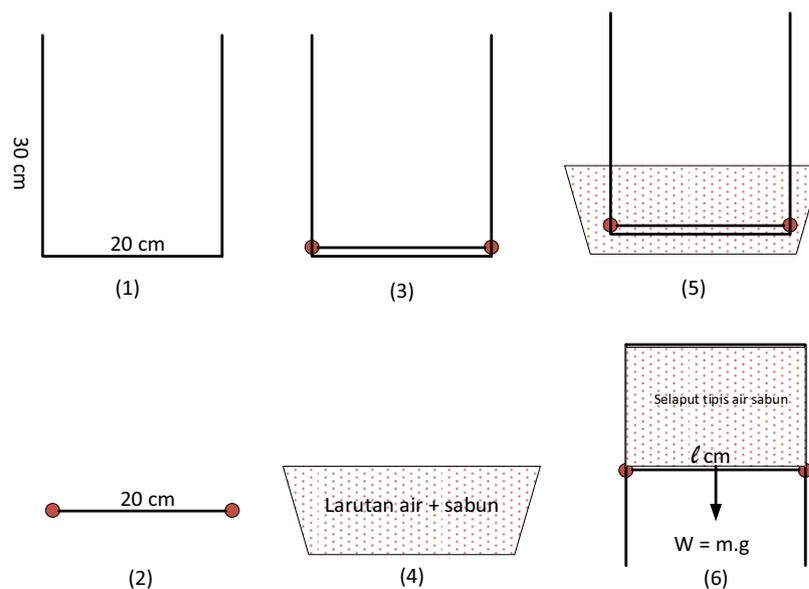
Gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair yaitu molekul-molekul sejenis dinamakan Kohesi.

Akibat gaya-gaya resultan yang arahnya ke bawah ini permukaan cairan cenderung membuat permukaan sekecil-kecilnya. Akibatnya permukaan cairan menegang seperti sebuah selaput yang tegang. Beberapa contoh peristiwa sehari-hari yang menunjukkan tegangan permukaan pada zat cair diperlihatkan pada gambar 23.



Gambar 23 Tetesan air di permukaan daun (a) dan serangga kecil bisa hinggap dipermukaan air yang diam merupakan penanda adanya tegangan permukaan pada zat cair tersebut.

Untuk melihat gejala tegangan permukaan Anda perlu melakukan kegiatan berikut.



Gambar 24 Fenomena tegangan permukaan oleh lapisan air sabun pada kawat berbentuk U

1. Buatlah kawat berbentuk U dengan panjang alas 20 cm, panjang kaki 30 cm.
2. Buat kawat lurus panjang 20 cm, pada kedua ujungnya diberi bentuk cincin untuk dimasukkan pada kedua kaki kawat berbentuk U
3. Buatlah larutan air sabun pada wadah yang luasnya cukup untuk mencelupkan kawat berbentuk U
4. Masukkan kawat lurus bercincin pada kaki kawat berbentuk U
5. Celupkan kawat U dengan kawat lurus menempel di alas kawat
6. Balik secara perlahan kawat U sedemikian hingga kawat lurus turun karena beratnya sendiri dan akan terbentuk lapisan air sabun.

Mengapa kawat lurus tidak jatuh? Anda tentu bisa melihat bahwa kawat ditahan oleh lapisan air sabun yang tipis. Lapisan air sabun mampu menahan kawat agar tidak jatuh disebabkan oleh resultan gaya tarik menarik molekul-molekul air sabun yang membentuk tegangan permukaan. Dari fenomena tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa,

Besar tegangan permukaan zat cair merupakan gaya interaksi molekul-molekul zat cair tiap satuan panjang permukaannya.

Secara matematika ditulis

$$\gamma = \frac{W}{2l} = \frac{m \cdot g}{2l}$$

Di mana W adalah gaya interaksi antar molekul zat cair dalam satuan "N"

l adalah panjang permukaan zat cair dalam satuan "m"

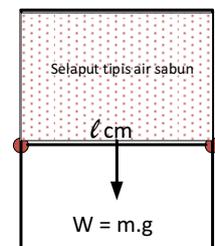
m adalah massa kawat dalam satuan "kg"

g adalah percepatan gravitasi setempat dalam satuan "m.s⁻²"

γ adalah tegangan permukaan dalam satuan "N.m⁻¹"

Contoh Soal

Sebuah sistem kawat berbentuk U dan kawat lurus bercincin yang panjangnya 20 cm dimasukkan di kedua kakinya lalu dicelupkan di dalam larutan air sabun. Ketika kawat diangkat dan dibalik kawat lurus turun dan tertahan oleh lapisan air sabun, seperti tampak pada gambar 25. Jika massa kawat lurus 5 g, dan percepatan gravitasi setempat 10 m.s⁻², berapakah tegangan permukaan air sabun tersebut?



Gambar 25 Lapisan air sabun

Pembahasan

Diketahui:

Panjang kawat, $l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Massa kawat, $m = 5 \text{ g} = 5 \times 10^{-3} \text{ kg}$

Percepatan gravitasi, $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Ditanyakan

Tegangan permukaan lapisan air sabun, $\gamma = ??$

Penyelesaian

Lapisan permukaan air sabun ada di bagian depan dan di bagian belakang, keduanya memberikan tegangan permukaan pada lapisan air sabun tersebut sehingga panjang kawat di hitung $\ell = 2l$

$$\gamma = \frac{W}{2l} = \frac{m \cdot g}{2l} = \frac{(5 \times 10^{-3}) \cdot 10}{2 \times 10^{-1}} = 2,5 \times 10^{-1} = 0,25 \text{ N.m}^{-1}$$

Penugasan 2 : Kegiatan Kelompok

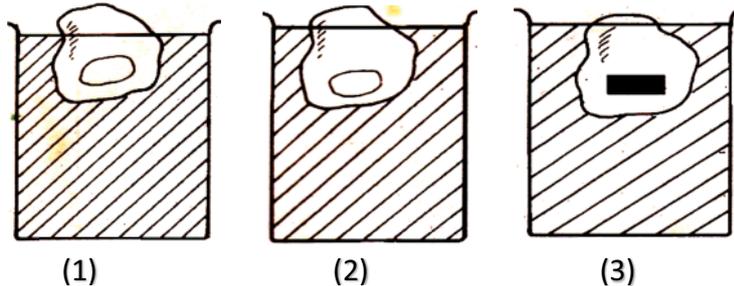
Petunjuk : lakukan kegiatan berikut dalam kelompok Anda

1. Sediakan lima buah yang berbeda misalnya (jeruk, apel, kelapa) yang harus dikupas kulitnya ketika hendak digunakan, yang bisa dijumpai di tempat Anda.
2. Sediakan ember berisi air
3. Masukkan secara bergiliran ke-5 buah yang Anda sediakan ke dalam ember berisi air, catat kedudukan buah tersebut di dalam air?
4. Kemudian kupas kulit buah yang sebelumnya dimasukkan ke dalam air
5. Masukkan secara bergiliran ke-5 buah yang telah dikupas kulitnya ke dalam ember berisi air, catat kedudukan buah tersebut di dalam air?
6. Berikan penjelasan tentang kedudukan buah di dalam ember sebelum dan sesudah di kupas kulitnya?
7. Buatlah laporan dan presentasikan hasilnya.

Latihan 2:

1. Mana tekanan yang lebih besar, tekanan di dasar sebuah tabung yang dalamnya 1,8 meter atau tekanan di dasar sebuah danau yang dalamnya 1 m?
2. Anda berdiri di pantai yang dasarnya berbatu-batu. Mengapa telapak kaki Anda terasa lebih sakit ketika tidak ada air, dibandingkan dengan ketika air menutupi kaki Anda?
3. Mengapa balon udara hanya naik sampai pada ketinggian tertentu saja di atmosfer?
4. Suatu es terapung dalam sebuah gelas yang penuh berisi air. Ketika es meleleh apakah air akan tumpah?

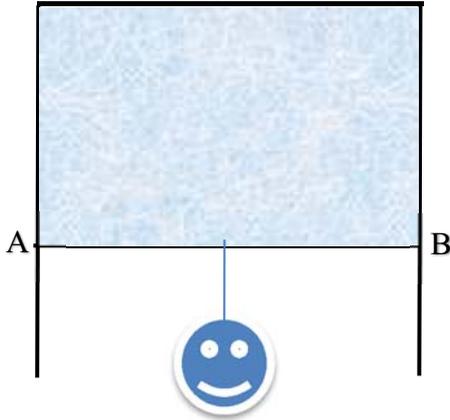
5. Misalnya pada suatu pipa berbentuk U dituangkan air pada salah satu sisinya maka permukaan air pada kedua sisi akan selalu sama tinggi. Mengapa air selalu berusaha agar permukaannya sama tinggi?
6. Tiga es terapung dalam tiga buah bejana berisi penuh air. Di dalam es yang satu terdapat rongga, pada es kedua terdapat rongga berisi air, dan pada es ketiga terdapat balok besi seperti gambar berikut.



Ketika es mencair apakah air dalam bejana akan tumpah?

7. Dua tetes cairan diletakkan di atas sebuah gelas kaca yang bersih. Tetes yang satu pipih dan tetes yang lain bulat. Mana yang tegangan permukaannya lebih besar!
8. Tegangan permukaan dapat dikatakan sebagai kecenderungan permukaan untuk berkontraksi (mengkerut). Bagaimana sifat tegangan permukaan ketika air tersebut dipanaskan?
9. Sebuah benda ketika di udara beratnya 500 N. Tentukan massa jenis benda jika berat benda di dalam air 400 N dan massa jenis air 1.000 kg/m^3 !
Jawab: [5000 kg/m^3]
10. Sebuah balok massa jenisnya 2.500 kg/m^3 dan ketika di udara beratnya 25 Newton. Tentukan berat balok di dalam air jika massa jenis air 1000 kg/m^3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 !
Jawab: [$W_{\text{balok di dalam air}} = 15 \text{ N}$]
11. Sebuah gabus yang volumenya 1 cm^3 dimasukkan dalam air ternyata 75% volume gabus tercelup dalam air. Jika massa jenis air 1000 kg/m^3 , berapakah massa jenis gabus tersebut?
Jawab ; [$\rho_{\text{gabus}} = 0,75 \text{ gr/cm}^3$]
12. Sepotong kayu berbentuk kubus dengan rusuk 10 cm dan massa jenis $\rho = 0,6 \text{ g/cm}^3$ terapung tegak dalam sebuah silinder berisi minyak yang massa jenisnya $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$. Jika luas alas silinder 12 cm^2 , hitung tinggi minyak yang naik karena masuknya kubus?
Jawab : [$0,625 \text{ cm}$]

13. Gambar berikut ini menunjukkan suatu kawat berbentuk U yang ditutup dengan kawat AB yang dapat bergerak bebas yang kemudian dimasukkan ke dalam larutan sabun. Setelah kawat diangkat dari larutan sabun ternyata kawat dapat setimbang setelah pada kawat digantungkan beban seberat 10^{-3} N, jika panjang kawat AB = 10 cm dan tersebut?



Unit 3

Sifat Ketiga : Meniskus dan Kapilaritas

A. Adhesi dan Kohesi

Perhatikan kembali Gambar 1 berikut



Gambar 1 Fluida bermuka bulat di dedaunan
<http://kameumeutindung.blogspot.com/>

Bentuk bulat dan berbaris di ujung daun adalah butiran air yang tersisa setelah daun diterpa air. Gambar yang sama dapat Anda jumpai pada permukaan daun talas. Bentuk airnya juga berupa butiran atau cenderung mengambil bentuk bulat.

Perhatikan juga gambar dua orang anak sedang bermain air di sungai.



Gambar 26 Bermain air di kali
<https://www.pixoto.com/images-photography/babies-and-children/children-candids/bermain-air-5191762673401856>

Amati dengan seksama bentuk air yang dihamburkan ke udara. Bentuk apakah yang Anda lihat?

Bagus, Anda melihat bahwa air ketika berada di udara mengambil bentuk cenderung bulat. Mengapa demikian?

Ini berhubungan erat dengan kohesi dan adhesi. Berikut ini Anda akan mempelajari dahulu tentang Adhesi dan Kohesi.

1. Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel partikel yang sejenis. Kohesi dipengaruhi oleh kerapatan dan jarak antarpartikel dalam zat. Dengan demikian, Anda pasti tahu bahwa gaya kohesi zat padat lebih besar dibandingkan dengan zat cair dan gas. Gaya kohesi mengakibatkan dua zat bila dicampurkan tidak akan saling melekat.

Contoh Kohesi :

- o Tidak bercampurnya air dengan minyak
- o Tidak melekatnya air raksa pada dinding pipa kapiler
- o Tidak melekatnya air pada daun talas.

2. Adhesi

Adhesi adalah gaya tarik menarik antara partikel partikel yang tidak sejenis. Gaya adhesi akan mengakibatkan dua zat akan saling melekat bila dicampurkan.

Contoh Adhesi :

- o Bercampurnya air dengan teh/kopi
- o Melekatnya air pada dinding pipa kapiler
- o Melekatnya tinta pada kertas
- o Melekatnya kapur pada papan tulis.
- o Semen dapat melekatkan batu dan pasir.
- o Melekatnya cat pada dinding.

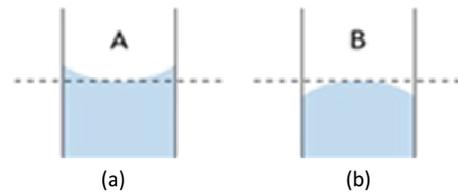
Luar biasa bukan?

Ternyata Tuhan menganugerahkan berbagai hal dalam hidup kita demi kebaikan kita semua. Jika tidak demikian akan sangat sulit membersihkan minyak mentah yang tumpah di laut. Tetapi karena Kohesi minyak lebih besar daripada Adhesinya dengan air laut.

Berikut ini Anda akan mempelajari Meniskus dan kapilaritas yang disebabkan oleh adhesi dan kohesi.

B. Menimbulkan Meniskus

Untuk mempelajari meniskus, Anda memerlukan sedotan transparan untuk air mineral 220 ml. Celupkan sedotan ke dalam air lebih baik lagi jika airnya berwarna dan tutup ujung lainnya dengan jari. Kemudian angkat sedotan tersebut dan amati permukaan air di dalam sedotan. Apakah bentuk permukaan air di dalam sedotan? Kemudian ambil sedotan lain yang ukurannya sama lalu celupkan ke dalam oli dan dengan jari tutup ujung lainnya. Kemudian angkat sedotan tersebut dan amati permukaan oli di dalam sedotan. Apakah bentuk permukaan oli di dalam sedotan? Dapat dipastikan Anda akan melihat permukaan air membentuk cekungan dan permukaan oli berbentuk cembung, seperti Gambar 26.



Gambar .26 Meniskus pada zat cair
(a) Meniskus cekung
(b) Meniskus cembung

Bentuk permukaan zat cair dalam pipa kapiler (sedotan air mineral) disebut meniskus. Di dalam pipa kapiler air akan membentuk meniskus cekung, dan oli atau air raksa akan membentuk meniscus cembung.

Bagaimana meniskus terjadi?

Anda sudah mengetahui tentang tegangan permukaan yang timbul dari gaya tarik menarik molekul-molekul zat cair yang sejenis yang dinamakan kohesi. Ketika berada di dalam wadah seperti pipa kapiler molekul-molekul zat cair yang bersentuhan dengan dinding juga melakukan interaksi tarik-menarik dengan molekul-molekul dinding. Sehingga terjadi gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair dan molekul-molekul dinding.

Gaya tarik menarik antara molekul-molekul yang tidak sejenis yaitu molekul zat cair dengan dinding dinamakan Adhesi

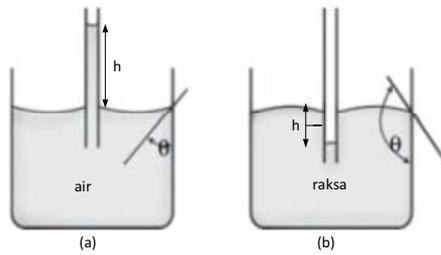
Gaya adhesi dan kohesi inilah yang menyebabkan meniskus di permukaan zat cair yang akan tampak jelas pada pipa kapiler atau pipa sempit.

Meniskus cekung terjadi apabila gaya tarik menarik antara molekul zat cair dan molekul-molekul pipa **lebih besar** daripada gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair (Adhesi > Kohesi).

Meniskus cembung terjadi apabila gaya tarik menarik antara molekul zat cair dan molekul-molekul pipa **lebih kecil** daripada gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair (Adhesi < Kohesi)

C. Menimbulkan Kapilaritas

Sekarang Anda akan menggunakan konsep kohesi dan adhesi untuk memahami kapilaritas. Gambar 27 menunjukkan fenomena menarik tentang zat cair dalam pipa kapiler.



Gambar 27 Fenomena Kapilaritas
(a) Adhesi > Kohesi, (b) Adhesi < Kohesi

Ketika pipa kapiler dimasukkan dalam air maka air di dalam pipa akan naik dengan tinggi kenaikan “*h*”, Gambar 27a. Ketika pipa kapiler dimasukkan ke dalam raksa permukaan raksa akan turun sejauh “*h*”. Fenomena ini dinamakan kapilaritas.

Kapilaritas adalah gejala naiknya atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler (pipa yang sempit).

Besaran kapilaritas secara matematika di tulis,

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho gr}$$

Di mana γ adalah tegangan permukaan zat cair dalam satuan $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$

θ adalah sudut kontak dalam satuan derajat

ρ adalah massa jenis zat cair dalam satuan $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$

g adalah percepatan gravitasi dalam satuan $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

r adalah jari-jari pipa kapiler dalam satuan m

h adalah tinggian atau turunnya zat cair dalam pipa kapiler dalam satuan m

Prinsip kapilaritas banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

1. Naiknya minyak tanah pada sumbu kompor, obor, lampu templok
2. Sistem transportasi makanan pada tumbuhan yaitu naiknya air dari akar menuju daun melalui pembuluh kayu pada batang.
3. Penghisapan air pada kertas
4. Air hujan akan merambat melalui dinding sehingga dinding menjadi lembab. Dinding yang lembab merugikan kesehatan.

Contoh soal

Sebuah pipa kapiler mempunyai jari-jari 0,5 mm. Pipa ini sebagian dimasukkan ke dalam air sehingga air dalam pipa tersebut naik setinggi h .

Jika tegangan permukaan zat cair $\gamma = 7,27 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$

- berapakah kenaikan zat cair dalam pipa tersebut jika sudut kontak yang terjadi 0° ?
- berapakah sudut kontak zat cair jika air naik setinggi 1 cm?

Pembahasan

Diketahui:

$$\gamma = 7,27 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$$

$$r = 0,5 \text{ mm} = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

$$\rho = 1 \text{ g.cm}^{-3} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

Ditanyakan

- $h = \dots?$ Untuk sudut kontak $\theta = 0^\circ$
- $\theta = \dots?$ Jika $h = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$

Penyelesaian

Naiknya permukaan zat cair dapat dihitung dengan persamaan

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho gr}$$

- Untuk $\theta = 0^\circ$

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho gr} = \frac{(2) \cdot (7,27 \times 10^{-2}) \cdot (\cos 0^\circ)}{(10^3) \cdot (10) \cdot (5 \times 10^{-4})} = 2,91 \times 10^{-2} \text{ m} = 2,91 \text{ cm}$$

- Untuk $h = 10^{-2} \text{ m}$, maka

$$\cos\theta = \frac{h \cdot \rho gr}{2\gamma} = \frac{(10^{-2}) \cdot (10^3) \cdot (10) \cdot (5 \times 10^{-4})}{(2) \cdot (7,27 \times 10^{-2})} = \frac{5}{(2) \cdot (7,27)} = 0,3439$$

$$\theta = \cos^{-1}(0,3439)$$

$$\theta = 69,89^\circ$$

Dari perhitungan ini tampak bahwa makin besar sudut kontak, makin rendah kenaikan zat cair dalam pipa kapiler. Makin kecil sudut kontak makin besar kenaikan zat cair dalam pipa kapiler.

Penugasan : Memanfaatkan Kapilaritas Untuk Membuat Bunga Kertas

Petunjuk : Kerjakan tugas berikut dalam kelompok Anda.

Bahan-bahan yang diperlukan:

1. Tisu dapur yang tebal beberapa lembar. (Anda juga bisa mencobanya dengan kertas krep warna putih)
2. Spidol aneka warna (paling sedikit 2 warna)
3. Tusuk gigi atau pipe cleaner
4. Gunting
5. Isolasi
6. Botol
7. Air



Untuk membuatnya ikuti tahapan berikut:

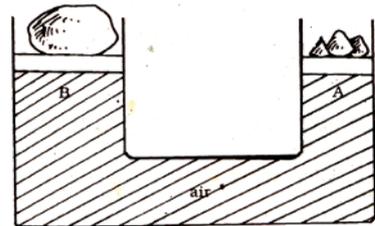
1. Ambil selembar tisu dapur. Buat coretan-coretan acak di seluruh permukaan dengan spidol. Gunakan setidaknya dua warna.
2. Lipat menjadi dua bagian, lalu gunting menjadi dua, sehingga kini ada 2 persegi panjang.
3. Potong tiap persegi panjang menjadi 2 bagian, sehingga kini kita mempunyai 4 bujur sangkar.
4. Tumpuk empat bujur sangkar tadi, lalu lipat seperti gambar di bawah ini.
5. Gunting melengkung sisi luarnya.
6. Buka lipatan. Tusuk bagian tengahnya dengan tusuk gigi atau pipe cleaner. Sisakan sedikit saja tusuk gigi yang terlihat pada bagian bawah.
7. Kerucutkan dan tekan bagian bawah kertas tisu pada tusuk gigi atau pipe cleaner, lalu lilitkan isolasi agar kertas tisu tidak bergerak.

8. Buka lipatan-lipatan kertas tisu agar tampak mirip bunga. Bunga kertas tisu sudah jadi.

Latihan 3

Untuk soal berikut gunakan $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, kecuali diberi tahu. Juga gunakan massa jenis air 1 g.cm^{-3} .

1. Suatu kaleng minuman soda berbentuk tabung berjari-jari 3,2 cm. Di dalam kaleng tersebut tekanannya 0,7 atm lebih besar dari tekanan atmosfer. Hitung gaya tekan yang dialami di dasar tabung?
[$p = 226,24 \text{ N.m}^{-2}$]
2. Di dalam sebuah bejana terdapat 1 liter alkohol yang massa jenisnya $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$. Jika luas dasar bejana 50 cm^2 , hitunglah tekanan hidrostatis pada dasar bejana!
[$p = 1568 \text{ N.m}^{-2}$]
3. Hitung tekanan pada kedalaman 8 meter di bawah permukaan air. Jika tekanan udara pada permukaan air 1 atm.
[$p = 1,974 \times 10^5 \text{ N.m}^{-2}$]
4. Sebuah bejana A yang berhubungan dengan bejana B diisi air. Masing-masing ditutup dengan pengisap yang dapat bergerak bebas tanpa gesekan. Penampang bejana A berdiameter 6 cm dan bejana B berdiameter 20 cm. Massa pengisap di A = 2 kg dan di B = 10 kg. Bila di A diberi beban 25 kg, berapakah beban yang harus diletakkan di B supaya seimbang?
[$m_{\text{beban B}} = 290 \text{ kg}$]
5. Sepotong emas yang massanya 50 gram dicelupkan dalam minyak tanah. Emas ini menerima gaya ke atas sebesar 4405 dyne. Jika massa jenis minyak tanah $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$, berapakah massa jenis emas tersebut!
[$\rho_{\text{emas}} = 8900 \text{ kg.m}^{-3}$]
6. Pada sebatang kawat berbentuk U dipasang kawat lurus kecil yang bebas bergerak. Kemudian susunan kawat dimasukkan ke dalam larutan sabun sehingga terdapat lapisan sabun. Ketika susunan kawat di balik secara tegak lurus kawat kecil turun dan tertahan setelah kedudukan seimbang dicapai. Berapakah massa kawat lurus tersebut?
($g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ dan $\gamma = 0,3 \text{ Nm}^{-1}$)
[$m_{\text{kawat}} = 0,9 \text{ g}$]
7. Sebuah pipa kapiler mempunyai jari-jari 0,25 mm. Pipa ini sebagian dimasukkan dalam air yang memiliki tegangan permukaan $7,27 \cdot 10^2 \text{ Nm}^{-1}$. Massa jenis air 1 g.cm^{-3} dan $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. Jika air naik setinggi 2,5 cm, berapakah sudut kontak meniskusnya?
[$\theta = 46,55^\circ$]



Rangkuman

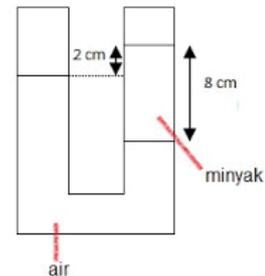
- Fluida statis adalah zat alir yang *tidak bergerak* karena berada di dalam suatu wadah seperti bejana, tabung, ember, bak, kolam, dana atau di lautan.
- Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.
- Tekanan merupakan suatu besaran fisika yang besar dan arahnya ditentukan dari gaya (F) yang bekerja pada suatu benda tiap satuan luas (A) benda itu.
- Sebuah gaya yang sama akan memberikan tekanan paling besar ketika luas permukaan benda yang mengalami gaya tersebut kecil, dan akan memberikan tekanan yang kecil ketika dikenakan pada permukaan yang luas.
- Besar tekanan di semua titik di dalam zat cair sebanding dengan massa jenis (ρ) dan kedalaman (h) di hitung dari permukaannya.
- Tekanan yang diberikan/dimiliki fluida statis pada kedalaman h dari permukaannya dinamakan *tekanan hidrostatika* (p_h).
- Tekanan total (p_t) yang dialami penyelam merupakan jumlah tekanan udara luar (p_o) dan tekanan hidrostatik (p_h)
- "Tekanan yang diberikan pada suatu fluida (gas atau zat cair) dalam ruang tertutup akan diteruskan kesegala arah sama rata" di kenal sebagai Hukum Pascal.
- Besar gaya ke atas (F_a) merupakan selisih berat benda di udara, W_u , dengan berat benda di dalam fluida, W_f .
- Sebuah benda yang dimasukan ke dalam suatu fluida akan mengalami gaya ke atas sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda.
- Jika massa jenis benda jauh lebih besar dari massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut tenggelam.
- Jika massa jenis benda sama besar dengan massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut melayang.

- Jika massa jenis benda jauh lebih kecil dari massa jenis fluida di mana benda ditempatkan maka benda tersebut melayang.
- Tegangan permukaan dari suatu fluida statis merupakan resultan gaya tarik menarik antar molekul-molekul fluida di permukaannya.
- Gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair yaitu molekul-molekul sejenis dinamakan Kohesi.
- Besar tegangan permukaan zat cair merupakan gaya interaksi molekul-molekul zat cair tiap satuan panjang permukaannya.
- Bentuk permukaan zat cair dalam pipa kapiler (sedotan air mineral) disebut meniskus. Di dalam pipa kapiler air akan membentuk meniskus cekung, dan oli atau air raksa akan membentuk meniscus cembung.
- Gaya tarik menarik antara molekul-molekul yang tidak sejenis yaitu molekul zat cair dengan dinding dinamakan Adhesi.
- Meniskus cekung terjadi apabila gaya tarik menarik antara molekul zat cair dan molekul-molekul pipa **lebih besar** daripada gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair (Adhesi > Kohesi).
- Meniskus cembung terjadi apabila gaya tarik menarik antara molekul zat cair dan molekul-molekul pipa **lebih kecil** daripada gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair (Adhesi < Kohesi).
- Kapilaritas adalah gejala naiknya atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler (pipa yang sempit).

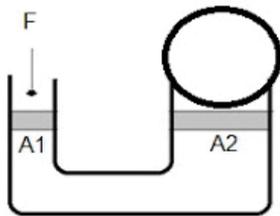
Tes Formatif

1. Sebuah kolam renang dalamnya 5,2 m berisi penuh air. Jika massa jenis air 1 g/cm^3 dan percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka tekanan hidrostatis suatu titik yang berada 40 cm di atas dasar bak adalah...
 - a. 3,5 kPa
 - b. 4,0 kPa
 - c. 5,6 kPa
 - d. 48 kPa
 - e. 52 kPa

2. Pada bejana U terdapat air dan minyak yang ditunjukkan oleh gambar di samping. Jika massa jenis air 1 g/cm^3 , maka massa jenis minyak adalah... g/cm^3
 - a. 1,67 g/cm^3
 - b. 1,60 g/cm^3
 - c. 0,75 g/cm^3
 - d. 0,60 g/cm^3
 - e. 0,40 g/cm^3



3. Perhatikan gambar berikut ini!

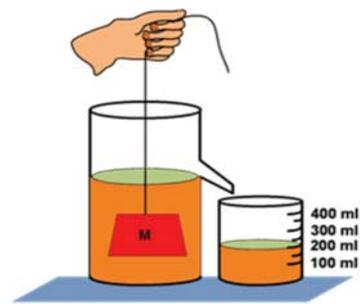


Jika sebuah dongkrak hidrolik memiliki luas penampang A_1 400 cm^2 dan luas penampang A_2 1000 cm^2 . Jika berat benda adalah 120 N, maka gaya F yang dibutuhkan adalah...

- a. 12 N
 - b. 24 N
 - c. 48 N
 - d. 60 N
 - e. 100 N
4. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda dalam fluida adalah
 - 1) sebanding dengan masa jenis zat cair
 - 2) sebanding dengan massa jenis benda
 - 3) sebanding dengan volume benda yang masuk pada zat cair
 - 4) sebanding dengan massa bendaDari empat pernyataan di atas yang benar adalah
 - a. 1, 2, dan 3
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 4

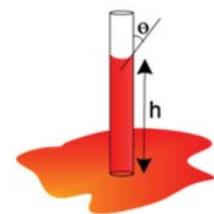
- d. 4 saja
e. 1, 2, 3, dan 4
5. Sebuah benda di udara beratnya 100 N, volume benda adalah 2000 cm^3 . Jika massa jenis minyak $0,8 \text{ g/cm}^3$ dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka berat benda itu dalam minyak adalah...
- 16 N
 - 64 N
 - 80 N
 - 84 N
 - 100 N
6. Perhatikan peralatan berikut!
- Dongkrak hidrolik
 - Balon Udara
 - Pompa hidrolik
 - Kapal Selam
- Penerapan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari adalah...
- 1, 2, 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 4
 - 4 saja
 - 1, 2, 3, dan 4

7. Seorang anak memasukkan benda M bermassa 500 gram ke dalam sebuah gelas berpancuran berisi air, air yang tumpah ditampung dengan sebuah gelas ukur seperti terlihat pada gambar berikut:



Jika percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 , maka berat semu benda M adalah...

- 1 N
 - 2 N
 - 3 N
 - 4 N
 - 5 N
8. Perhatikan gambar berikut, air berada dalam sebuah pipa kapiler dengan sudut kontak sebesar θ . Jika jari-jari pipa kapiler adalah $0,8 \text{ mm}$, tegangan permukaan air $0,072 \text{ N/m}$ dan $\cos \theta = 0,55$ maka ketinggian air dalam pipa kapiler! ($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$) adalah ...
- 2,5 mm
 - 3,4 mm
 - 6,9 mm
 - 8,2 mm
 - 9,9 mm



9. Sebuah benda berbentuk balok berada pada bejana yang berisikan air dan minyak. 50% dari volum balok berada di dalam air, 30% berada dalam minyak seperti terlihat pada gambar berikut.



Jika massa jenis air adalah 1 g/cm^3 dan massa jenis minyak $0,8 \text{ g/cm}^3$, maka massa jenis balok adalah ...

- $0,74 \text{ g/cm}^3$
 - $0,88 \text{ g/cm}^3$
 - $0,94 \text{ g/cm}^3$
 - $1,20 \text{ g/cm}^3$
 - $1,34 \text{ g/cm}^3$
10. Perhatikan gambar berikut :
- Sebuah pipa U mula-mula diisi dengan air yang massa jenisnya 1000 kg.m^{-3} kemudian pada salah satu pipa dituangkan minyak goreng sehingga posisi stabil tampak seperti gambar. Jika tinggi kolom minyak 8 cm dan kolom air 5 cm , besarnya massa jenis minyak goreng adalah....
- 520 kg.m^{-3}
 - 525 kg.m^{-3}
 - 600 kg.m^{-3}
 - 625 kg.m^{-3}
 - 720 kg.m^{-3}

Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif. Anda dapat meminta kunci jawaban kepada Tutor untuk memeriksa jawaban Anda. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi modul ini.

Rumus untuk menghitung tingkat penguasaan Anda sebagai berikut:

$$TP = \frac{BJB}{JS} \times 100 \% = \quad \%$$

TP = Tingkat Penguasaan

BJB = Banyaknya jawaban benar

JS = Jumlah soal

Kategori Tingkat Penguasaan

Nilai Tercapai	Predikat	Kualifikasi
100	A+	Istimewa
90 – 99	A	Baik Sekali
80 – 89	B	Baik
70 – 79	C	Cukup
< 70	D	Kurang

Testimoni

Tingkat Pencapaian saya pada modul ini adalah

Kriteria Pindah Modul

Jika Tingkat Penguasaan Anda minimal C (Cukup) atau mencapai angka 70, Anda dianggap cukup menguasai materi pada Modul ini, dan dipersilahkan maju ke Modul selanjutnya dengan judul “Rahasia Burung Terbang”.

Jika Tingkat Penguasaan kurang dari 70, Anda harus mempelajari kembali materi yang belum berhasil dikuasai dengan baik. Setelah Anda menguasai materi tersebut Anda dapat melanjutkan ke Modul Berikutnya. Sehubungan dengan materi yang harus diulangi Anda harus berkonsultasi kepada Tutor untuk membicarakan teknis pelaksanaan remedialnya. Tentang strategi dan teknis remedial yang akan dilakukan, sepenuhnya merupakan kewenangan Tutor.

Kami menunggu Anda di Modul selanjutnya dengan pokok bahasan yang tidak kalah menarik, yang berjudul “Rahasia Burung Terbang”.

Terimakasih untuk upaya Anda mempelajari dan menguasai modul ini

Salam Majawa (Man Jadda Wajada).

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. 48 kPa
2. $0,75 \text{ g/cm}^3$
3. 48 N
4. b. 1 dan 3
5. 84 N
6. 1 dan 3
7. 3 N
8. 9,9 mm
9. $0,74 \text{ g/cm}^3$
10. 625 kg.m^{-3}

SARAN REFERENSI

Kanginan, Marthen, 2017, Fisika Untuk Kelas XI , Jakarta: Penerbit Erlangga

<https://negerinower.com/2018/03/31/percobaan-kapilaritas>

<https://www.duniabelajaranak.id/ape/percobaan-kapilaritas-air-dengan-sawi-putih/>

<https://www.youtube.com/watch?v=c3-zx0gsGJg>

DAFTAR PUSTAKA

Young, Hugh D. & Freedman, Roger A., 2002, *Fisika Universitas (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Sarojo, Garnijanti Aby, 2002, *Seri Fisika Dasar Mekanika*, Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.

Giancoli, Douglas C., 2001, *Fisika Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Tipler, P.A.,1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Surya, Yohanes, M.Sc., P.Hd., 1996, *Olimpiade Fisika, Teori dan Latihan Fisika Menghadapi Masa Depan Kelas 1*, Jakarta: Penerbit P.T. Primatika Cipta Ilmu

Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I, Terjemahan*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Abdullah, Mikrajuddin, 2006, *Fisika SMA dan MA Untuk kelas XI Semester 1 & 2*, Jakarta: Penerbit Esis

<https://www.youtube.com/watch?v=G-r-LCJKpz0>

<https://www.youtube.com/watch?v=eo09uTDCOzQ>

PROFIL PENULIS

Nama Lengkap : Sanserlis F. Toweula
HP : 081314066855
E-Mail : sanserlis@gmail.com
Alamat Rumah : Cibubur Country, The Royal II Nomor 22
Jalan Letda Nasir, Cikeas Udik
Gunung Putri, Bogor Jawa Barat (16966)



Bidang Studi : Fisika

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Guru SMA Negeri 30 Jakarta (1987 - 2013)
2. Pengawas Sekolah SMA Jakarta Pusat (2014 - sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Jurusan Fisika, IKIP Negeri Jakarta (lulus tahun 1984)
5. S2 Jurusan Fisika Murni dan Terapan, Universitas Indonesia (lulus tahun 2006)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

- Fokus Ujian Nasional SMA, Erlangga, 2010, 2011, 2012, 2013,
- Simulasi Ujian Nasional SMA, Erlangga, 2010, 2011, 2012, 2013
- Teori Relativitas Khusus (Modul e_learning), 2008
- Dualisme Gelombang dan Partikel, (Modul e_learning), 2008

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

- Metode MADA (Mapping, Analysis, Directing, Assessment), 2012
- Meningkatkan Hasil Ujian Nasional Sekolah Binaan dengan Metode MADA, 2016

