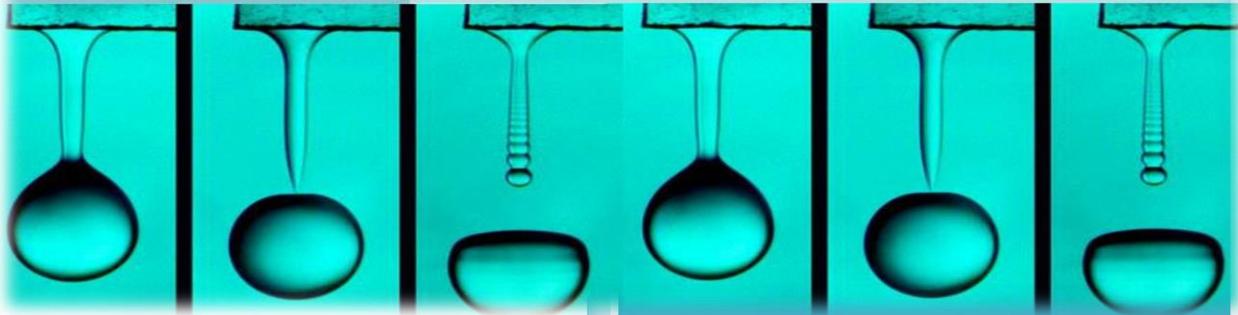


FISIKA

Modul Fluida Statis



FLUIDA



Tim Penyusun :

ABDUL AZIS, S.Pd.I.

ANITA, S.Pd.

ASMA, S.Pd.

DEWA PUTU YUDA PRASETIA, S. Pd.

DIDIK JULIAWAN, S.Pd., M.Pd.

DORTIANNA SITOANG, S.Pd.

FATMAWATI, S.Pd.

HENDRA TRISURYA, S.Pd.

I WAYAN AGUS SAPUTRA, S.Pd.

STELA TOLOLIU, S.Pd.

Kata Pengantar

Kami ucapkan puji syukur kepada Tuhan yang Maha Kuasa dan Maha Kasih, yang telah memberkati kita semua sehingga Modul Fisika ini dapat diselesaikan dengan baik dan dapat digunakan oleh peserta didik untuk mendalami bidang fisika khususnya Fluida Statis. Modul yang sekarang ini kita pegang adalah Modul tentang **Fluida Statis** yang terdiri dari 3 Kegiatan Pembelajaran (KP) Untuk 3 Pertemuan yaitu: 1) Besaran – Besaran Fluida Statis dan Tekanan Hidrostatik, 2) Hukum Pascal, Hukum Archimedes dan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari - hari, 3) Tegangan Permukaan, Kapilaritas dan Viskositas.

Modul ini disusun sebagai pemenuhan tugas Pengembangan bahan ajar fisika pada Kegiatan PPG Fisika angkatan 2 Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Modul ini diperuntukkan bagi para pendidik dan peserta didik jenjang SMA kelas XI serta masyarakat pembelajar secara umum yang mempelajari bidang fisika materi fluida statis ini. Harapan kami bahwa para peserta didik dapat sungguh menguasai materi modul ini dengan benar. Dengan adanya modul ini diharapkan nantinya akan banyak peserta didik yang tertarik dan senang untuk menekuni bidang fisika lebih lanjut.

Semoga modul ini dapat membantu kemajuan guru fisika di Indonesia, kemajuan peserta didik dan akhirnya juga ikut membantu perkembangan pendidikan di Indonesia terutama dalam bidang fisika.

Akhirnya kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya penyusunan modul dan pirantinya ini. Kepada seluruh tim penyusun modul, dosen pembimbing, guru pamong, seluruh staf dosen, administratif dan staf IT Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya dan semua yang telah membantu penyusunan modul ini. Sebagai tim penyusun kami ucapkan terima kasih juga kepada Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan dan LPTK penyelenggara karena telah memberikan kesempatan dan waktu untuk mengerjakan modul ini. Semoga berkat dan karunia Allah menyertai Anda semua dan semoga modul ini bermanfaat bagi kemajuan pendidikan di Indonesia. Mohon maaf jika dalam penyusunan modul ini masih jauh dari kesempurnaan karena kesempurnaan yang hakiki hanyalah milik Sang Pencipta.

Surabaya, September 2020

Tim Penyusun

Daftar Isi

[Kata Pengantar](#)

[Daftar Isi](#)

[Peta Konsep](#)

[Pendahuluan](#)

Identitas Modul

Kompetensi Dasar

Tujuan Pembelajaran

Deskripsi

Petunjuk Penggunaan Modul

[Kegiatan Pembelajaran I](#)

Capaian Pembelajaran

Pokok-pokok Materi

Uraian Materi

Rangkuman

Penugasan

[Kegiatan Pembelajaran II](#)

Capaian Pembelajaran

Pokok-pokok Materi

Uraian Materi

Rangkuman

Penugasan

[Kegiatan Pembelajaran III](#)

Capaian Pembelajaran

Pokok-pokok Materi

Uraian Materi

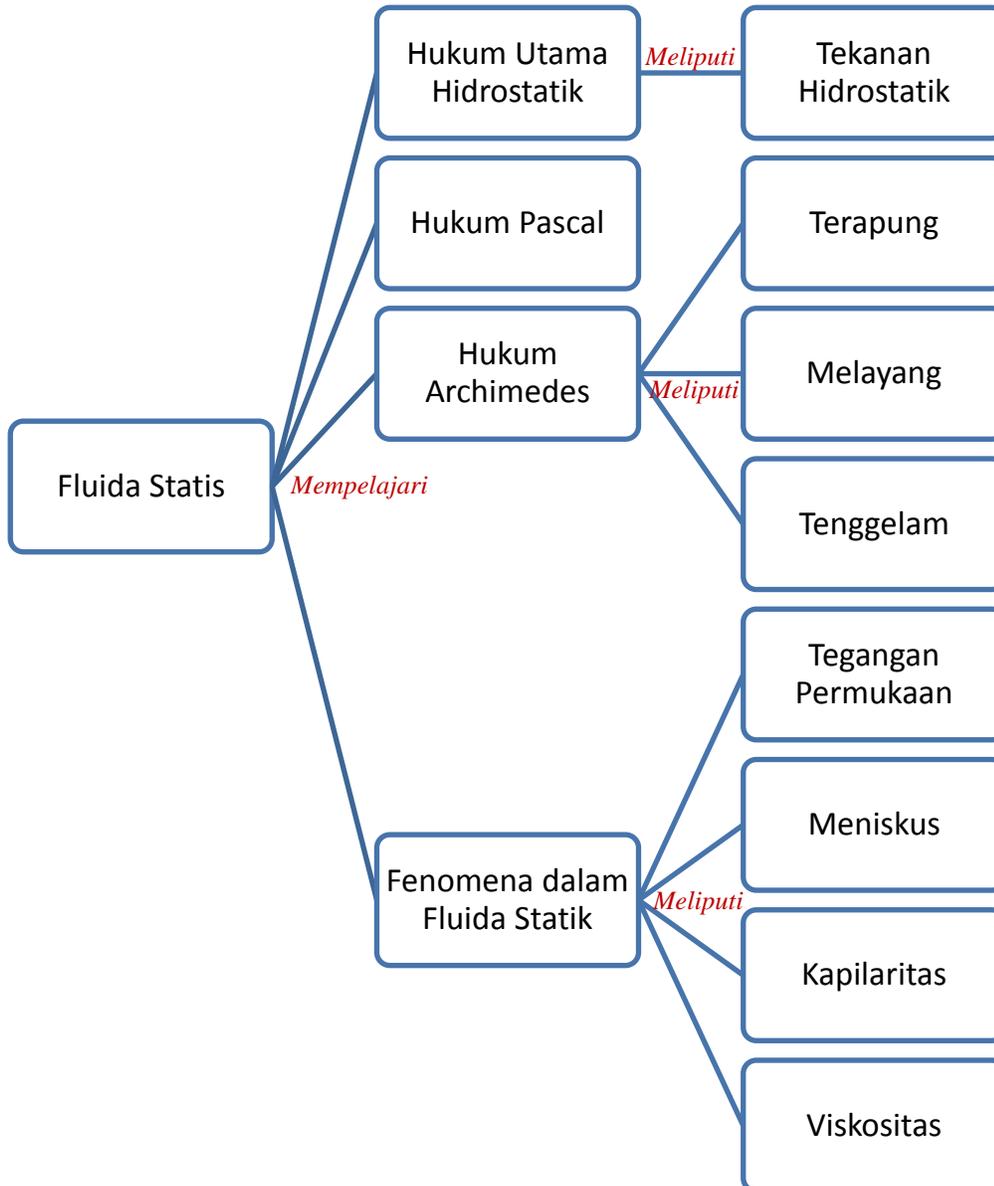
Rangkuman

Penugasan

[Evaluasi](#)

[Daftar Pustaka](#)

Peta Konsep



Pendahuluan

IDENTITAS MODUL

Nama Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas / Semester / Alokasi Waktu	: XI / 1 (Satu) / 6 JP
Judul Modul	: Fluida Statis

KOMPETENSI DASAR

- 3.4. Menerapkan hukum-hukum fluida statik dalam kehidupan sehari-hari.
 - 4.4. Merencanakan dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statis, berikut presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya.
-

TUJUAN PEMBELAJARAN

Melalui proses pembelajaran materi Fluida Statis dengan menggunakan Model *Discovery*, peserta didik diharapkan jujur dan teliti dalam menerapkan hukum-hukum fluida statis dalam kehidupan sehari-hari sesuai dengan ide-ide baru berdasarkan berbagai sumber belajar. Peserta didik juga diharapkan teliti dan objektif, mampu bekerja sama, serta terampil dalam merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida serta mengkomunikasikannya dalam bentuk laporan tertulis.

DESKRIPSI

Modul Fluida Statis ini disusun untuk membantu peserta didik mempelajari tentang Fluida Statis. Hal-hal yang dipelajari dalam modul ini meliputi sifat-sifat fluida statis. Fluida merupakan zat yang tidak pernah lepas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi-teknologi yang sering digunakan, misalnya bak tampungan air yang diletakan di ketinggian, pompa air, teknologi ban, dll. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk mempelajari sifat-sifatnya agar dapat lebih memanfaatkan fluida ini dalam kehidupan.

Agar dapat memahami sifat-sifat fluida ini teman-teman perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

- a) Membaca dan memahami materi yang diuraikan dalam modul ini.
 - b) Mengerjakan tugas secara mandiri.
 - c) Mengerjakan tes formatif.
-

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Pastikan bila Anda membuka modul ini, Anda siap mempelajarinya minimal satu kegiatan hingga tuntas. Jangan terputus-putus atau berhenti di tengah-tengah kegiatan.
 2. Pahami tujuan pembelajaran yang ada pada setiap modul atau kegiatan belajar dalam modul anda.
 3. Bacalah materi pada modul dengan cermat dan berikan tanda pada setiap kata kunci pada setiap konsep yang dijelaskan.
 4. Perhatikan langkah – langkah atau alur dalam setiap contoh penyelesaian soal.
 5. Kerjakanlah latihan soal yang ada, jika mengalami kesulitan bertanyalah kepada teman atau guru anda.
 6. Kerjakanlah soal–soal evaluasi akhir.
-

Kegiatan Pembelajaran I

Besaran-besaran Fluida Statis dan Tekanan Hidrostatik

1. Capaian Pembelajaran

Menganalisis materi Fluida Statis dan penerapannya untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari. Setelah mempelajari modul ini diharapkan dapat mencapai Sub Capaian Pembelajaran sebagai berikut:

- a) Menganalisis besaran-besaran pada fluida statis.
- b) Menerapkan konsep tekanan hidrostatik.

2. Pokok-Pokok Materi

- a) Besaran-besaran pada fluida statis.
- b) Konsep tekanan hidrostatik.

3. Uraian Materi

Fluida merupakan zat yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada saat mandi, mencuci, menyiram tanaman, ban bocor, dan masih banyak lagi aktivitas yang melibatkan fluida. Fluida merupakan zat yang dapat mengalir, jadi zat cair dan gas merupakan fluida. Fluida memang zat yang dapat mengalir, tetapi tidak setiap saat fluida itu mengalir terkadang fluida itu diam. Oleh karena itu pada modul ini akan kita akan mempelajari fluida yang diam atau fluida statis.

a) Massa Jenis

Di SMP Anda telah mempelajari tentang besaran massa jenis, apa Massa Jenis itu?

Massa jenis (densitas) merupakan sifat yang dimiliki oleh bahan. Massa jenis didefinisikan sebagai perbandingan massa per satuan volume. Simbol dari massa jenis ini adalah ρ ("rho"). Sebuah benda dikatakan homogen bila massa jenisnya sama pada setiap bagiannya. Maka bila sebuah benda homogen memiliki massa m dan volume V , massa jenisnya mengikuti persamaan:

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

Keterangan:

ρ = Massa Jenis (Kg/m^3 atau gr/cm^3)

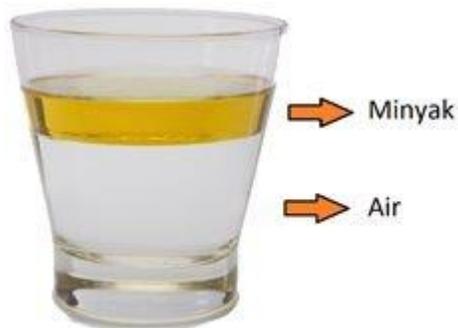
m = Massa (kg atau gram)

V = Volume (m^3 atau cm^3) $1 \text{ gr/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$

Terkadang suatu bahan memiliki massa jenis yang tidak sama persis pada setiap bagiannya maka massa jenisnya dinyatakan sebagai rata-rata dari massa jenis pada setiap bagiannya.

Massa jenis cairan dapat diukur salah satunya dengan menggunakan hidrometer. Cara mengukur massa jenis menggunakan hidrometer adalah dengan mencelupkannya ke dalam cairan yang akan diukur massa jenisnya kemudian di baca permukaan cairan tepat di garis skala ke berapa pada tangkai hidrometer. Nilai massa jenis cairan ditunjukkan oleh skala yang segaris dengan permukaan cairan. Prinsip hidrometer ini menggunakan hukum Archimedes yang akan kita pelajari nanti.

Secara kasar, massa jenis dapat digunakan untuk mengetahui apakah benda dapat mengapung di permukaan air. Benda/objek yang memiliki massa jenis lebih kecil akan selalu berada di atas massa jenis yang lebih besar. Contohnya, minyak akan selalu mengapung diatas permukaan air karena massa jenis minyak lebih kecil dari massa jenis air.



Gambar 1.1 Perbedaan massa jenis air dan minyak

Contoh Soal:

Diketahui sebuah kubus yang memiliki sisi sebesar 5 cm dan jika diketahui massa kubus 250 gram. Berapakah nilai massa jenis kubus tersebut ?

Pembahasan

Diketahui :

$$m = 250 \text{ gram}$$

$$s = 5 \text{ cm}$$

$$\text{Volume Kubus} = s \times s \times s$$

$$\text{Volume Kubus} = 5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ cm}^3$$

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

$$\rho = \frac{250 \text{ gram}}{125 \text{ cm}^3} = 2 \text{ gram/cm}^3$$

Jadi massa jenis kubus adalah 2 gram/cm³.

b) Tekanan

Di SMP Anda telah mempelajari tentang besaran tekanan, apa tekanan itu? Untuk mengetahui tentang tekanan marilah kita diskusikan permasalahan berikut :

1. Jika di injak orang dewasa lebih sakit dari pada di injak anak kecil, rasa sakit itu dikarenakan apa?
2. Coba lakukan lagi seperti no.1, yang pertama di injak menggunakan satu kaki kemudian di injak menggunakan 2 kaki, dengan orang yang sama. Apa yang Anda rasakan?
3. Jika tekanan(P) sebanding dengan berat (w) bagaimana hubungan tekanan, berat dan luas permukaan pada aktifitas no. 1,2,3

Apa kesimpulan Anda mengenai tekanan ?



Gambar 1.2 Seluncur es (Ski)

Tahukah anda untuk dapat meluncur diatas kolam es beku, pemain luncur es menggunakan sepatu luncur. Sepatu luncur memiliki pisau pada bagian bawahnya. Pisau ini memberi tekanan yang besar pada lantai es beku, hingga es tepat di bawah pisau mencair, tetapi di kiri-kanannya tidak. Cairan di bawah es berfungsi sebagai pelumas, sedangkan es beku di kiri dan kanan pisau tetap mencengkeram pisau, sehingga sepatu luncur beserta pemain dapat meluncur di atas kolam beku. Seperti telah anda ketahui, bagian es yang mencair segera membeku setelah tekanan pisau hilang karena pemain berpindah. Jika pemain ski menggunakan sepatu luncur es, pisau memberi tekanan besar pada lapisan salju, hingga lapisan salju mencair dan pemain ski justru tidak dapat meluncur di atas salju. Pemain ski justru harus menggunakan sepatu ski yang luas bidangnya cukup besar. Ini agar tekanan yang diberikan pemain ski yang berdiri pada sepatu ski tidak membuat salju mencair, sehingga pemain ski dapat meluncur di atas salju.

Tekanan didefinisikan sebagai besar gaya yang bekerja pada permukaan benda tiap satuan.

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

Keterangan:

P = tekanan (Pa atau Nm^{-2})

F = gaya tekan (N)

A = luas permukaan tekan (m^2)

Satuan tekanan yang sering digunakan:

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

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \\ = 1,01 \text{ bar} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Contoh soal :

Sebuah peti kayu berbentuk balok berukuran panjang 1 m dan lebar 50 cm memiliki berat sebesar 400 N. Jika peti tersebut berada di atas lantai, maka tekanan yang dihasilkan pada adalah

Pembahasan

Diketahui :

$$p = 1 \text{ m} \\ l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m} \\ w = 400 \text{ N}$$

Ditanya :

$$P = \dots \text{ N/m}^2$$

Penyelesaian

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{p \cdot l} = \frac{400}{1,0,5} = 800 \text{ N/m}^2$$

c) Tekanan Hidrostatik



Gambar 1.3 Waduk

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh air ke semua arah pada titik ukur manapun akibat adanya gaya gravitasi. Tekanan hidrostatik akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman diukur dari permukaan air.

Akibat gaya gravitasi, berat partikel air akan menekan partikel dibawahnya, dan begitu pula partikel-partikel air di bawahnya akan saling menekan hingga ke dasar air sehingga tekanan dibawah akan lebih besar dari tekanan diatas. Jadi, semakin dalam kita menyelam dari permukaan air, maka akan semakin banyak volume air yang ada di atas kita dengan permukaan air sehingga tekanan yang diberikan air pada tubuh kita (tekanan hidrostatik) akan semakin besar.

Secara umum, dapat dirumuskan:

$$P_h = \rho g h$$

Keterangan:

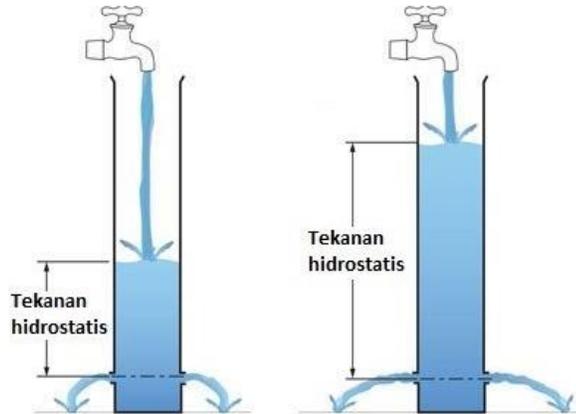
P_h = tekanan hidrostatik (Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman zat cair dari permukaan (m)

Jadi semakin besar jarak titik ukur dengan permukaan air, maka akan semakin besar tekanan hidrostatik pada titik tersebut. Fenomena ini dapat dilihat pada gambar dibawah dimana semakin besar ketinggian air, maka akan semakin besar pula tekanan hidrostatik di dasar bejana. Akibatnya, air akan muncrat lebih jauh pada bejana sebelah kanan karena tekanan yang lebih tinggi dibandingkan bejana di sebelah kiri.



Gambar 1.4 Tekanan Hidrostatik pada Wadah berlubang

Tekanan mutlak adalah penjumlahan tekanan yang terdapat dalam suatu zat ditambah dengan tekanan luar (atmosfer).

Tekanan mutlak zat cair

$$P = P_0 + \rho gh$$

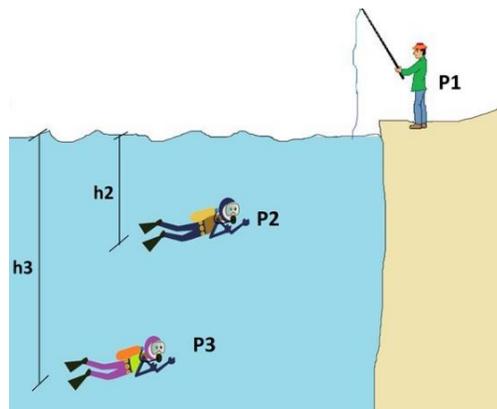
Tekanan gauge (alat ukur)

$$P = P_{gauge} + P_0$$

Keterangan:

P_0 = tekanan luar (Pa atau atm)

Agar dapat lebih memahami prinsip tekanan, perhatikan gambar di bawah.



Gambar 1.5 Tekanan Hidrostatik pada Penyelam

- ✚ Tekanan total yang diterima oleh si pemancing adalah sebesar tekanan atmosfer (kita senantiasa menerima tekanan atmosfer setiap saat), sehingga:

$$P_1 = P_{atm}$$

- ✚ Tekanan total yang diterima penyelam bertangki kuning adalah sebesar tekanan atmosfer ditambah tekanan hidrostatis pada kedalaman h_2 , sehingga:

$$P_2 = \rho g h_2 + P_{atm}$$

- ✚ Tekanan total yang diterima penyelam bertangki merah adalah sebesar tekanan atmosfer ditambah tekanan hidrostatis pada kedalaman h_3 , sehingga:

$$P_3 = \rho g h_3 + P_{atm}$$

Contoh Soal:

Suatu ketika anda pergi ke pantai, disana anda melihat beberapa wisatawan sedang berwisata diving untuk menikmati keindahan terumbu karang. Untuk dapat mengamati keindahan terumbu karang, wisatawan tersebut menyelam pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan air laut yang massa jenisnya $1,1 \text{ g.cm}^{-3}$. Bila tekanan atmosfer di tempat itu 76 cmHg, tentukan tekanan hidrostatis dan tekanan total yang dialami penyelam.!

Dikethau:

$$\rho = 1,1 \text{ g.cm}^{-3} = 1100 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

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

Ditanya:

$$P_h = ..?$$

$$P = ..?$$

Jawab:

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

$$= 1.100 \text{ kg.m}^{-3} \cdot 10 \text{ m.s}^{-2} \cdot 10 \text{ m}$$

$$= 110.000 \text{ Pa} = 1,1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = P_o + P_h$$

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

$$= 2,11 \times 10^5 \text{ Pa}$$

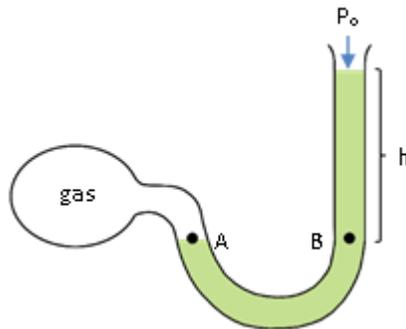
Hukum pokok hidrostatika menyatakan semua titik yang terletak pada satu bidang datar dalam satu jenis zat cair memiliki tekanan yang sama.

$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Tekanan alat ukur manometer terbuka

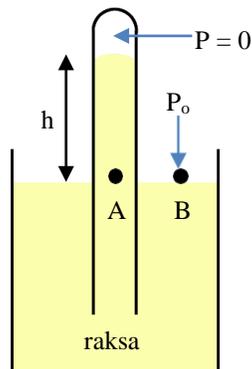
$$P = P_0 + \rho gh$$



Gambar 1.6 Manometer terbuka

Tekanan alat ukur barometer

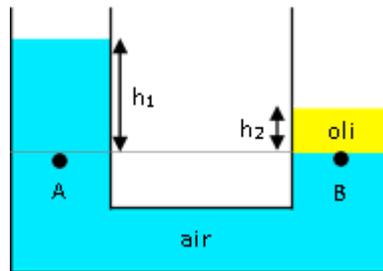
$$P = \rho gh$$



Gambar 1.7 Barometer

Tekanan bejana U berhubungan

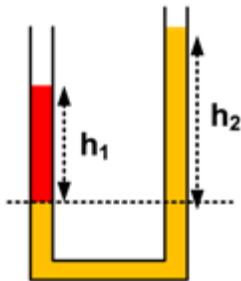
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$



Gambar 1.8 Bejana U berhubungan

Contoh Soal:

Pipa U diisi dengan air dan cairan minyak seperti terlihat pada gambar!



Jika ketinggian minyak h_2 adalah 25 cm, massa jenis minyak $0,8 \text{ gr.cm}^{-3}$ dan massa jenis air adalah 1 gr.cm^{-3} tentukan ketinggian air (h_1)!

Diketahui:

$$h_2 = 25 \text{ cm}$$

$$\rho_2 = 0,8 \text{ gr.cm}^{-3}$$

$$\rho_1 = 1 \text{ gr.cm}^{-3}$$

ditanya:

$$h_1 = \dots?$$

Jawab:

$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

$$1 \text{ gr.cm}^{-3} \cdot h_1 = 0,8 \text{ gr.cm}^{-3} \cdot 25 \text{ cm}$$

$$h_1 = 20 \text{ cm}$$

4. Rangkuman

- a) Massa jenis didefinisikan sebagai perbandingan massa per satuan volume. Secara matematis dapat dituliskan $\rho = \frac{m}{V}$
- b) Tekanan didefinisikan sebagai besar gaya yang bekerja pada permukaan benda tiap satuan. Secara matematis dapat dituliskan $P = \frac{F}{A}$
- c) Tekanan hidrostatis adalah hasil kali massa jenis fluida, percepatan gravitasi dan kedalaman. Secara matematis dapat dituliskan $P_h = \rho gh$

5. Penugasan

Diskusikanlah permasalahan berikut:

1. Perhatikanlah dua peristiwa berikut!
 - a. Adi adalah Pemain seluncur es yang menggunakan sepatu luncur yang berisi pisau pada bagian bawahnya saat meluncur di atas kolam es beku.
 - b. Sule sedang berliburan ke mount Everest. Ia mencoba olahraga yang menguji adrenalin, yaitu olahraga ski salju. Oleh instruktur Sule disarankan untuk memakai papan ski yang memiliki luas bidang cukup besar.Analisislah dua peristiwa di atas berdasarkan konsep tekanan!
2. Pada pembangunan bendungan digunakan konstruksi semakin ke bawah maka dinding bendungan semakin tebal. Analisislah prinsip yang mendasari penggunaan konstruksi tersebut!

Kegiatan Pembelajaran II

Hukum Pascal, Hukum Archimedes dan Penerapan Fluida dalam kehidupan sehari - hari

1. Capaian Pembelajaran

Menganalisis materi Fluida Statis dan penerapannya untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari. Setelah mempelajari modul ini diharapkan dapat mencapai Sub Capaian Pembelajaran sebagai berikut:

- a) Menerapkan konsep hukum Pascal
- b) Menerapkan konsep prinsip hukum Archimedes
- c) Mengemukakan penerapan fluida pada kehidupan sehari-hari

2. Pokok-Pokok Materi

- a) Hukum Pascal dan Penerapannya Pada Kehidupan Sehari-Hari
- b) Hukum Archimedes dan Penerapannya Pada Kehidupan Sehari-Hari

3. Uraian Materi

a) Hukum Pascal dan Penerapannya Pada Kehidupan Sehari-hari

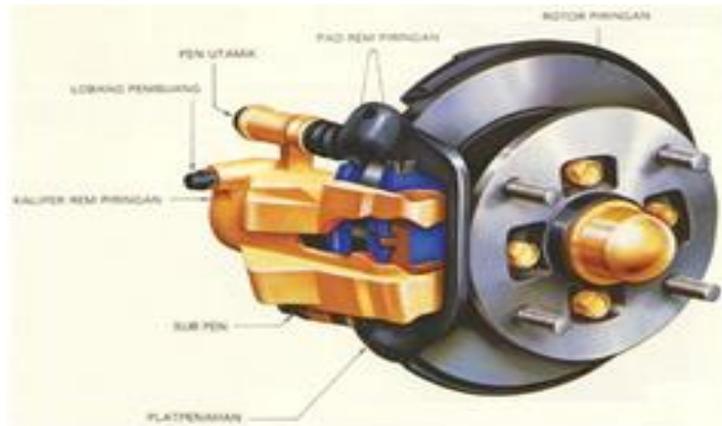


Gambar 2.1 Pompa Hidrolik

Jika mobil orang tua Anda kotor, sekarang tidak usah bingung atau capek-capek untuk mencuci sendiri, apalagi anda hidup diperumahan yang sempit lahan untuk mencuci mobil. Cukup dengan uang dua puluh lima ribu rupiah mobil anda pasti bersih. dicuci dengan system hidrolik. Taukah anda system hidrolik itu apa? . Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip Pascal, yaitu Jika suatu zat cair di kenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya.

Prinsip kerja dongkrak hidrolik adalah dengan memanfaatkan hukum Pascal. Dongkrak hidrolik terdiri dari dua tabung yang berhubungan yang memiliki diameter yang berbeda. Masing-masing di tutup dan diisi oli. Mobil diletakkan di atas tutup tabung yang berdiameter besar. Jika memberikan gaya yang kecil pada tabung berdiameter kecil, tekanan akan disebarkan ke segala arah termasuk tabung besar tempat diletakkan mobil. Jadi sekarang mencuci mobil menjadi lebih mudah dan pastinya lebih bersih dengan menggunakan prinsip hukum Pascal.

Penerapan Hukum Pascal dalam Rem Hidrolik



Gambar 2.2 Rem Hidrolik

Prinsip kerja Rem Hidrolik adalah sebagai berikut :

Pada rem hidrolik terdapat pipa-pipa hidrolik yang berisi cairan berupa minyak rem. Pipa ini nantinya akan mengarah pada silinder utama dan berujung pada bantalan rem. Komponen-komponen tersebut memegang peranan dimana konsep dan strukturnya telah didesain sedemikian rupa sehingga sesuai dengan hukum pascal, dengan tujuan menghasilkan daya cengkram pada bantalan rem yang besar dari penginjakan pedal rem yang tidak terlalu dalam. Penyesuaian terhadap hukum pascal yang dimaksud adalah dengan mendesain agar pipa pada pedal rem lebih kecil daripada pipa yang terhubung dengan bantalan rem. Saat pedal rem diinjak akan menyebabkan terbentuknya gaya dari pedal yang akan diteruskan ke silinder utama yang berisi minyak rem. Selanjutnya tekanan tersebut akan diteruskan oleh minyak-minyak ke segala arah di permukaan pipa termasuk ujung-ujung pipa yang terhubung dengan bantalan rem.

Karena luas permukaan piston bantalan rem lebih besar dari pada piston pedal maka gaya yang tadinya digunakan untuk menginjak pedal rem akan diteruskan ke piston bantalan rem yang terhubung dengan piringan logam dengan jauh lebih besar, sehingga gaya untuk mencengkram piringan logam akan lebih besar pula. Bantalan rem yang bersinggungan dengan piringan logam akan menghasilkan gaya gesek, yang nantinya dapat menghentikan putaran roda.

Hukum Pascal berbunyi:

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

Hukum Pascal dapat dirumuskan:

$$P_1 = P_2$$

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

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

Keterangan:

d = diameter (m)

Penerapan hukum Pascal:

- 1) Dongkrak, rem dan mesin pres hidrolik
- 2) Pompa ban sepeda
- 3) Mesin hidrolik pengangkat mobil

Contoh soal:

Sebuah dongkrak hidrolik digunakan untuk mengangkat beban. Jika jari-jari pada pipa kecil adalah 2 cm dan jari-jari pipa besar adalah 18 cm, tentukan besar gaya minimal yang diperlukan untuk mengangkat beban 81 kg !

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 250 \text{ kg}$$

$$r_1 = 2 \text{ cm}$$

$$r_2 = 18 \text{ cm}$$

$$w = mg = 810 \text{ N}$$

Ditanya:

$$F = \dots ?$$

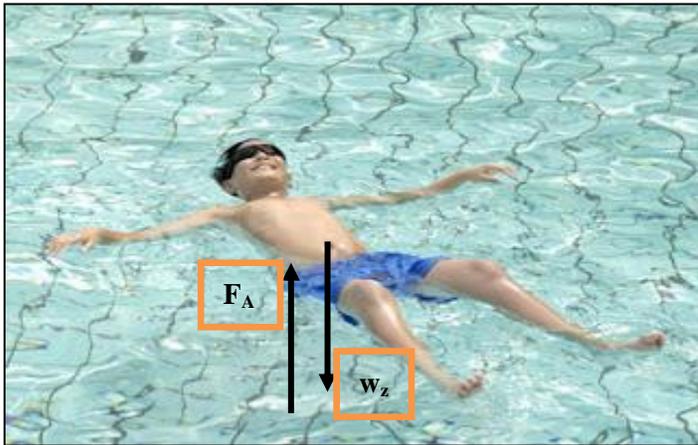
Jawaban:

$$F_1 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \times F_2$$

$$F = \left(\frac{2 \text{ cm}}{18 \text{ cm}}\right)^2 \times 810 \text{ N}$$

$$F = \left(\frac{1}{9}\right)^2 \times 810 = 10 \text{ N}$$

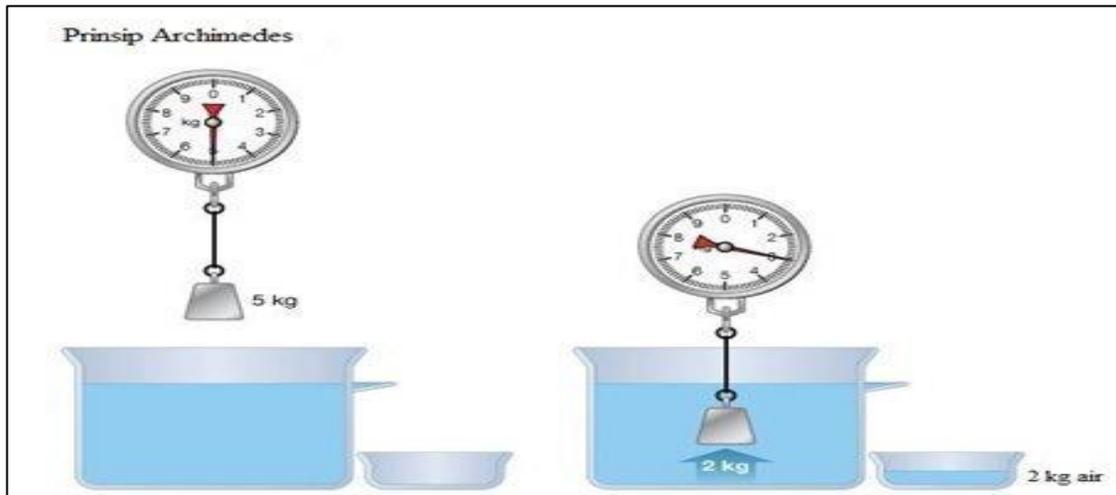
b) Hukum Archimedes dan Penerapannya Pada Kehidupan Sehari-hari



Jika anda mandi di kolam renang, apa yang anda rasakan?

Pasti anda akan merasakan berat terasa ringan dibandingkan di daratan karena anda mendapatkan gaya angkat ke atas (F_A)

Gambar 2.3 Hukum Archimedes saat Berenang



Gambar 2.4 Prinsip Hukum Archimedes

Pada gambar di atas orang yang mengapung di kolam beratnya (w_z) akan lebih kecil jika dibandingkan dengan berat di daratan (w_u) dikarenakan orang tersebut mendapatkan gaya ke atas (F_A), jadi prinsip Archimedes berlaku: **“Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam fluida akan mendapat gaya ke atas sebesar berat zat cair yang dipindahkannya”**.

Gaya Apung dapat dirumuskan:

$$F_A = W_{udara} - W_{fluida}$$

Gaya Archimedes dapat dirumuskan:

$$F_A = \rho_f V_{bf} g$$

Keterangan:

F_A = gaya Archimedes (N)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

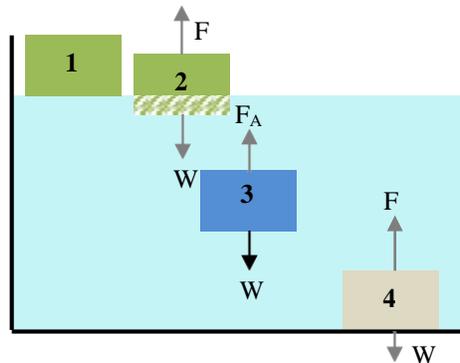
V_{bf} = volume benda yang tercelup (L)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Persamaan dari hukum Archimedes

$$\frac{\rho_b}{\rho_f} = \frac{W}{F_A}$$

Hukum Archimedes digunakan untuk menentukan letak benda yang dicelupkan ke dalam suatu fluida.



Gambar 2.5 Hukum Archimedes

Kasus yang terjadi pada benda terhadap fluida:

1) Terapung (balok 1 dan 2)

Terjadi apabila: $W = F_A$

$$V_{bf} < V_b$$

$$\rho_b < \rho_f$$

2) Melayang (balok 3)

Terjadi apabila: $W = F_A$

$$V_{bf} = V_b$$

$$\rho_b = \rho_f$$

3) Tenggelam (balok 4)

Terjadi apabila: $W > F_A$

$$V_{bf} = V_b$$

$$\rho_b > \rho_f$$

Massa jenis benda terapung dapat dihitung:

$$\rho_b = \frac{\rho_f \cdot V_{bf}}{V_b} \quad \text{atau} \quad \rho_b = \frac{\Sigma \rho_f \cdot V_{bf}}{V_b}$$

Penerapan Hukum Archimedes:

1) **Hidrometer**

Digunakan untuk mengukur massa jenis fluida.

2) **Kapal laut**

Agar dapat tetap mengapung, besi dibuat berongga, sehingga volume air yang dipindahkan menjadi besar, dan menyebabkan gaya apung menjadi besar.

3) **Kapal selam**

Memiliki tangki pemberat yang dapat diisi sesuai keperluan. Agar mengapung, tangki diisi udara, sedangkan agar tenggelam, tangki diisi air.

4) **Balon udara**

Cara kerja balon udara:

- a. Agar naik, balon diisi gas panas sehingga volumenya bertambah, volume udara yang dipindahkan menjadi besar, $F_A > W$.
- b. Setelah ketinggian yang diinginkan tercapai, agar balon udara melayang, volume balon dijaga agar $F_A = W$.
- c. Agar turun, gas panas dikeluarkan dari balon udara sehingga volume balon berkurang, sehingga $F_A < W$.



✚ Cara kerja balon udara sangat sederhana yaitu dengan cara memanaskan udara di dalam balon agar lebih panas dari udara di luarnya sehingga balon udara mengembang dan dapat naik (terbang). Udara yang lebih panas akan lebih ringan karena masa per unit volumenya lebih sedikit.

✚ Untuk dapat terbang, udara di dalam envelope dipanaskan menggunakan burner dengan temperatur sekitar 100 derajat Celcius. Udara panas ini akan terperangkap di dalam envelope sehingga balon udara pun akan mengembang dan bergerak naik di dorong oleh udara yang bertekanan lebih kuat. Jika ingin mendarat, udara didinginkan dengan cara mengecilkan burner. Udara yang mulai mendingin di dalam envelope membuat balon bergerak

Gambar 2.6 Penerapan Hukum Archimedes pada Balon Udara

Contoh soal:

Sebuah benda tercelup sebagian dalam cairan yang memiliki massa jenis $0,75 \text{ gr/cm}^3$ seperti ditunjukkan oleh gambar berikut!

Jika volume benda yang tercelup adalah $0,8$ dari volume totalnya, tentukan massa jenis benda tersebut!

Penyelesaian:

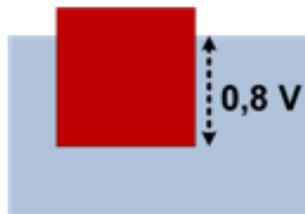
Diketahui:

$$\rho_f = 0,75 \text{ gr/cm}^3$$

$$V_f = 0,8 V_b$$

Ditanya:

$$\rho_b = \dots ?$$



Jawaban:

Gaya-gaya yang bekerja pada benda diatas adalah gaya berat yang berarah ke bawah dan gaya apung / gaya Archimedes dengan arah ke atas. Kedua gaya dalam kondisi seimbang.

$$w_b = F_A$$

$$m_b g = \rho_f g V_f$$

$$\rho_b g V_b = \rho_f g V_f$$

$$\rho_b V_b = (0,75)(0,8 V_b)$$

$$\rho_b = 0,6 \text{ gr/cm}^3$$

4. Rangkuman

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

Rumus Hukum Pascal:

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

Penerapan hukum Pascal:

- a) Dongkrak, rem dan mesin pres hidrolik
- b) Pompa ban sepeda

Keterangan:

p = Tekanan pada piston (Pa)

F = Gaya tekan pada piston (N)

d = Diameter piston (m)

2. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut.

- **Gaya Apung** dapat dirumuskan:

$$F_A = W_{udara} - W_{fluida}$$

- **Gaya Archimedes** dapat dirumuskan:

$$F_A = \rho_f V_{bf} g$$

- **Penerapan Hukum Archimedes:**

- 1) Hidrometer,
- 2) Kapal laut
- 3) Kapal selam
- 4) Balon udara

Keterangan :

F_A = gaya Archimedes (N)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

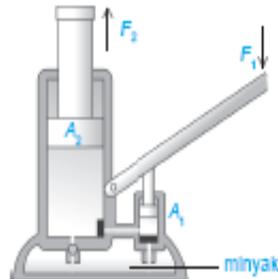
v_{bf} = volume benda yang tercelup (L)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

5. Penugasan

Diskusikan permasalahan berikut:

1. Pak Anto ingin membeli sebuah dongkrak hidrolik yang diperlukan dalam usaha cuci mobil yang ia miliki. Sayangnya, pak Anto tidak mengetahui prinsip kerja dari dongkrak hidrolik tersebut. Berdasarkan pengetahuan yang Anda miliki, Simpulkanlah prinsip kerja dongkrak hidrolik sehingga dapat membantu menyelesaikan masalah yang dialami oleh Pak Anto!



2. Diketahui tiga benda homogen yaitu styrofoam, kayu, dan batu yang bermassa sama diletakkan ke dalam air. Prediksilah keadaan tiga benda tersebut menurut Hukum Archimedes disertai penjelasannya!
3. Berikut disajikan beberapa contoh penerapan fluida dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut:
 - a. Dongkrak hidrolik
 - b. Balon Udara
 - c. Kapal selam
 - d. Rem Hidrolik

Berdasarkan sumber belajar yang anda baca, Kategorikanlah contoh-contoh di atas disertai penjelasannya peristiwa mana yang merupakan penerapan hukum pascal dan archimedes dalam kehidupan sehari-hari!

Kegiatan Pembelajaran III

TEGANGAN PERMUKAAN.

KAPILARITAS DAN VISKOSITAS

1. Capaian Pembelajaran

Melalui model pembelajaran Discovery learning, Peserta didik dapat merencanakan dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statis pada konsep tegangan permukaan, kapilaritas dan viskositas.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan dapat mencapai Sub Capaian Pembelajaran sebagai berikut:

- a) Menganalisis konsep tegangan permukaan
- b) Menganalisis konsep kapilaritas
- c) Menganalisis konsep viskositas

2. Pokok-Pokok Materi

- a) Tegangan Permukaan
- b) Kapilaritas
- c) Viskositas

3. Uraian Materi

a) Tegangan Permukaan

Pernahkah anda melihat sebuah silet, uang logam terapung diatas air? Atau kamu pasti pernah melihat ada nyamuk atau serangga lain dapat berdiri diatas air. Fenomena ini erat kaitannya dengan penjelasan tentang tegangan permukaan yang akan dibahas pada modul ini. Di lain pihak, kita juga mungkin pernah menemui kejadian berupa air dari tanah yang meresap naik ke atas dinding sehingga dinding menjadi basah. Proses ini dalam fisika dikenal dengan peristiwa kapilaritas yang akan dijelaskan juga pada modul ini.



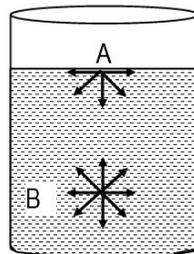
Gambar 3.1 Peristiwa Tegangan Permukaan

Dari gambar diatas (Gambar 3.1), Mari kita amati serangga, nyamuk, silet, dan uang logam yang terapung di atas air yang kita buat terapung di permukaan air sebagai benda yang mengalami tegangan permukaan. Tegangan permukaan disebabkan oleh interaksi molekul- molekul zat cair dipermukaan zat cair. Di bagian dalam cairan sebuah molekul dikelilingi oleh molekul lain disekitarnya, tetapi di permukaan cairan tidak ada molekul lain dibagian atas molekul cairan itu. Hal ini menyebabkan timbulnya gaya pemulih yang menarik molekul apabila molekul itu dinaikan menjauhi permukaan, oleh molekul yang ada di bagian bawah permukaan cairan. Sebaliknya jika molekul di permukaan cairan ditekan, dalam hal ini diberi jarum, molekul bagian bawah permukaan akan memberikan gaya pemulih yang arahnya ke atas, sehingga gaya pemulih ke atas ini dapat menopang serangga, nyamuk, silet, dan uang logam tetap di permukaan air tanpa tenggelam.



[video tegangan permukaan pada silet dan air](#)

Tegangan permukaan terjadi akibat gaya kohesi (gaya tarik-menarik antar partikel-partikel sejenis) pada permukaan fluida tersebut.



Gambar 3.2 Gaya Kohesi

Pada gambar diatas, titik A berada di permukaan, titik B berada di dalam fluida. Partikel yang berada di titik B mendapat gaya kohesi dari partikel-partikel lain di sekelilingnya sehingga resultan yang dihasilkan dari semua gaya kohesi ini nol. Sedangkan partikel yang berada di titik A tidak mendapat gaya kohesi dari partikel di atasnya sehingga resultan yang dihasilkan dari gaya-gaya kohesi berarah ke bawah.

Tarikan pada permukaan fluida ini membentuk semacam kulit penutup yang tipis. Seekor nyamuk dapat berjalan di atas permukaan air karena berat nyamuk dapat diatasi oleh lapisan kulit tipis ini.

Tegangan permukaan didefinisikan sebagai : perbandingan antara gaya tegangan permukaan dengan panjang permukaan dimana gaya itu bekerja.

$$\gamma = \frac{F}{d} = \frac{F}{2l}$$

Keterangan :

F = Gaya (N)
 γ = Tegangan Permukaan (Nm)
d = Panjang Permukaan (m)

Penerapan tegangan permukaan dalam kehidupan sehari – hari yang sering kita temui diantaranya :

- Sabun cuci sengaja dibuat untuk mengurangi tegangan permukaan air, jadi bisa meningkatkan kemampuan air buat membersihkan kotoran yang melekat pada pakaian.
- Mencuci pakaian dengan air hangat atau air panas lebih bersih, karena dengan suhu yang tinggi tegangan permukaan akan semakin kecil dan kemampuan air buat membasahi pakaian yang kotor lebih meningkat lagi.
- Alkohol dan antiseptik pada umumnya punya kemampuan buat membunuh kuman, dan punya tegangan permukaan yang rendah, jadi bisa membasahi seluruh permukaan kulit yang luka.
- Itik dan angsa bisa berenang dan terapung di atas permukaan air karena bulu – bulunya gak basah oleh air. Kalo air dicampur dengan detergen, maka tegangan permukaan akan mengecil, itik dan angsa yang berenang bulu – bulunya akan basah. Jadi, itik dan angsa tersebut bisa aja tenggelam.
- Gelembung yang dihasilkan oleh air sabun merupakan salah satu contoh adanya tegangan permukaan.

- Serangga air yang bisa berjalan di permukaan air.
- Kenaikan batas air pada pipa kapiler atau terbentuknya buih dan gelombang pada air sabun.
- Air yang keluar dari pipet berupa tetesan berbentuk bulat – bulat atau pisau silet yang bisa mengapung diatas permukaan air (diletakkan dipermukaan air secara hati – hati)

Contoh soal:

Sebatang kawat dibengkokkan seperti huruf U. Kemudian, kawat kecil PQ yang bermassa 0,2 gram dipasang dalam kawat tersebut. Setelah itu, kawat tersebut dicelupkan kedalam cairan sabun dan diangkat vertikal, jadi ada lapisan tipis sabun diantara kawat tersebut. Saat ditarik keatas, kawat kecil mengalami gaya tarik keatas oleh lapisan sabun. Agar terjadi keseimbangan, maka kawat kecil PQ digantungkan benda dengan massa 0,1 gram. Jika panjang kawat PQ = 10 cm dan nilai gravitasi 9,8 m/s². Maka berapakah tegangan sabun tersebut?

Pembahasan :

Diketahui:

- Massa kawat = 0,2 gram = 2×10^{-4} kg
- Panjang kawat = 10 cm = 10^{-1} m
- Massa benda = 0,1 gram = 1×10^{-4} kg
- gravitasi (g) = 9,8 m/s²

Ditanya: Tegangan permukaan lapisan sabun?

Jawab:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 2 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 2,94 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\gamma = F/d$$

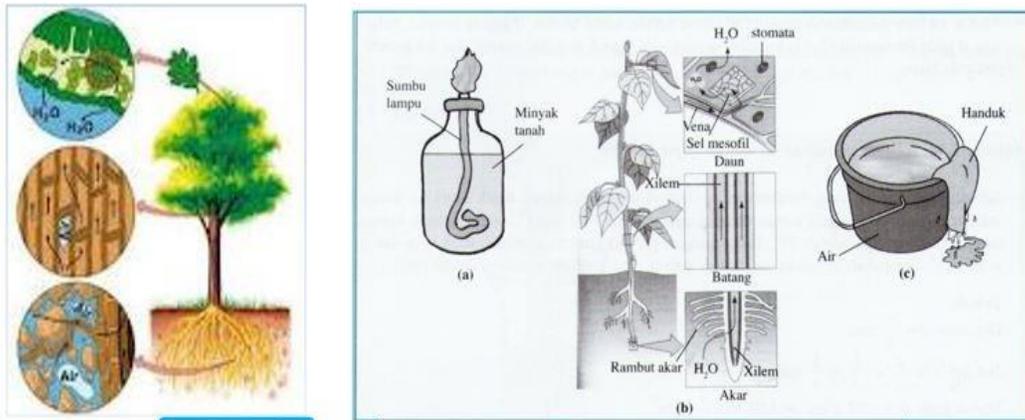
$$\gamma = F/2L$$

$$\gamma = 2,94 \times 10^{-3} / 2 \times 10^{-1}$$

$$\gamma = 1,47 \times 10^{-2} \text{ N/m}$$

Jadi, besarnya tegangan permukaan adalah $1,47 \times 10^{-2}$ N/m

b) Kapilaritas



Gambar 3.3 Kapilaritas
Sumber gambar: <http://aktifisika.wordpress.com>

Gambar tersebut menjelaskan timbulnya gejala kapilaritas pengangkutan air pada tumbuhan diakibatkan oleh Pengangkutan vaskuler (intravaskuler): pengangkutan melalui berkas pembuluh pengangkut. Dalam pengangkutan intravaskuler, air diangkut dari xilem akar ke xilem batang dan diteruskan ke daun.

Air dan garam mineral dari dalam tanah memasuki tumbuhan melalui epidermis akar, menembus korteks akar, masuk ke stele dan kemudian mengalir naik ke pembuluh xilem sampai pucuk tumbuhan.

Setelah melewati sel – sel akar, air dan mineral yang terlarut akan masuk ke pembuluh kayu (xilem) dan selanjutnya terjadi pengangkutan secara vertikal dari akar menuju batang sampai kedaun. Pembuluh kayu disusun oleh beberapa jenis sel, namun bagian yang berperan penting dalam proses pengangkutan air dan mineral ini adalah sel – sel trakea. Bagian ujung sel trakea terbuka membentuk pipa kapiler. Struktur jaringan xilem seperti pipa kapiler ini terjadi karena sel – sel penyusun jaringan tersebut tersebut mengalami fusi (penggabungan). Air bergerak dari sel trakea satu

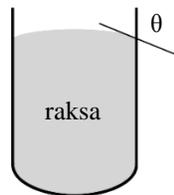
ke sel trakea yang di atasnya mengikuti prinsip kapilaritas (gejala naik atau turunnya cairan di dalam pipa kapiler atau pipa kecil) dan kohesi air dalam sel trakeadisini Ketik disini Ketik disini Ketik disini Ketik disini Ketik disini.

Resultansi antara gaya kohesi (tarik-menarik antar partikel sejenis) dalam zat cair dan gaya adhesi (tarik menarik antara partikel berbeda jenis) antara zat cair dengan dinding pipa kapiler. Bila gaya kohesi lebih besar daripada gaya adhesi maka terjadi kapilaritas naik, sebaliknya bila gaya kohesi lebih kecil daripada gaya adhesi maka terjadi kapilaritas turun.

Kapilaritas adalah peristiwa naik turunnya zat cair pada celah sempit atau pipa kapiler.

- Akibat gaya *kohesi* dan gaya *adhesi*, setiap fluida memiliki tegangan permukaan dengan miniskus berbeda (gejala kapilaritas).
- *Kohesi* adalah gaya tarik-menarik antar partikel sejenis, contohnya antar partikel air.
- *Adhesi* adalah gaya tarik-menarik antar dua partikel berbeda, contohnya antara fluida dengan dinding tabung.
- *Sudut kontak* adalah sudut yang dibentuk oleh pertemuan antara permukaan fluida dengan dinding tabung

1) **Jika kohesi > adhesi**, maka $\theta > 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cembung



$$h_{bf} = \frac{m}{A \cdot \rho_f}$$

Keterangan:

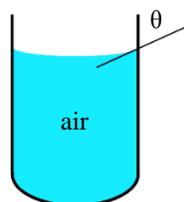
h_{bf} = tinggi hidrometer yang tercelup (m)

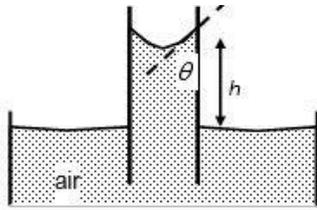
m = massa hidrometer (kg)

A = luas penampang hidrometer (m^2)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

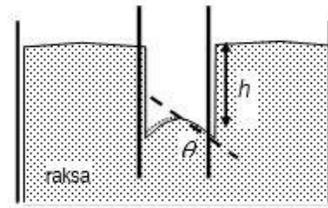
2) **Jika kohesi < adhesi**, maka $\theta < 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cekung.





Gambar: Kapilaritas naik

Pada peristiwa kapilaritas naik :
 Gaya kohesi < gaya adhesi
 Pada permukaan air terjadi meniskus cekung
 Sudut kontak $\theta < 90^\circ \rightarrow 0 < \theta < 90^\circ$
 Air pada pipa naik sejauh h



Gambar: Kapilaritas turun

Pada peristiwa kapilaritas turun :
 Gaya kohesi > gaya adhesi
 Pada permukaan raksa terjadi meniskus cembung
 Sudut kontak $\theta > 90^\circ \rightarrow 90 < \theta < 180^\circ$
 Raksa pada pipa turun sejauh h

Besarnya kenaikan / penurunan zat cair dalam pipa :

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

Keterangan:

- h = ketinggian fluida pada pipa kapiler
- γ = tegangan permukaan (N/m)
- θ = sudut kontak
- ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- r = jari-jari pipa kapiler (m)

- 1) Apabila $\theta < 90^\circ$, berarti pada pipa kapiler terjadi kenaikan tinggi fluida.
- 2) Apabila $\theta > 90^\circ$, berarti terjadi penurunan tinggi fluida (nilai negatif).

Gejala kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari:

- 1) Gejala kapilaritas xilem pada tumbuhan dalam menyerap air dan unsur hara.
- 2) Gejala kapilaritas sumbu obor dan minyak tanah.
- 3) Tisu yang dibasahi salah satu ujungnya dapat menjadi basah seluruhnya
- 4) Basahnya dinding tembok rumah di pada dalam ketika hujan.

Contoh soal:

1. Pada suatu pipa kapiler mempunyai diameter 0,6 mm lalu dimasukkan secara tegak lurus ke dalam sebuah bejana yang berisi air raksa ($\rho = 13.600 \text{ kg/m}^3$). Sudut kontak raksa dengan dinding pipa yaitu 140° . Apabila tegangan permukaan raksanya yakni 0,06 N/m. Maka berapa penurunan raksa dalam pipa kapiler tersebut? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Pembahasan :

Diketahui :

$$d = 0,6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$r = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\gamma = 0,06 \text{ N/m}$$

$$\rho \text{ (raksa)} = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 140^\circ$$

Ditanyakan penurunan permukaan raksa di pipa kapiler (h)

Jawab :

$$h = 2\gamma \cdot \cos\theta / \rho \cdot g \cdot r$$

$$h = 2 \cdot 0,06 \cdot \cos 140^\circ / 13.600 \cdot 9,8 \cdot 3 \times 10^{-4}$$

$$h = -0,092 / 39,384$$

$$h = -0,0023 \text{ mm (tanda negatif menyatakan arah atau penurunan raksa)}$$

2. Dapatkah konsep pipa kapiler memiliki pengaruh pada kenaikan getah di pohon? Untuk menjawab pertanyaan ini hitunglah radius serat kayu yang berperan sebagai tabung kapiler yang akan meningkatkan getah 100 m ke puncak kayu getah merah raksasa, dengan asumsi bahwa kerapatan getah adalah 1050 kg/m^3 , sudut kontaknya adalah nol dan tegangan permukaannya sama dengan air pada 20° C atau 0.0728 N/m

Pembahasan :

Diketahui :

$$\gamma = 0.0728 \text{ N/m}$$

$$\rho_{\text{getah}} = 1050 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 100 \text{ m (kenaikan getah dalam serat kayu)}$$

Ditanya : $r = \dots\dots\dots?$

Jawab :

$$h = 2\gamma \cdot \cos\theta / \rho \cdot g \cdot r$$

$$r = 2\gamma \cdot \cos\theta / \rho \cdot g \cdot h$$

$$r = 2(0.0728 \text{ N/m} \cdot \cos 0^\circ) / 1050 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ m} = 1,41 \times 10^{-7} \text{ m} \text{ atau } 0.141 \text{ } \mu\text{m}$$

Radius serat kayu pada pohon adalah 0.141 μm

c) **Viskositas Fluida dan Hukum Stokes**

Ukuran kekentalan suatu fluida dinyatakan dengan viskositas

$$F_f = k \eta v$$

Keterangan:

F_f = gaya gesekan fluida (N)

k = koefisien (tergantung pada geometrik benda) bisa juga menggunakan Π

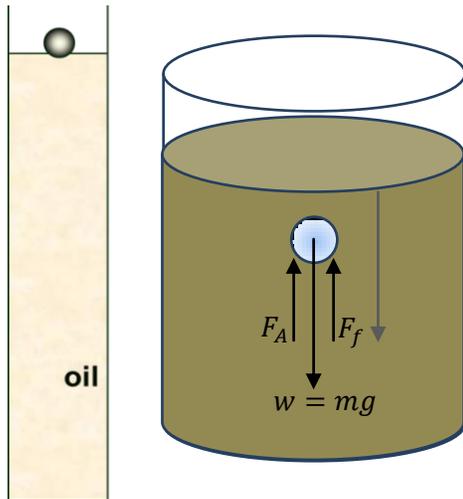
η = koefisien viskositas (Pa s)

v = kecepatan gerak benda (m/s)

Persamaan gaya gesekan fluida untuk benda berbentuk bola dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_f = 6 \Pi r \eta v$$

Perhatikan gambar di bawah ini!



$$\sum F = 0$$

$$mg - F_A - F_f = 0$$

$$F_f = mg - F_A$$

Pada saat benda bergerak dengan kecepatan terminal, pada benda tersebut bekerja tiga buah gaya, yaitu gaya berat, gaya ke atas yang dikerjakan fluida, dan gaya gesekan fluida.

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

Keterangan:

v_T = kecepatan terminal (m/s)

η = viskositas fluida (Ns/m²)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m³)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

r = jari-jari bola (m)

Contoh soal:

Sebuah kelereng dengan jari – jari 0,5 cm jatuh ke dalam bak berisi oli yang memiliki koefisien viskositas 110×10^{-3} N.s/m². Tentukan besar gaya gesek yang dialami kelereng jika bergerak dengan kelajuan 5 m/s!

Pembahasan:

Diketahui:

$$r = 0.5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\eta = 110 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$$

$$v = 5 \text{ m.s}$$

Ditanyakan : F_f ?

Jawab :

$$F_f = 6 \Pi r \eta v$$

$$= 6 \cdot 3.14 \cdot (5 \cdot 10^{-3}) \text{ m} \cdot (110 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2) 5 \text{ m/s}$$

$$= 51.8 \times 10^{-3} \text{ N}$$

4. Rangkuman

- a) Tegangan permukaan didefinisikan sebagai : perbandingan antara gaya tegangan permukaan dengan panjang permukaan dimana gaya itu bekerja.

$$\gamma = \frac{F}{d} = \frac{F}{2l}$$

- b) Kapilaritas adalah peristiwa naik turunnya zat cair pada celah sempit atau pipa kapiler.
- Akibat gaya *kohesi* dan gaya *adhesi*, setiap fluida memiliki tegangan permukaan dengan miniskus berbeda (gejala kapilaritas).
 - *Kohesi* adalah gaya tarik-menarik antar partikel sejenis, contohnya antar partikel air.
 - *Adhesi* adalah gaya tarik-menarik antar dua partikel berbeda, contohnya antara fluida dengan dinding tabung.
 - *Sudut kontak* adalah sudut yang dibentuk oleh pertemuan antara permukaan fluida dengan dinding tabung
Jika kohesi > adhesi, maka $\theta > 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cembung
Jika kohesi < adhesi, maka $\theta < 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cekung
 - Kenaikan atau penurunan fluida dalam pipa kapiler dapat dirumuskan:

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

- c) Viskositas merupakan Ukuran kekentalan suatu fluida.

$$F_f = k \eta v$$

Persamaan gaya gesekan fluida untuk benda berbentuk bola dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_f = 6 \Pi r \eta v$$

Pada saat benda bergerak dengan kecepatan terminal, pada benda tersebut bekerja tiga buah gaya, yaitu gaya berat, gaya ke atas yang dikerjakan fluida, dan gaya gesekan fluida.

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

5. Penugasan

Diskusikan permasalahan berikut:

1. Andi adalah seorang anak yang rajin. Ia membantu mencuci perabotan dapur orang tuanya. Andi menghidupkan keran air dan mulai membersihkan semuanya. Setelah selesai mencuci ia kemudian menghentikan air yang keluar dari keran. Secara tidak sengaja ia mengamati tetesan air yang keluar dari keran membentuk tetesan yang bulat. Analisislah mengapa hal ini bisa terjadi!

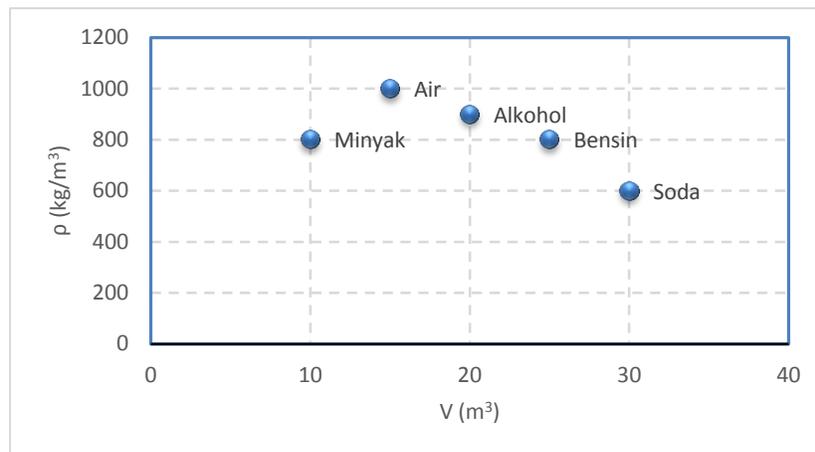


2. Eky kelelahan saat lari pagi di taman, lalu ia berhenti untuk meminum segelas air. Namun sebelum meminum air tersebut Eky menemui sebuah peristiwa aneh. Ia melihat air di dalam gelas terlihat naik sedikit di tempatnya menyentuh gelas, dalam hal ini air dikatakan membasahi gelas. Analisislah mengapa peristiwa aneh itu bisa terjadi!
3. Siswa melaksanakan investigasi tentang viskositas (kekentalan zat cair). Mereka menempatkan 50 mL oli motor pada temperatur ruangan di dalam sebuah gelas ukur panjang seperti pada gambar di samping. Sebuah kelereng dilepaskan dari ujung gelas ukur tersebut, kemudian dihitung waktu yang diperlukan oleh kelereng dari mulai di lepaskan sampai tiba di dasar. Ternyata waktu yang ditempuh dipengaruhi oleh kekentalan dari oli. Analisislah bagaimanakah cara siswa jika ingin mengubah kekentalan dari oli motor ini!



Evaluasi

1. Berikut ini adalah grafik hubungan antara ρ (massa jenis) dan V (volume) berbagai jenis fluida



Fluida yang memiliki massa yang sama adalah

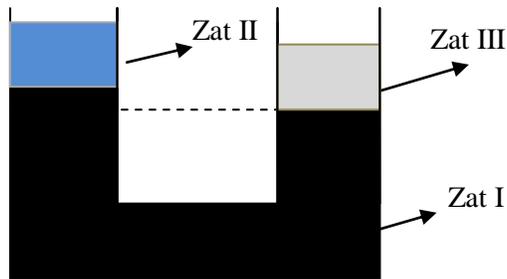
- A. air dan minyak
 - B. air dan alkohol
 - C. alkohol dan soda
 - D. alkohol dan bensin
 - E. bensin dan soda
2. Perhatikan Tabel berikut!

No.	Gaya (N)	Luas Bidang Tekan (m^2)
1.	42	6
2.	18	3
3.	30	5
4.	12	4
5.	25	5

Tekanan Terbesar dari tabel di atas, dihasilkan nomor

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

3. Trisna mengadakan praktikum menggunakan pipa U berisi tiga jenis zat cair. Kondisi ketiga zat cair dalam pipa U seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



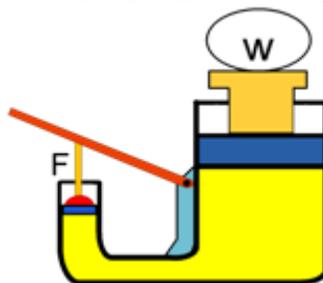
Yang dapat disimpulkan dari ketiga kondisi zat cair tersebut adalah

- A. Massa jenis zat I lebih kecil dari massa jenis zat II
 - B. Massa jenis ketiga zat sama besar
 - C. Massa jenis zat III lebih besar dari massa jenis zat II, dan massa jenis zat II lebih besar dari massa jenis zat I
 - D. Massa jenis zat I lebih besar dari massa jenis zat III dan massa jenis zat II lebih kecil dari massa jenis zat III
 - E. Massa jenis zat III lebih besar dari massa jenis zat I, dan massa jenis zat I lebih besar dari massa jenis zat II
4. Ikan badut merupakan ikan karang tropis yang hidup di perairan hangat pada daerah terumbu dengan kedalaman kurang dari 50 meter dan berair jernih. Iwan dan teman-temannya akan melakukan pendataan mengenai tekanan yang dialami pada seekor ikan badut pada habitat aslinya. Suatu ketika Iwan melihat seekor ikan badut sedang berenang di dekat terumbu karang pada kedalaman 10 m. Jika massa jenis air laut = $1,025 \text{ g.cm}^{-3}$, $P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$, dan $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, maka pernyataan dibawah berikut yang benar sesuai hasil analisis yang dilakukan Iwan adalah...



- A. tekanan hidrostatis yang dialami oleh ikan badut saat itu adalah 301,35 kPa
- B. tekanan hidrostatis yang dialami ikan badut saat itu lebih besar dibandingkan dengan tekanan hidrostatis yang dialami oleh terumbu karang
- C. tekanan total yang dialami ikan badut saat itu adalah 201,45 kPa
- D. ikan badut harus bergerak ke bawah untuk memperkecil tekanan yang dialaminya
- E. tekanan hidrostatis yang dialami ikan badut sama dengan tekanan totalnya.

5. Sebuah jam tangan G-Shock memiliki *seal* yang mampu menahan tekanan air sampai sebesar 100.000 Pascal. Suatu ketika jam tangan tersebut digunakan saat menyelam di pantai oleh Andi. Jika massa jenis air laut ditempat itu adalah 1.025 kg/m^3 dan percepatan gravitasi bumi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Maka pernyataan dibawah ini yang benar adalah....
- Jam tangan tersebut masih aman ketika digunakan menyelam sampai kedalaman 10 m
 - Jam tangan akan mati akibat kemasukan air ketika digunakan menyelam pada kedalaman 5 m
 - Sebaiknya lepas saja jam tangan ketika menyelam hingga kedalaman 4 meter
 - Saat kedalaman 6 meter, jam akan mengalami tekanan hidrostatik sebesar 45.000 Pa
 - Jam tangan akan mati akibat kemasukan air ketika digunakan menyelam pada kedalaman 11 m
6. Seorang mekanik melakukan percobaan dengan sebuah dongkrak hidrolik, dimana data luas penampang dongkrak hidrolik dan beban yang digunakan seperti tertera pada tabel di bawah.

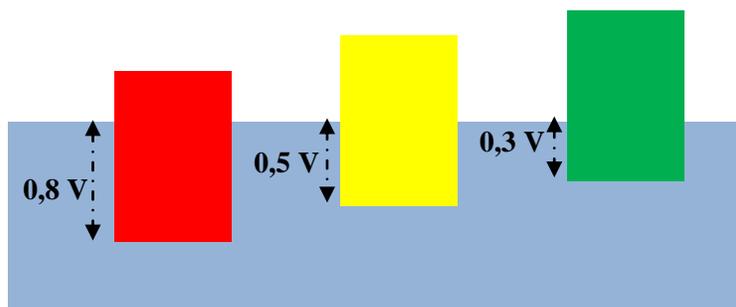


Kategori	Luas penampang penghisap kecil (cm^2)	Luas penampang penghisap besar (cm^2)	Berat benda pada penghisap besar (W)
I	10	80	7.600
II	10	90	9.500
III	20	160	8.200
IV	30	120	4.000

Jika mekanik memberikan gaya tekan minimal sebesar 1.000 N pada penghisap kecil, maka benda yang dapat terangkat pada penghisap besar ditunjukkan oleh kategori ...

- I dan II
- I dan IV
- II dan III
- II dan IV
- III dan IV

7. Tiga buah benda tercelup di dalam zat cair yang memiliki massa jenis $0,75 \text{ gr/cm}^3$ seperti pada gambar berikut!



Jika volume benda merah, kuning, dan hijau yang tercelup adalah masing-masing $0,8$ bagian, $0,5$ bagian, dan $0,3$ bagian dari volume totalnya, maka benda yang memiliki massa jenis yang paling besar adalah.....

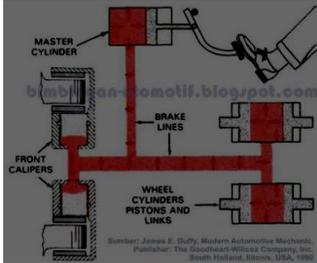
- A. Benda Hijau dengan massa jenis sebesar 600 kg/m^3
 - B. Benda kuning dengan massa jenis sebesar 375 kg/m^3
 - C. Benda merah dengan massa jenis sebesar 225 kg/m^3
 - D. Benda Hijau dengan massa jenis sebesar 375 kg/m^3
 - E. Benda Merah dengan massa jenis sebesar 600 kg/m^3
8. Disajikan data tentang volume benda tercelup pada suatu zat cair dengan massa jenis tertentu seperti pada tabel di bawah ini.

Benda	Massa jenis zat (gr/cm^3)	Volume (cm^3)
I	1	120
II	0,75	50
III	0,5	80
IV	0,25	150

Jika percepatan gravitasi bumi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, maka kesimpulan yang tepat sesuai data tabel di atas adalah.....

- A. Benda I dan Benda II memiliki nilai gaya angkat ke atas (F_A) yang sama.
- B. Benda II dan Benda III memiliki nilai gaya angkat ke atas (F_A) yang sama.
- C. Benda I dan Benda IV memiliki nilai gaya angkat ke atas (F_A) yang sama.
- D. Benda III dan Benda IV memiliki nilai gaya angkat ke atas (F_A) yang sama.
- E. Benda I dan Benda IV memiliki nilai gaya angkat ke atas (F_A) yang berbeda.

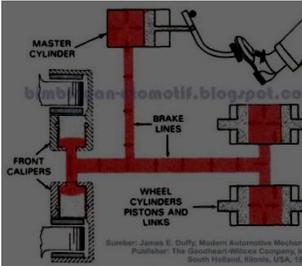
9. Berikut merupakan beberapa fenomena yang berkaitan dengan fluida dalam kehidupan sehari-hari.

Kode	Fenomena	Keterangan
I	 <p>David Beckham menendang bola</p>	<p>David Beckham mengeluarkan tendangan pisang andalannya dalam membobol gawang lawan</p>
II	 <p>Dongkrak hidrolik</p>	<p>Tukang cuci mobil sedang menaikkan mobil untuk memudahkan proses pencucian mobil</p>
III	 <p>Penjepit kertas</p>	<p>Penjepit kertas mengapung di permukaan air</p>
IV	 <p>Rem hidrolik</p>	<p>Sopir mobil sedang menginjak kontak pada rem hidrolik karena ada penyebrang lewat di depan mobil</p>

Jika Anda diminta mengemukakan, fenomena tersebut yang prinsip kerjanya menggunakan konsep Prinsip Pascal adalah fenomena dengan kode

- A. I, dan II
- B. I, II, dan III
- C. II, dan IV
- D. I, dan III
- E. I, II, III, dan IV

10. Berikut merupakan beberapa fenomena yang berkaitan dengan fluida dalam kehidupan sehari-hari.

Kode	Fenomena	Keterangan
I	 Balon Udara	Andy sedang berlibur menaiki balon udara
II	 Dongkrak hidrolik	Tukang cuci mobil sedang menaikkan mobil untuk memudahkan proses pencucian mobil
III	 Kapal Pesiar	Kapal pesiar mengapung di permukaan air
IV	 Rem hidrolik	Sopir mobil sedang menginjak kontak pada rem hidrolik karena ada penyebrang lewat di depan mobil

Jika Anda diminta mengemukakan, fenomena tersebut yang prinsip kerjanya menggunakan konsep Hukum Archimedes fenomena dengan kode

- A. I, dan II
- B. I, II, dan III
- C. II, dan IV
- D. I, dan III
- E. I, II, III, dan IV

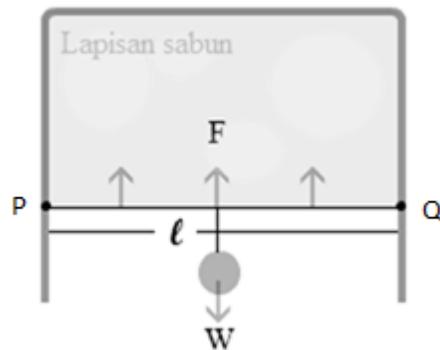
11. Perhatikan gambar berikut :



Air dipermukaan daun/rumput berbentuk bulat (butiran) yang disebabkan oleh

- A. kohesi lebih besar dari pada adhesi
- B. Kohesi lebih kecil dari pada adhesi
- C. Kohesi sama dengan adhesi
- D. Permukaan daun atau rumput licin
- E. Kohesi dan adhesi besar

12. Sebatang kawat dibengkokkan membentuk huruf U, kemudian digantungkan kawat kecil PQ bermassa 0,2 gram dengan panjang 10 cm dipasang pada kawat tersebut. Selanjutnya, kawat ini dicelupkan dalam lapisan sabun dan diangkat vertikal sehingga terbentang satu lapisan sabun. Agar tegangan permukaan lapisan sabun sebesar 0,0196 N/m, maka kondisi yang memungkinkan adalah.... ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)



- A. Menambahkan beban sebesar seperempat kali massa kawat PQ
- B. Menambahkan beban sebesar setengah kali massa kawat PQ
- C. Menambahkan beban sebesar massa kawat PQ
- D. Menambahkan beban sebesar dua kali massa kawat PQ
- E. Menambahkan beban sebesar tiga kali massa kawat PQ

13. Berikut adalah beberapa peristiwa yang berkaitan dengan zat cair.

- 1) Air naik dalam venturi meter
- 2) Darah dapat mengalir ke seluruh tubuh
- 3) Air naik dari akar tanaman sampai ke daun
- 4) Air mengalir dalam pipa rumah tangga
- 5) Minyak merambat naik dalam sumbu kompor minyak

Dari beberapa peristiwa di atas, yang termasuk peristiwa kapilaritas adalah

- A. 2), 3), dan 5)
- B. 1), 2), dan 4)
- C. 3), 4), dan 5)
- D. 1), 2), dan 5)
- E. 1), 4), dan 5)

14. Air naik sampai ketinggian h_1 dalam pipa kapiler yang jari-jarinya r dan massa air yang diangkat dalam pipa kapiler adalah M . Jika jari-jarinya $2r$, massa air yang naik dalam pipa kapiler adalah....

- A. $\frac{1}{4}M$
- B. $\frac{1}{2}M$
- C. M
- D. $2M$
- E. $4M$

15. Pada tabel berikut disajikan viskositas beberapa fluida.

Fluida	Viskositas (N.s/m ²)
Gliserin (20 ⁰ C)	10
Darah (37 ⁰ C)	1,50
Air (0 ⁰ C)	$2,72 \times 10^{-3}$
Air (20 ⁰ C)	$1,79 \times 10^{-3}$
Air (100 ⁰ C)	$1,0055 \times 10^{-3}$
Udara (20 ⁰ C)	$1,82 \times 10^{-5}$

Berikut kesimpulan yang tepat sesuai dengan data pada tabel tersebut adalah

- A. Viskositas bervariasi terhadap suhu.
- B. Viskositas tidak dipengaruhi suhu.
- C. Gliserin memiliki viskositas paling rendah.
- D. Air memiliki viskositas yang sama jika suhunya ditingkatkan.
- E. Udara memiliki viskositas paling tinggi.

Daftar Pustaka

Allonso–Finn. 1988. Fundamental University Physics. Washington D.C. : Addison – Wesley Publishing Company, Inc

Brendan Casserly & Brendan Horgan. 2000. Physics Now. Goldenbridge : Gill & Macmillan Ltd

Halliday Resnick (alih bahasa: Pantur Silaban & Erwin Sucipto). 1990. Fisika. Jakarta : Erlangga

Paul A. Tipler (alih bahasa : Lea Prasetio). Fisika untuk Sains. Jakarta : Erlangga

Purwoko. Fendi.2009 . Physics 2 . Jakarta : Yudhistira

Reuben M. Olson Dasar-dasar mekanika fluida teknik. Jakarta: Gramedia

Sears Zemansky. 1994. Fisika untuk Universitas. Jakarta : Bina Cipta

Serway Jewett. Fisika untuk Sain dan teknik. Jakrta: Salemba Teknika

<http://olahraga.plasa.msn.com/foto-terbaik-pekan-ini-27?page=20>

<https://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih>

<https://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=be ndungan+sempor>

https://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=flu ida+statis+dan+dinamis&oq=fluida&gs_l=img.1.6.0l2j0i24l8.2103.4296.0.14773.6.6.0.0.0.143.82 1.0j6.6.0...0.0...1ac.1.17.img.E9SAzllNO3Q#facrc= &imgrc=Zol0

<https://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=pe main+ski&oq=pemain+ski&gs>

https://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=pe main+luncur+es&oq=pemain+luncur+es&gs_l=img.1

<http://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=Eva ngelista+Torricelli&oq>

[<http://fisika79.wordpress.com/2011/04/30/hukum-archimedes/>](http://www.google.com/search?hl=id&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=592&q=pen yelam+pencari+udang+lobster&oq>penyelam+pencari+udang+lobster&oq</p></div><div data-bbox=)