



Kurikulum
Merdeka

**MERDEKA
BELAJAR**



Merdeka
Mengajar



KELAS XI
FASE F

BAHAN AJAR FISIKA **Fluida Statis**

Di susun Oleh

DEWI OKTAVIANA, M.Pd, Gr

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Bahan Ajar materi Fluida Statis untuk peserta didik SMA kelas XI Semester Genap. Bahan Ajar ini disusun berdasarkan buku-buku referensi yang menyangkut materi Fluida Statis.

Bahan Ajar ini juga dilengkapi dengan latihan soal untuk menguji pemahaman peserta didik terkait dengan materi yang terdapat pada Bahan Ajar.

Bahan Ajar ini disusun sebagai salah satu kelengkapan dari Perangkat dalam proses pembelajaran. Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Bahan Ajar ini. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan Bahan Ajar ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penyelesaian Bahan Ajar ini. Semoga Bahan Ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya para peserta didik.

Popayato, Juli 2024

Penyusun

PANDUAN GURU**❖ Penjelasan Tentang Bahan Ajar**

1. Bahan Ajar ini memuat materi Fluida Statis.
2. Bahan Ajar ini dikembangkan dari beberapa Buku referensi yang berisi materi Fluida Statis.
3. Guru diharapkan mengembangkan ide-ide pembelajaran kreatif sesuai dengan situasi dan kondisi di lapangan.
4. Dalam setiap kegiatan, mohon menekankan pentingnya motivasi dan juga nilai-nilai karakter yang akan dikembangkan.

❖ Penjelasan Pendampingan Kegiatan Mandiri

1. Berikan gambaran besar tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran berdasarkan Bahan Ajar.
2. Bantulah anak untuk memahami cara menggunakan Bahan Ajar.
3. Upayakan tidak berpindah dari satu kegiatan ke kegiatan lain sebelum kegiatan tersebut dituntaskan oleh peserta didik.

Selamat bertugas, semoga kesehatan dan kesuksesan senantiasa menyertai Bapak/Ibu.

Terima Kasih

PANDUAN PENGGUNAAN

1. Berdoa sebelum dan sesudah membaca Bahan Ajar ini

2. Bacalah petunjuk terlebih dahulu

3. Kerjakan soal yang disediakan dengan sungguh-sungguh

4. Tanyakan hal yang sulit kepada guru

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	1
KATA PENGANTAR	2
PANDUAN GURU	3
PANDUAN PENGGUNAAN	4
DAFTAR ISI	5
FLUIDA STATIS	6
A. PENGERTIAN FLUIDA STATIS	6
B. HUKUM UTAMA HIDROSTATISTIKA	9
C. HUKUM-HUKUM DASAR FLUIDA STATIS	12
KESIMPULAN	25
UJI KOMPETENSI	26
DAFTAR PUSTAKA	29

FLUIDA STATIS



Gambar 3.1 Kapal Titanic dan Gunung Es yang mengapung
(sumber: www.indozone.id)

Pernahkah Adik-adik melihat film Titanic? Film yang cukup menyedot perhatian dunia karena mengangkat kisah nyata tentang tenggelamnya kapal Titanic. Titanic dikenal sebagai kapal mewah. Pelayarannya pada saat itu sangat dinantikan. Peristiwa tenggelam kapal terjadi setelah kapal menabrak gunung es dan terjadi kebocoran.

Kapal yang semula berlayar tenang di lautan kemudian mengalami tabrakan dengan gunung es yang sedang mengapung sehingga mengakibatkan pelat lambung Titanic melengkung ke dalam di sejumlah tempat di sisi kanan kapal dan mengoyak lima dari enam belas kompartemen kedap airnya. Selama dua setengah jam selanjutnya, kapal perlahan terisi air dan tenggelam.

Kita akan menyaksikan penampakan penumpang serta benda-benda yang terapung dan juga penumpang serta benda-benda yang tenggelam pada film tersebut. Mengapa es bisa mengapung? Mengapa ada benda yang bisa tenggelam ketika kapal Titanic menabrak gunung es? Sebelum menabrak gunung es, mengapa kapal Titanic yang besar dan terbuat dari besi bisa mengapung di atas air? Jawaban dari pertanyaan di atas akan dijelaskan pada pokok bahasan ini yaitu Fluida Statis.

A. PENGERTIAN FLUIDA STATIS

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan. Oleh karena itu, fluida biasa disebut juga dengan istilah *zat alir*. Contoh dari fluida adalah zat cair dan gas.

Cabang ilmu Fisika yang mempelajari fluida adalah ilmu mekanika fluida. Ilmu mekanika fluida mengkaji fluida diam (statis) maupun fluida bergerak (dinamis). Mekanika fluida yang mengkaji fluida diam dinamakan *statistika fluida* atau sering disebut *hidrostatistika*, sedangkan mekanika fluida yang mengkaji fluida bergerak dinamakan *dinamika fluida* atau sering disebut *hidrodinamika*.

Fluida tidak mengalir biasa disebut *fluida statis* (diam). Pada fluida tidak mengalir, seperti zat cair yang berada di dalam bejana yang tidak berlubang, terlihat secara langsung atau tidak langsung tentang tidak adanya perpindahan bagian-bagian itu.

1. Besaran-Besaran Yang Berkaitan Dengan Fluida

a. Massa Jenis

Dalam keseharian, kita sering mendengar pernyataan besi “lebih berat” daripada kayu. Tentu saja yang dimaksud adalah untuk volum yang sama, besi lebih berat daripada kayu. Dari pernyataan awam ini muncullah istilah massa jenis. Untuk berbagai zat yang sejenis, massa dan volumenya bisa berbeda tetapi hasil bagi massa dan volumenya selalu tetap.

Massa jenis merupakan salah satu sifat fisis yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volum zat tersebut. Karena massa jenis zat yang sejenis selalu sama, maka salah satu ciri khas zat adalah massa jenisnya. Dengan kata lain, zat-zat yang massa jenisnya berbeda pastilah memiliki jenis yang berbeda. Dalam Tabel 3.1 ditunjukkan massa jenis dari berbagai zat.

Tabel 3.1 Massa jenis berbagai zat

Nama Zat	Dalam g/cm ³	Dalam kg/m ³
Cair		
Air (4 ⁰ C)	1,00	1.000
Alkohol	0,80	800
Raksa	13,60	13.600
Padat		
Aluminium	2,70	2.700
Besi	7,90	7.900
Emas	19,30	19.300
Kuningan	8,40	8.400
Perak	10,50	10.500
Platina	21,45	21.450
Seng	7,14	7.140
Es	0,92	920
Gas		
Udara (27 ⁰ C)	0,0012	1,2

Secara matematis massa jenis dinyatakan dengan:

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

Keterangan: ρ = massa jenis benda (kg/m³ atau kg m⁻³)

m = massa benda (kg)

V = volum benda (m³)

CONTOH SOAL

1. Massa sebuah balok aluminium adalah 81 g. Berapakah volum balok tersebut (massa jenis aluminium adalah 2,7 g/cm³)?

Jawab:

Dik : $m = 81 \text{ g}$
 $\rho = 2,7 \text{ g}$

Dit : $V = \dots ?$

Peny :

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

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{81}{2,7} = 30 \text{ cm}^3 = 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

1. Tekanan pada Fluida

Pada dasarnya, fluida selalu memberikan tekanan pada setiap bidang permukaan yang bersinggungan dengannya. Tekanan didefinisikan sebagai gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang per satuan luas bidang itu. Bidang atau permukaan yang dikenai gaya disebut bidang tekan. Gaya yang diberikan pada bidang tekan disebut gaya tekan. Secara matematis, dapat ditulis:

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

Keterangan: P = tekanan (Nm⁻², Pa)
 F = gaya (N)
 A = luas bidang (m²)

Satuan SI untuk gaya adalah N (Newton), dan untuk luas bidang adalah m². Dengan demikian satuan SI untuk tekanan adalah N/m² atau Nm⁻². Dalam satuan SI digunakan juga satuan lain untuk tekanan, yaitu Pascal (Pa) dimana 1 Pa = 1 N/m².

Untuk keperluan cuaca digunakan satuan tekanan lain yaitu atmosfer (atm), cm-raksa (cmHg) dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0,001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

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

CONTOH SOAL

1. Hitunglah besarnya gaya yang harus dilakukan oleh seorang perawat kepada pengisap sebuah semprot suntik yang diameternya 2 cm supaya tekanan zat cair di dalamnya bertambah 10^5 Pa?

Jawab:

Dik : $P = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$
 $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m} \rightarrow r = \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 0,02 \text{ m} = 0,01 \text{ m}$

Dit : $F = \dots ?$

Peny :

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

$$F = P \cdot A \leftrightarrow A = \pi r^2 = 3,14 \cdot (0,01)^2 = 3,14 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

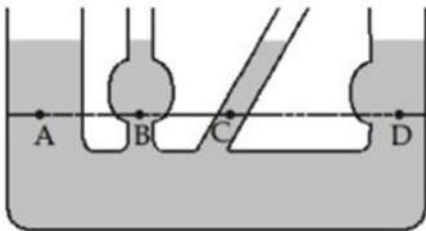
Dengan demikian

$$F = P \cdot A = 3,14 \times 10^{-4} \cdot 10^5 = 31,4 \text{ N}$$

Jadi, besarnya gaya yang harus diberikan adalah 31,4 N.

B. HUKUM UTAMA HIDROSTATISTIKA

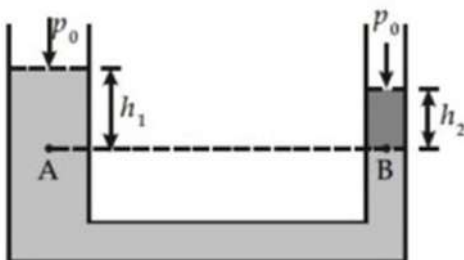
Hukum utama hidrostatik menyatakan semua titik yang terletak pada suatu bidang datar dalam satu jenis zat cair yang memiliki tekanan sama. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 3.2 Bejana berhubungan dengan bentuk tabung berbeda
(Sumber: materikimia.com)

Pada gambar di atas kita bisa lihat bahwa ada sebuah bejana yang berhubungan dengan diisi fluida. Dapat kita lihat bahwa tinggi permukaan fluida di setiap tabung adalah sama, walaupun bentuk setiap tabung berbeda. Itu artinya, walaupun bentuk tabung berbeda, besar tekanan di titik A, B, C, dan D adalah sama.

Persamaan Hukum Utama Hidrostatik dapat kita turunkan dengan memperhatikan gambar berikut:



Gambar 3.3 Bejana berhubungan dengan bentuk tabung sama
(Sumber: materikimia.com)

Misalkan, pada suatu bejana berhubungan dimasukkan dua jenis fluida yang massa jenisnya berbeda, yaitu ρ_1 dan ρ_2 . Kemudian, jika kita ukur dari batas terendah fluida 1 dan 2, yaitu titik A dan titik B, di mana fluida 1 memiliki ketinggian h_1 dan fluida 2 memiliki ketinggian h_2 .

Maka, berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, besarnya tekanan di titik A dan titik B bergantung pada massa jenis fluida dan ketinggian di dalam tabung.

Secara matematis dapat kita rumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} p_A &= p_B \\ p_0 + \rho_1 g h_1 &= p_0 + \rho_2 g h_2 \\ \rho_1 h_1 &= \rho_2 h_2 \end{aligned}$$

Keterangan: h_1 = jarak titik A terhadap permukaan fluida 1 (m)

h_2 = jarak titik B terhadap permukaan fluida 2 (m)

ρ_1 = massa jenis fluida 1 (kg/m^3)

ρ_2 = massa jenis fluida 2 (kg/m^3)

1. Tekanan Hidrostatik

Tekanan di dalam zat cair bergantung pada kedalaman, makin dalam letak suatu tempat di dalam zat cair, maka semakin besar tekanan pada tempat itu. Gaya gravitasi menyebabkan zat cair dalam suatu wadah selalu tertarik ke bawah. Makin tinggi zat cair dalam wadah, makin berat zat cair itu, sehingga makin besar tekanan yang dikerjakan zat cair pada dasar wadah. Tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya dinamakan *tekanan hidrostatik*.

Tekanan hidrostatik (P) zat cair dengan massa jenis ρ pada kedalaman h dirumuskan dengan:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan: P_h = tekanan hidrostatik (Nm^{-2} , Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman dari permukaan zat cair (m)

CONTOH SOAL

1. Sebuah titik A berada 3 cm di atas dasar sebuah bak yang berisi alkohol ($\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$), dengan kedalaman 15 cm. Jika percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$, hitunglah:
 - a. Tekanan hidrostatik di titik A!
 - b. Tekanan hidrostatik di titik B yang berada 5 cm dari dasar bejana!

Jawab:

Dik : $\rho_{\text{al}} = 0,8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $h_A = 15 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$
 $h_B = 15 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Dit : a. $P_A = \dots ?$ b. $P_B = \dots ?$

Peny :

- a. $P_A = \rho g h_A = (800 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) (0,12 \text{ m}) = 940,8 \text{ N/m}^2$
- b. $P_B = \rho g h_B = (800 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) (0,1 \text{ m}) = 784 \text{ N/m}^2$

2. Tekanan Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti bumi. Pada tiap bagian atmosfer bekerja gaya gravitasi. Makin ke bawah, makin berat lapisan udara yang di atasnya. Dengan demikian, makin rendah suatu tempat, makin tinggi tekanan atmosfernya. Tekanan atmosfer dapat diukur dengan menggunakan Barometer.

Tekanan pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair juga dipengaruhi oleh tekanan atmosfer yang menekan lapisan zat cair paling atas. Dengan demikian, tekanan total pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = P_o + \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan: P = tekanan total (Nm^{-2} , Pa)

P_0 = tekanan atmosfer (atm, Pa)

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

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman (m)

5. Tekanan Absolut (Mutlak)

Penunjukkan tekanan dalam ruang tertutup oleh alat ukur tekanan disebut tekanan *terukur* atau *tekanan gauge*. Alat ukur tekanan pada alat semprot dinamakan manometer tertutup. Udara di bumi atau yang dinamakan atmosfer memiliki tekanan ke segala arah.

Tekanan absolut (mutlak) dirumuskan sebagai berikut.

$$P = P_G + P_o$$

Keterangan: P = tekanan mutlak (Nm^{-2} , Pa)

P_G = tekanan terukur (Nm^{-2} , Pa)

$$P_0 = \text{tekanan atmosfer (atm, Pa)}$$

CONTOH SOAL

1. Hitunglah besar tekanan di dasar kolam renang yang dalamnya 2 m dan berisi air bersih jika tekanan atmosfer 72 cmHg, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, massa jenis air = 1.000 kg/m^3 dan massa jenis raksa = 13.600 kg/m^3 !

Jawab:

Dik : h = 2 m

$$P_o = 72 \text{ cmHg}$$
$$\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Dit : $P = \dots$?

Peny : $P = P_o + \rho g h_A \rightarrow P_o = 72 \text{ cmHg} = 0,72 \text{ mHg}$
 $= (13.600 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) (0,72 \text{ m})$
 $= 9,6 \times 10^4 \text{ Pa}$

$$\begin{aligned} P &= P_o + \rho g h_A \\ &= (9,6 \times 10^4 \text{ Pa}) + (1.000 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) (2 \text{ m}) \\ &= 1,16 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

C. HUKUM-HUKUM DASAR FLUIDA STATIS

1. Hukum Pascal

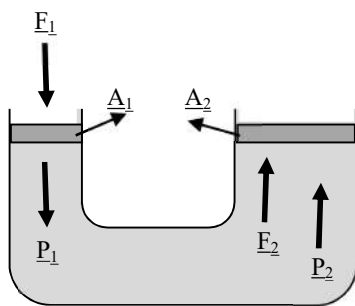
Hukum Pascal berbunyi: “Tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah”. Blaise Pascal (1623 - 1662) seorang ilmuwan dari Perancis, yang telah mengemukakan Hukum Pascal di atas. Nama “Pascal” juga digunakan sebagai satuan dari tekanan untuk menghargai jasa Blaise Pascal.



Gambar 3.4 Blaise Pascal (1623-1662)

(Sumber: amongguru.com)

Prinsip kerja hukum Pascal:



Gambar 3.5 Prinsip kerja Hukum

Berdasarkan hukum Pascal, tekanan pada zat cair tersebut diteruskan sama besar ke segala arah, maka pada pengisap 2 bekerja gaya ke atas $P \cdot A_2$ yang seimbang dengan gaya F_2 yang bekerja pada pengisap 2 dengan arah ke bawah dan berlaku:

$$P \cdot A_2 = F_2 \leftrightarrow P = \frac{F_2}{A_2}$$

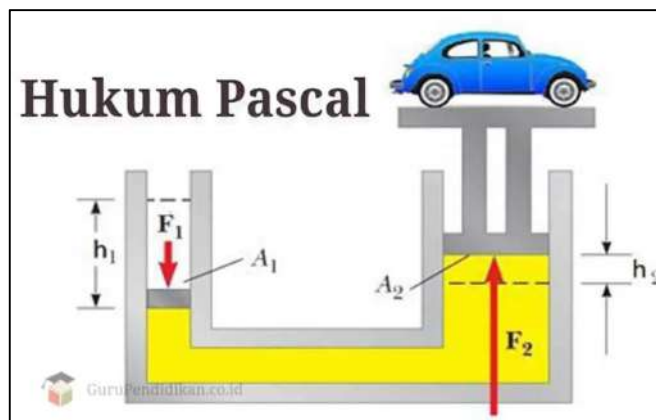
dengan demikian:

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

Prinsip kerja hukum Pascal ini dimanfaatkan dalam peralatan teknik di antaranya adalah seperti di bawah ini:

1) Dongkrak Hidrolik dan Mesin Hidrolik Pengangkat Mobil

Aplikasi Hukum Pascal yang sangat terkenal adalah yang terdapat pada alat pengangkatan Hidrolik atau yang banyak dikenal dengan istilah Dongkrak Hidrolik. Setiap benda yang menggunakan istilah Hidrolik biasanya merupakan aplikasi dari hukum pascal. Contohnya Dongkrak hidrolik. Dongkrak hidrolik sering digunakan untuk mengangkat berat seperti saat harus mengganti ban mobil. Pada dongkrak hidrolik, sedikit gaya masuk yang diberikan digunakan untuk menghasilkan gaya keluar yang lebih besar dengan cara membuat luasan piston bagian luar lebih besar daripada luasan piston bagian dalam. Dengan cara ini, keuntungan mekanis yang didapatkan akan berlipat ganda tergantung rasio perbedaan luasan piston. Sebagai contoh, jika luasan piston luar 20 kali lebih besar daripada piston bagian dalam, maka gaya yang keluar dikalikan dengan faktor 20; sehingga jika gaya yang diberikan setara dengan 100 kg, maka dapat mengangkat mobil hingga seberat 2000 kg atau 2 ton. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 3.5 Prinsip kerja Dongkrak Hidrolik
(Sumber: gurupendidikan.co.id)



Gambar 3.6 Dongkrak Hidrolik
(Sumber: hargaalat.id)

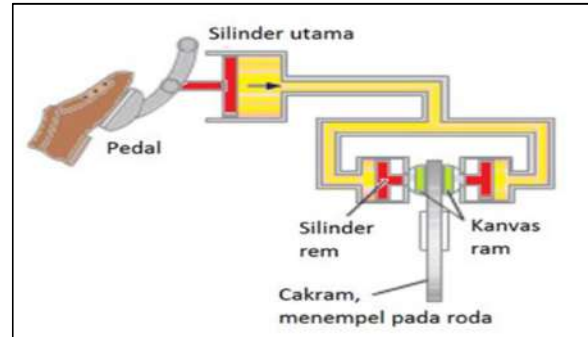
Persamaan yang berlaku pada dongkrak hidrolik atau lift (pengangkat) hidrolik yaitu perbandingan gaya yang diberikan untuk mengangkat beban pada dongkrak sama dengan perbandingan luas silinder tekan dengan luas silinder beban.

Rumus yang berlaku pada dongkrak hidrolik dan mesin hidrolik.

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

2) Rem hidrolik

Prinsip kerja rem hidrolik sama dengan prinsip kerja mesin pengangkat mobil atau dongkrak hidrolik. Perbandingan luas silinder utama dengan silinder rem menentukan keuntungan mekanik. Semakin besar keuntungan mekanik, semakin ringan saat menginjak pedal rem.



Gambar 3.7 Rem Hidrolik
(Sumber: gurupendidikan.co.id)

Dapat dikatakan bahwa semua sistem hidrolik menggunakan hukum Pascal. Sistem hidrolik dipakai di seluruh kendaraan berat, mesin pengangkut, pabrik-pabrik, dan semua peralatan yang membutuhkan gaya yang besar menggunakan sistem hidrolik karena keuntungan mekanisnya yang cukup tinggi dan sistem kerjanya yang sederhana.

CONTOH SOAL

1. Seperti gambar di samping, luas penampang tabung G sebesar 20 cm^2 dan luas penampang S sebesar 500 cm^2 . Jika piston D diberi gaya 5 N pada tabung G, tentukan besar gaya yang bekerja pada piston P pada tabung S!

Jawab:

Dik : $A_G = 20 \text{ cm}^2 = 800 \text{ kg/m}^3$
 $A_S = 500 \text{ cm}^2$
 $F_G = 5 \text{ N}$
 h_B

Dit : a. $F_S = \dots ?$

Peny :

$$\frac{F_G}{F_S} = \frac{A_G}{A_S} \Leftrightarrow F_S = \frac{A_S}{A_G} \times F_G = \left(\frac{500 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}^2} \right) \cdot 5 \text{ N} = 125 \text{ N}$$

2. Hukum Archimedes



Gambar 3.8 Archimedes (287-212 SM)
(Sumber: min.wikipedia.org)

Akibat lain dari hukum-hukum statika fluida adalah Hukum Archimedes. Hukum Archimedes berbunyi:

“Setiap benda yang terendam seluruhnya atau sebagian di dalam fluida mendapat gaya apung berarah ke atas, yang besarnya adalah sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda ini”.

Archimedes (287 – 212 SM) seorang ilmuwan dari Yunani, yang telah mengemukakan Hukum Archimedes di atas. Archimedes menemukan satu metode untuk menentukan volume suatu objek yang memiliki bentuk tidak rata. Jika berat benda di udara w , berat benda di dalam zat cair w' , maka gaya ke atas (F_a) adalah sebagai berikut.

$$F_a = w - w'$$

Gaya ke atas juga dirumuskan dengan:

$$F_a = m_f \cdot g \leftrightarrow F_a = \rho_f \cdot g \cdot V_f$$

Keterangan : F_a = gaya apung (N)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

m_f = massa fluida (kg)

V_f = volum benda yang tercelup dalam zat cair (m^3)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

Pada suatu benda yang tercelup di dalam zat cair, selalu bekerja gaya ke atas F_a , juga bekerja gaya berat w yang berarah ke bawah. Berdasarkan besarnya, kedua gaya ini posisi benda dalam zat cair dapat digolongkan menjadi tiga yaitu *mengapung*, *melayang*, dan *tenggelam*.

1) Mengapung

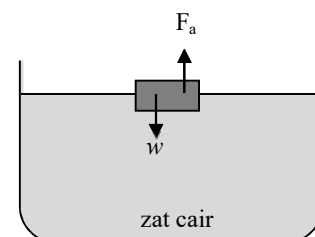
Benda mengapung jika gaya apung lebih besar daripada berat benda atau massa jenis fluida lebih besar dari massa jenis benda.

Syarat benda mengapung:

$$\rho_F > \rho_b$$

Keterangan : ρ_F = massa jenis fluida (kg/m^3)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)



Gambar 3.9 Benda mengapung
(Sumber: Dok.Pribadi)

2) Melayang

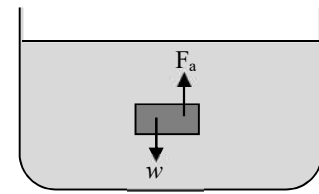
Benda akan melayang jika gaya apung sama dengan berat benda atau massa jenis fluida sama dengan massa jenis benda.

Syarat benda melayang:

$$\rho_F = \rho_b$$

Keterangan : ρ_F = massa jenis fluida (kg/m^3)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)



Gambar 3.10 Benda melayang
(Sumber: Dok.Pribadi)

3) Tenggelam

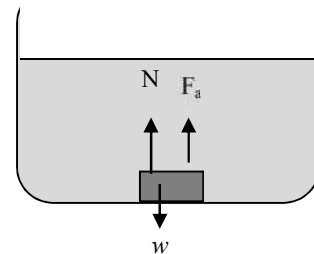
Benda akan tenggelam jika gaya apung lebih kecil daripada berat benda atau massa jenis fluida lebih kecil dari massa jenis benda.

Syarat benda tenggelam:

$$\rho_F < \rho_b$$

Keterangan : ρ_F = massa jenis fluida (kg/m^3)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)

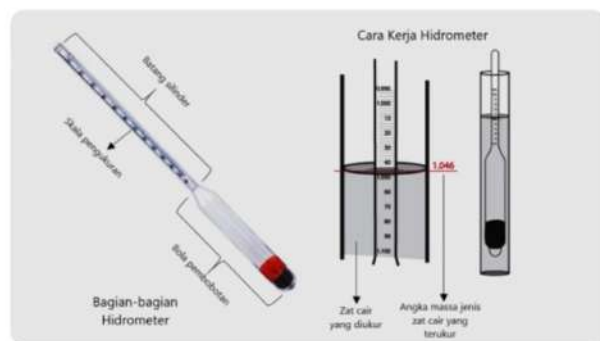


Gambar 3.11 Benda tenggelam
(Sumber: Dok. Pribadi)

Prinsip kerja hukum Archimedes ini dimanfaatkan dalam peralatan teknik di antaranya adalah seperti di bawah ini:

1) Hidrometer

Dengan prinsip kerja yang sederhana, hidrometer dapat digunakan untuk mengukur massa jenis fluida. Dengan cara memasukkan hidrometer ke fluida yang akan diukur massa jenisnya, maka massa jenis fluida dapat diketahui secara langsung.



Gambar 3.12 Prinsip kerja Hidrometer
(Sumber: ipamts.com)

Berdasarkan gambar, hidrometer terdiri dari bagian batang silinder dan bola pembobotan. Pada batang silinder terdapat angka-angka yang menunjukkan massa jenis zat cair yang diukur. Adapun, bola pembobotan berfungsi untuk menegakkan hidrometer agar menjaga ketepatan dalam membaca angka pengukuran. Bola pembobotan berisi merkuri atau tembakan timah.

Cara kerja hidrometer sesuai hukum Archimedes. Bila hidrometer diletakkan di dalam zat cair dengan kerapatan atau massa jenis yang besar, hidrometer akan mengapung dan permukaan zat cair akan bersinggungan dengan angka yang dekat bola pembobotan (angka yang besar). Namun bila diletakkan ke dalam zat cair yang memiliki massa jenis rendah, maka hidrometer akan tenggelam dan permukaan zat cairnya bersinggungan dengan angka yang jauh dari bola pembobotan (angka yang kecil).

Jadi angka yang diperlihatkan pada hidrometer saat pengukuran menunjukkan massa jenis zat tersebut. Semakin besar angka yang diperlihatkan, semakin besar pula massa jenis zat cair yang diukur. Bila semakin kecil angka hasil pengukuran, maka massa jenis zat cair juga semakin kecil.

Cara menggunakan hidrometer yaitu dengan meletakkannya ke dalam cairan sehingga berada pada posisi tegak kemudian melihat angka yang bersinggungan dengan permukaan zat cair. Saat melihat, mata sebaiknya sejajar dengan permukaan zat cair guna menghindari kesalahan saat pengamatan.

LAB MINI



Kamu dapat membuat hidrometer sederhana dengan alat dan bahan antara lain : sedotan minuman jus, plastisin, penggaris, gunting, gelas kaca dan air. Langkah-langkah membuat hidrometer sederhana yaitu :

1. Ambil gelas kaca lalu isi dengan air jernih setengahnya saja.
2. Ambil sedotan lalu ukur sepanjang 10 cm kemudian potong dengan gunting.
3. Ambil plastisin Ubahlah bentuk plastisin menjadi bulatan.
4. Tancapkan sedotan ukuran 10 cm tadi ke bulatan plastisin secara tegak lurus lalu masukkan ke dalam air dalam gelas.
5. Kamu akan melihat sedotan yang ditancapkan ke plastisin akan melayang. Itulah hidrometer sederhana. Jika kamu lepas sedotan dari plastisin, maka plastisin akan tenggelam. Ketika plastisin ditancapkan sedotan, maka terbentuk rongga udara sehingga plastisin berisi udara dan memperbesar volume serta memperkecil massa jenis hidrometer sederhana.



2) Kapal laut

Kamu pernah kapal laut? Kamu lihat kapal laut dapat mengapung walaupun memiliki ukuran yang besar dan terbuat dari logam. Perlu kamu ketahui bahwa logam memiliki massa jenis yang lebih besar dari zat cair sehingga bila diletakkan di dalam air, logam akan tenggelam. Kapal laut dapat mengapung disebabkan oleh bentuk dasar kapal yang melengkung (berupa cekungan) dan adanya lambung (rongga) kapal. Bentuk dasar kapal yang melengkung dan adanya rongga pada kapal, dapat memperluas volume bagian dasar kapal sehingga memperbesar gaya ke atas air terhadap bagian dasar kapal.



Gambar 3.13 Kapal laut
(Sumber: kumparan.com)

Semakin besar ukuran kapal, maka volume dasar kapal juga akan diperbesar agar dasar kapal memperoleh gaya ke atas air atau gaya apung yang besar.

Adapun rongga kapal yang berisi udara dapat memperkecil massa jenis kapal. Dengan adanya udara di dalam lambung atau rongga kapal, dapat memperbesar volume kapal sehingga massa jenis keseluruhan kapal menjadi lebih kecil. Perlu kamu ingat, jika massa jenis suatu benda lebih kecil dari massa jenis zat cair, maka benda tersebut akan mengapung.

3) Kapal selam



Gambar 3.14 Kapal selam
(Sumber: id.wikipedia.org)

Kapal selam merupakan teknologi yang biasanya digunakan untuk kepentingan militer dan pengetahuan kelautan. Kapal selam mampu bergerak di bawah permukaan air dan ketika berhenti dapat berada di permukaan air. Oleh karena itu, kapal selam dapat terapung, melayang dan tenggelam. Kemampuan kapal selam untuk mengapung, melayang dan tenggelam karena dilengkapi tangki pengapung.

Bagaimana kapal selam mengapung, melayang dan tenggelam dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.15 Prinsip kerja kapal selam
(Sumber: ipamts.com)

Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa ketika kapal selam hendak berada dipermukaan (mengapung), tangki akan diisi udara sehingga air di dalam tangki keluar. Tangki yang berisi udara menyebabkan volume kapal selam bertambah sehingga akan memperoleh gaya ke atas air yang lebih besar dan mampu mendorong kapal selam naik ke permukaan.

Saat kapal selam hendak menyelam, maka udara di dalam tangki di keluarkan sebagian agar berat kapal selam sama dengan gaya ke atas air laut. Kedalaman kapal selam diatur dengan udara yang dimasukkan ke dalam tangki. Makin sedikit udara dalam tangki maka makin dalam posisi kapal selam tersebut.

Kapal selam dapat menyelam sampai di dasar laut. Hal itu dilakukan dengan mengosongkan udara dalam tangki sehingga tangki penuh dengan air. Hal tersebut menyebabkan berat kapal selam lebih besar dari gaya ke atas air laut. Perlu kamu ketahui bahwa semakin dalam, tekanan air akan semakin besar, sesuai dengan konsep tekanan hidrostatik. Oleh karena itu, dinding badan kapal selam terbuat dari logam baja yang sangat kuat sehingga mampu menahan tekanan dari air laut.

4. Balon udara



Gambar 3.16 Balon Udara
(Sumber: parapuan.co)

Pernahkan kalian mendengar Cappadokia? Ketika mendengar Cappadokia pasti akan terbayang dipikiran kita balon-balon udara yang terbang di atas kota Cappadokia. Udara merupakan fluida, sedangkan balon sebagai benda yang melayang di udara. Sesuai dengan hukum Archimedes, balon yang berisi gas helium (He) memiliki massa jenis lebih dari massa jenis udara pada umumnya, akibatnya balon akan melayang di udara.

Balon udara dapat terbang dan mengapung di udara karena diisi dengan udara panas. Udara panas dihasilkan dari pemanasan udara di dalam balon yang menyebabkan udara memuai sehingga meningkatkan volume udara di dalam balon. Peningkatan volume udara menyebabkan penurunan kerapatan atau massa jenis udara yang membuat massa jenis udara di dalam balon lebih kecil dari massa jenis udara di sekitar balon sehingga balon terangkat ke atas. Ingat massa jenis benda berbanding terbalik dengan volume benda.

3. Tegangan Permukaan Zat Cair

Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti suatu lapisan elastis. Selaput ini cenderung menyusut sekuat mungkin. Oleh karena itu, sejumlah tertentu cairan cenderung mengambil bentuk dengan permukaan sesempit mungkin. Inilah yang disebut dengan *tegangan permukaan*.



Gambar 3.18 Tegangan permukaan
(Sumber: saintif.com)

Tegangan permukaan (γ) dalam larutan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tegangan permukaan (F) dan panjang permukaan (d) dimana gaya tersebut bekerja. Dapat ditulis:

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

Keterangan: γ = tegangan permukaan (N/m atau Nm^{-1})

F = gaya tegangan permukaan (N)

l = panjang permukaan (m)

Akibat tegangan permukaan ini setetes cairan cenderung berbentuk bola, karena dalam bentuk bola itu cairan mendapatkan daerah permukaan yang tersempit. Inilah yang menyebabkan tetes-tetes embun yang jatuh pada sarang laba-laba berbentuk bola.

Tarikan pada permukaan cairan membentuk semacam kulit penutup yang tipis. Nyamuk dapat berjalan di atas air karena berat nyamuk dapat diatasi oleh kulit ini. Peristiwa yang sama terjadi pada jarum jaiht yang perlahan-lahan diletakkan secara horizontal di atas air.

Contoh lain dalam kehidupan sehari-hari adalah penggunaan detergen dalam mencuci pakaian. Detergen juga didesain untuk meningkatkan kemampuan air membasahi kotoran yang melekat pada pakaian. Caranya adalah detergen menurunkan tegangan permukaan air. Karena itu, banyak kotoran yang tidak larut dalam air biasa akan larut dalam air yang diberi detergen. Hasil cucian menjadi lebih bersih.

CONTOH SOAL

1. Sebuah silet panjangnya 4,3 cm diletakkan di permukaan air hingga terapung. Apabila massa silet 0,25 gram dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa besar tegangan permukaan air?

Jawab:

Dik : $l = 4,3 \text{ cm} = 4,3 \times 10^{-2} \text{ m}$

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

$m = 0,25 \text{ g} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ kg}$

h_B

Dit : $\gamma = \dots ?$

Peny :

$$\gamma = \frac{F}{l} = \frac{m g}{l} = \frac{(2,5 \times 10^{-4})(10)}{4,3 \times 10^{-2}} = 0,058 \text{ N/m}$$

4. Sudut Kontak dan Kapilaritas**a. Sudut Kontak**

Jika pada lengkungan air ke atas ditarik garis lurus, maka garis ini akan membentuk sudut θ terhadap dinding vertikal. Sudut θ ini dinamakan sudut kontak. Sudut kontak air adalah lancip ($\theta = 90^\circ$), sudut kontak raksa adalah tumpul ($90^\circ < \theta < 180^\circ$).

Beberapa istilah yang berkaitan dengan Sudut kontak adalah sebagai berikut.

- 1) *Kohesi* adalah gaya tarik-menarik antar partikel-partikel dari zat yang sama.
- 2) *Adhesi* adalah gaya tarik menarik antara partikel-partikel dari zat yang berbeda.
- 3) *Meniskus* adalah lengkungan zat cair di dalam tabung.
- 4) *Meniskus cekung* adalah permukaan air di dalam tabung akibat adanya meniskus.
- 5) *Meniskus cembung* adalah permukaan raksa di dalam tabung akibat adanya meniskus.

Berikut ini adalah sudut kontak beberapa pasang bahan.

Tabel 3.2 Sudut Kontak Bahan

Bahan	Sudut Kontak
Air – Kaca	0°
Raksa – Kaca	140°
Air – Parafin	107°
Kerosin – Kaca	26°

b. Kapilaritas

Kapilaritas merupakan peristiwa naik turunnya zat cair dalam pipa kapiler (pipa sempit). Kapilaritas dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi antara zat cair dengan dinding kapiler. Kenaikan atau penurunan zat cair pada pipa kapiler disebabkan oleh adanya tegangan permukaan yang bekerja pada keliling persentuhan zat cair dengan pipa. Kenaikan atau penurunan zat cair dalam pipa dirumuskan sebagai berikut.

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

Keterangan: h = kenaikan/penurunan permukaan fluida dalam pipa (m)

θ = sudut kontak (derajat)

r = jari-jari pipa kapiler (m)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

5. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Dalam fluida tidak kental (fluida ideal) tidak ada viskositas yang menghambat lapisan-lapisan fluida ketika lapisan-lapisan tersebut bergeser sedangkan dalam fluida kental viskositas/kekentalan itu ada. Akibatnya dalam suatu pipa yang luas penampangnya serbasama, setiap lapisan fluida tidak kental bergerak dengan kecepatan yang sama, demikian juga lapisan fluida yang dekat dengan dinding pipa, sedangkan dalam fluida kental lapisan-lapisan fluida bergerak dengan kecepatan yang tidak seluruhnya sama. Bahkan lapisan fluida yang terdekat dengan dinding tidak bergerak sama sekali.



Gambar 3.19 Viskositas
(Sumber: rumusrumus.com)

Dalam fluida yang kental kita perlu gaya untuk menggeser satu lapisan fluida terhadap yang lain. Besarnya gaya F yang diperlukan untuk menggerakkan suatu lapisan fluida dengan kelajuan tetap v untuk luas keping yang bersentuhan dengan fluida A , dan berjarak L dari keping yang diam dirumuskan dengan:

$$F = \frac{\eta A \cdot v}{L}$$

Keterangan: F = gaya yang bekerja (N)

A = luas keping yang bersentuhan dengan fluida (m^2)

v = kelajuan (m/s)

L = jarak antara dua keping (m)

η = koefisien viskositas ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ atau Pa sekon)

Nilai koefisien viskositas (η) berubah sesuai dengan perubahan temperatur. Jika temperatur naik, viskositas zat cair turun sedangkan untuk gas naik dan sebaliknya jika temperatur turun, viskositas zat cair naik sedangkan untuk gas turun.

➤ **Hukum Stokes**

Bagaimana pengaruh fluida kental terhadap benda yang bergerak di dalamnya? Apabila suatu benda bergerak dengan kelajuan tertentu dalam suatu fluida kental, maka benda tersebut akan dihambat geraknya oleh gaya gesekan fluida pada benda tersebut.

Seorang bernama Sir George Stokes pada tahun 1845 menunjukkan bahwa gaya hambatan F yang dialami oleh benda berbentuk bola yang bergerak relatif terhadap fluida diberikan oleh hubungan:

$$F_s = 6 \pi \eta r v$$

Keterangan: F_s = gaya hambatan (N)

η = koefisien viskositas ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ atau Pa sekon)

r = jari-jari bola (m)

v = kelajuan relatif benda terhadap fluida (m/s)

π = 22/7 atau 3,14

Persamaan ini dikenal dengan “Hukum Stokes”.

➤ **Kecepatan Terminal**

Suatu benda yang dijatuhkan bebas dalam suatu fluida kental, kecepatannya makin membesar sampai mencapai suatu kecepatan terbesar yang tetap. Kecepatan terbesar yang tetap ini dinamakan *kecepatan terminal*.

$$v_T = \frac{v_b g (\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r}$$

Untuk benda yang berbentuk bola dengan jari-jari r , maka volume benda $v_b = \frac{4}{3} \pi r^3$, sehingga diperoleh persamaan:

$$v_T = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 \cdot g}{\eta} (\rho_b - \rho_f)$$

Keterangan: v_T = kecepatan terminal (m/s)

r = jari-jari bola (m)

η = koefisien viskositas ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ atau Pa sekon)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

CONTOH SOAL

1. Hitunglah Besar kenaikan air di dalam pipa kapiler yang terbuat dari kaca yang berdiameter 0,6 mm apabila tegangan permukaan $72,8 \times 10^{-3} \text{ N/m}$!

Jawab:

Dik : $\gamma = 72,8 \times 10^{-3} \text{ N/m}$
 $d = 0,6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$
 $r = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$
 $\theta = 0^\circ$ (sudut kontak air-kaca = 0°)
 $\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Dit : $h = \dots ?$

Peny :

$$h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho g r} = \frac{2 (72,8 \times 10^{-3}) \cos 0^\circ}{1.000 \cdot 9,8 \cdot 3 \times 10^{-4}} = \frac{145,6 \times 10^{-3}}{2,94} = 49,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

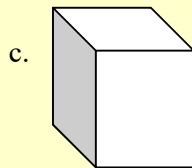
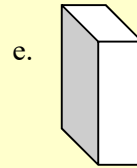
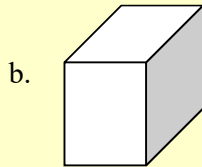
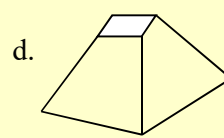
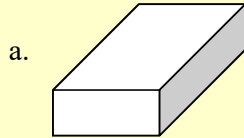
KESIMPULAN

1. *Fluida* adalah zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan.
2. Fluida tidak mengalir biasa disebut *fluida statis* (diam).
3. Besaran-besaran yang berkaitan dengan Fluida Statis adalah Massa Jenis, Tekanan, Tekanan Hidrostatik, Tekanan Absolut.
4. Hukum Pascal berbunyi: *“Tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah”*.
5. Prinsip kerja hukum Pascal ini dimanfaatkan dalam peralatan teknik di antaranya adalah seperti dongkrak hidrolik dan rem hidrolik.
6. Hukum Archimedes berbunyi: *“Setiap benda yang terendam seluruhnya atau sebagian di dalam fluida mendapat gaya apung berarah ke atas, yang besarnya adalah sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda ini”*.
7. Benda mengapung jika gaya apung lebih besar daripada berat benda atau massa jenis fluida lebih besar dari massa jenis benda. Benda akan melayang jika gaya apung sama dengan berat benda atau massa jenis fluida sama dengan massa jenis benda. Benda akan tenggelam jika gaya apung lebih kecil daripada berat benda atau massa jenis fluida lebih kecil dari massa jenis benda.
8. Prinsip kerja hukum Pascal ini dimanfaatkan dalam peralatan teknik di antaranya adalah seperti hydrometer, kapal laut, kapal selam dan balon udara.
9. Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti suatu lapisan elastis.
10. Kapilaritas merupakan peristiwa naik turunnya zat cair dalam pipa kapiler (pipa sempit).
11. Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida.

UJI KOMPETENSI

Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Berdasarkan konsep tekanan, apabila benda-benda berikut diberi gaya sama besar maka benda yang menghasilkan tekanan paling besar yaitu ...



2. Massa jenis bola yang memiliki massa 0,6 kg dengan diameter 10 cm sebesar ... kg/m^3 .

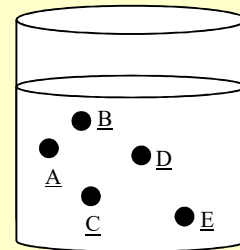
a. 1.210,3 c. 956,7 e. 756,9
b. 1.147,2 d. 875,1

3. Gaya yang harus dilakukan oleh seorang perawat pada alat suntik yang diameternya 2 cm supaya tekanan zat cair di dalamnya bertambah dengan 10^5 Pa sebesar ... N.

a. 30 c. 40 e. 125,6
b. 31,4 d. 42,4

4. Di antara titik-titik pada gambar di samping, yang mempunyai tekanan hidrostatik paling kecil yaitu titik ...

a. E
b. D
c. C
d. B
e. A



5. Tekanan yang dialami oleh seseorang yang menyelam di laut tergantung pada:
- 1) Massa jenis air laut
 - 2) Tekanan udara di permukaan air laut
 - 3) Jarak penyelam terhadap permukaan laut
 - 4) Gemuk atau kurusnya penyelam
- Pernyataan 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)
6. Pada kedalaman tertentu, seorang penyelam mengalami tekanan hidrostatik 120.000 Pa. Jika diketahui massa jenis 1 g/cm^3 dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , penyelam itu berada pada kedalaman ... meter.
- a. 1,2
 - b. 12
 - c. 120
 - d. 125
 - e. 1.200
7. Sebuah wadah berisi air ($\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$) setinggi 70 cm. Tekanan hidrostatik yang bekerja pada dasar wadah tersebut sebesar ... Pa
- a. 6,86
 - b. 68,6
 - c. 686
 - d. 6.860
 - e. 686.000
8. Perhatikan gambar di samping!
- Luas penampang A adalah $\frac{1}{3}$ kali luas penampang B. Jika gaya yang bekerja pada piston A sebesar 6 N, gaya pada piston B sebesar ... N.
- a. 18
 - b. 12
 - c. 9
 - d. 3
 - e. 2
9. Seorang pemesan ingin membuat dongkrak hidrolik dengan perbandingan $F_1 : F_2 = 1 : 4$. Jika pengisap pertama luasnya $0,05 \text{ m}^2$, maka luas pengisap kedua ... m^2 .
- a. 0,003
 - b. 0,02
 - c. 0,2
 - d. 20
 - e. 2
10. Gaya Archimedes yang bekerja pada sebuah benda yang berada dalam zat cair sebanding dengan ...
- a. Berat zat cair
 - b. Berat zat cair dan volume benda
 - c. Berat dan massa jenis zat cair
 - d. Volume benda dan massa jenis zat cair
 - e. Volume benda, berat zat cair, dan massa jenis zat cair
11. Sepotong balok kayu mengapung di atas air dengan 75% volumenya tenggelam dalam air. Bila volume balok itu 5.000 cm^3 , maka massa balok kayu itu ... kg.
- a. 3,75
 - b. 5,15
 - c. 6,25
 - d. 7,75
 - e. 9,50
12. Sebuah jarum panjangnya 4 cm, ingin diapungkan pada permukaan alkohol. Jika diketahui tegangan permukaan alkohol $0,023 \text{ N/m}$, massa maksimal jarum ... gram.
- a. 0,0092
 - b. 0,092
 - c. 0,92
 - d. 9
 - e. 9,2

13. Jarum dapat terapung pada permukaan air karena ...
- Massa jenis jarum lebih kecil daripada air
 - Massa jenis jarum lebih besar daripada air
 - Gaya apung Archimedes
 - Berat jenis jarum sama dengan berat jenis air
 - Tegangan permukaan air
14. Sebuah pipa kapiler berdiameter 0,9 mm dimasukkan dalam alkohol 20⁰C ($\rho = 800 \text{ kg/m}^3$). Jika sudut kontak 45⁰ dan tegangan permukaan 0,023 N/m, tinggi alkohol dalam pipa ... mm. ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
- 10
 - 9
 - 8
 - 7
 - 6
15. Permukaan air ($r = 1 \text{ g/cm}^3$) di dalam pipa kapiler berdiameter 1 mm adalah 4 cm di atas permukaan air di luar pipa itu. Jika sudut kontak air bahan pipa kapiler 60⁰, besarnya tegangan permukaan air adalah ... N/m
- 0,2
 - 0,4
 - 0,6
 - 0,8
 - 1,0

DAFTAR PUSTAKA

Kanginan, Marthen. 2017. *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga

Sri Handayani dan Ari Damari. 2009. *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

Sumarsono, Joko. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

[https://www.ipamts.com/Hukum Archimedes dan Penerapannya \(ipamts.com\)](https://www.ipamts.com/Hukum-Archimedes-dan-Penerapannya)