

FLUIDA

Pengertian Fluida.

Fluida adalah zat yang dapat mengalir atau sering disebut Zat Alir.

Jadi perkataan fluida dapat mencakup zat cair atau gas.

Antara zat cair dan gas dapat dibedakan :

Zat cair adalah Fluida yang non kompresibel (tidak dapat ditekan) artinya tidak berubah volumenya jika mendapat tekanan.

Gas adalah fluida yang kompresibel, artinya dapat ditekan.

Pembahasan dalam bab ini hanya dibatasi sampai fluida yang non kompresibel saja.

Bagian dalam fisika yang mempelajari tekanan-tekanan dan gaya-gaya dalam zat cair disebut : HIDROLIKA atau MEKANIKA FLUIDA yang dapat dibedakan dalam :

Hidrostatika : Mempelajari tentang gaya maupun tekanan di dalam zat cair yang diam.

Hidrodinamika : Mempelajari gaya-gaya maupun tekanan di dalam zat cair yang bergerak.

(Juga disebut mekanika fluida bergerak)

Pembahasan dalam bab ini hanya dibatasi sampai Hidrostatika saja.

Rapat Massa dan Berat Jenis.

Rapat massa benda-benda homogen biasa didefinisikan sebagai : massa persatuan volume yang disimbolkan dengan ρ .

Satuan.

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

Besaran	MKS	CGS
m	kg	g
V	m ³	cm ³
ρ	kg/m ³	g/cm ³

Berat jenis didefinisikan sebagai Berat persatuan Volume.

Yang biasa disimbolkan dengan : s

Satuan.

$$s = \frac{w}{V}$$

Besaran	MKS	CGS
W	Newton	Dyne
V	m ³	cm ³
s	n/m ³	dyne/cm ³
g	m/det ²	cm/det ²

$$s = \rho \cdot g$$

Rapat Massa Relatif.

Rapat massa relatif suatu zat adalah perbandingan dari rapat massa zat tersebut terhadap rapat massa dari zat tertentu sebagai zat pembanding.

Zat pembanding biasa diambil air, pada suhu 4⁰ C.

Rapat massa relatif biasa disimbolkan dengan : ρ_r .

Juga berlaku :

$$\rho_r = \frac{\rho_{\text{zat}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$\rho_r = \frac{S_{\text{zat cair}}}{S_{\text{air}}}$$

Rapat massa relatif tidak mempunyai SATUAN.

Tekanan Hidrostatika.

Adalah : Tekanan yang disebabkan oleh berat zat cair.

Tekanan adalah : Gaya per satuan luas yang bekerja dalam arah tegak lurus suatu permukaan.

Tekanan disimbolkan dengan : P

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

Satuan		
Besaran	MKS	CGS
F	N	dyne
A	m ²	cm ²
P	N/m ²	dyne/cm ²

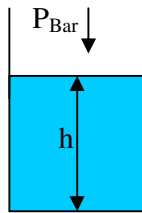
Tiap titik di dalam fluida tidak memiliki tekanan yang sama besar, tetapi berbeda-beda sesuai dengan ketinggian titik tersebut dari suatu titik acuan.

Dasar bejana akan mendapat tekanan sebesar :

P = tekanan udara + tekanan oleh gaya berat zat cair (Tekanan Hidrostatika).

$$P = \text{BAR} + \frac{\text{Gaya berat fluida}}{\text{Luas penampang dasar bejana}}$$

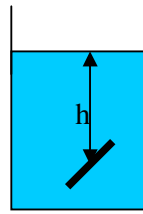
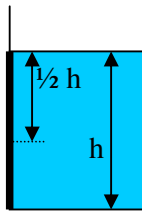
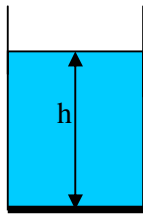
$$P = \text{BAR} + \frac{\rho \cdot v \cdot g}{A} = \text{BAR} + \frac{\rho \cdot g \cdot A \cdot h}{A}$$



$$P = \text{BAR} + \rho \cdot g \cdot h$$

Jadi Tekanan Hidrostatika (P_h) didefinisikan :

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



Keterangan.	Satuan	
	MKS	CGS
ρ = rapat massa zat cair	kg/m ³	g/cm ³
g = percepatan gravitasi	m/det ²	cm/det ²
h = tinggi zat cair diukur dari permukaan zat cair sampai ke titik/bidang yang diminta.	m	cm
P _h = Tekanan Hidrostatika	N/m ²	Dyne/cm ²

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg}$$

$$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^6 \text{ dyne/cm}^2$$

Untuk bidang miring dalam mencari h maka dicari lebih dahulu titik tengahnya (Disebut : titik massa).

Gaya Hidrostatika. (= F_h)

Besarnya gaya hidrostatika (F_h) yang bekerja pada bidang seluas A adalah :

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

$$F_h = \rho \cdot g \cdot h \cdot A$$

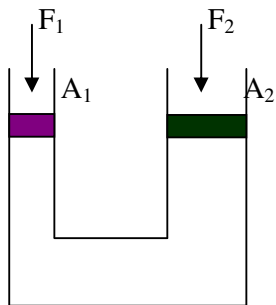
F_h = gaya hidrostatika dalam SI (MKS) adalah Newton
dalam CGS adalah Dyne.

Hukum Pascal.

Bunyinya : Tekanan yang bekerja pada fluida di dalam ruang tertutup akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan sama besar.

Contoh alat yang berdasarkan hukum Pascal adalah : Pompa Hidrolik.

Perhatikan gambar bejana berhubungan di bawah ini.



Permukaan fluida pada kedua kaki bejana berhubungan sama tinggi.

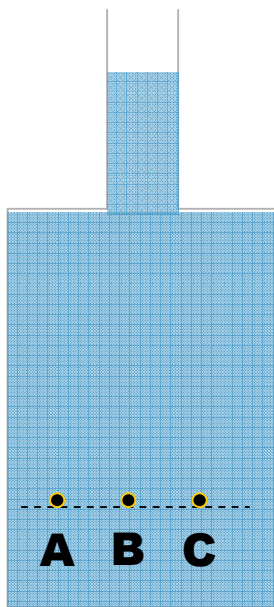
Bila kaki I yang luas penampangnya A_1 mendapat gaya F_1 dan kaki II yang luas penampangnya A_2 mendapat gaya F_2 maka menurut Hukum Pascal harus berlaku :

$$P_1 = P_2$$

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

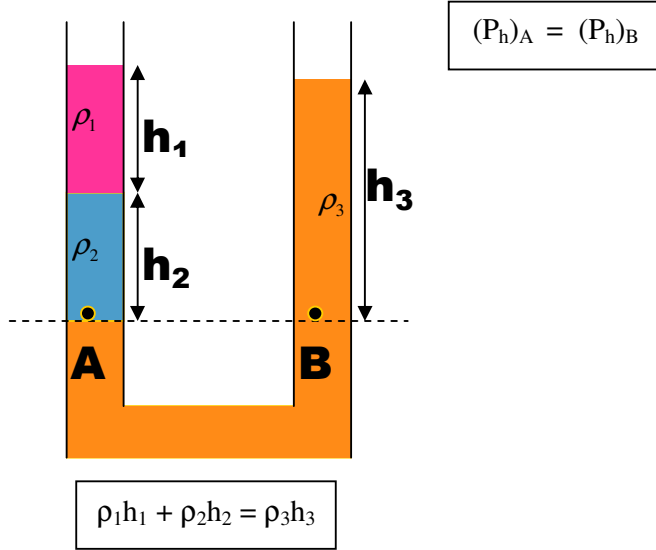
Hukum Utama Hidrostatika.

Bunyinya : Tekanan hidrostatik pada sembarang titik yang terletak pada bidang mendatar di dalam sejenis zat cair yang dalam keadaan setimbang adalah sama.



$$(P_h) \text{ di A } = (P_h) \text{ di B } = (P_h) \text{ di C}$$

Hukum utama hidrostatika berlaku pula pada pipa U (Bejana berhubungan) yang diisi lebih dari satu macam zat cair yang tidak bercampur.



Percobaan pipa U ini biasanya digunakan untuk menentukan massa jenis zat cair.

Paradoks Hidrostatik.

Segala bejana yang mempunyai luas dasar (A) yang sama dan berisi zat cair dengan ketinggian yang sama pula (h).

Menurut Hukum Utama Hidrostatik : Tekanan hidrostatik pada dasar masing-masing bejana adalah sama yaitu : $P_h = \rho \cdot g \cdot h$

Paradoks Hidrostatik : Gaya hidrostatik pada dasar bejana tidak tergantung pada banyaknya zat cair maupun bentuk bejana, melainkan tergantung pada :

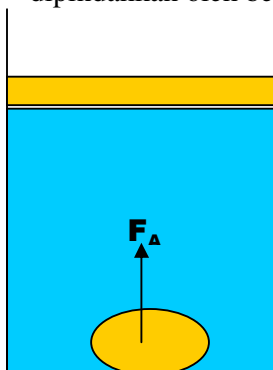
- Massa jenis zat cair.
- Tinggi zat cair diatas dasar bejana.
- Luas dasar bejana.

Jadi gaya hidrostatik pada dasar bejana-bejana tersebut sama yaitu :

$$F_h = \rho \cdot g \cdot h \cdot A$$

Hukum Archimedes.

Bunyiya : Bila sebuah benda diletakkan di dalam fluida, maka fluida tersebut akan memberikan gaya ke atas (F_A) pada benda tersebut yang besarnya = berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut.



Berat zat cair yang dipindahkan = $m \cdot g = \rho_c \cdot g \cdot V$

$$F_A = \rho_c \cdot g \cdot V_b$$

Benda di dalam zat cair ada 3 macam keadaan :

Benda tenggelam di dalam zat cair.

Berat zat cair yang dipindahkan = $m_c \cdot g$

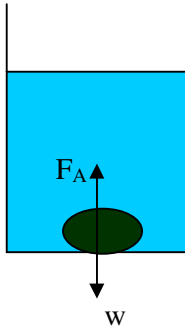
$$= \rho_c \cdot V_c \cdot g$$

Karena Volume zat cair yang dipindahkan = Volume benda, maka :

$$= \rho_c \cdot V_b \cdot g$$

Gaya keatas yang dialami benda tersebut besarnya :

$$F_A = \rho_c \cdot V_b \cdot g$$



ρ_b = Rapat massa benda

F_A = Gaya ke atas

ρ_c = Rapat massa zat cair

V_b = Volume benda

W = Berat benda

V_c = Volume zat cair yang dipindahkan

W_s = Berat semu

(berat benda di dalam zat cair).

Benda tenggelam maka : $F_A < W$

$$\rho_c \cdot V_b \cdot g < \rho_b \cdot V_b \cdot g$$

$$\rho_c < \rho_b$$

Selisih antara W dan F_A disebut Berat Semu (W_s)

$$W_s = W - F_A$$

Benda melayang di dalam zat cair.

Benda melayang di dalam zat cair berarti benda tersebut dalam keadaan setimbang.

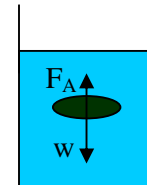
$$F_A = W$$

$$\rho_c \cdot V_b \cdot g = \rho_b \cdot V_b \cdot g$$

$$\rho_c = \rho_b$$

Pada 2 benda atau lebih yang melayang dalam zat cair akan berlaku :

$$(F_A)_{tot} = W_{tot}$$



$$\rho_c \cdot g (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots) = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + \dots$$

Benda terapung di dalam zat cair.

Misalkan sepotong gabus ditahan pada dasar bejana berisi zat cair, setelah dilepas, gabus tersebut akan naik ke permukaan zat cair (terapung) karena :

$$F_A > W$$

$$\rho_c \cdot V_b \cdot g > \rho_b \cdot V_b \cdot g$$

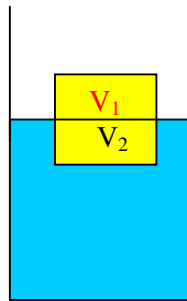
$$\rho_c > \rho_b$$

Selisih antara W dan F_A disebut gaya naik (F_n).

$$F_n = F_A - W$$

Benda terapung tentunya dalam keadaan setimbang, sehingga berlaku :

$$F_A' = W$$



$$\rho_c \cdot V_{b2} \cdot g = \rho_b \cdot V_b \cdot g$$

F_A' = Gaya ke atas yang dialami oleh bagian benda yang tercelup di dalam zat cair.

V_1 = Volume benda yang berada dipermukaan zat cair.

V_2 = Volume benda yang tercelup di dalam zat cair.

$$V_b = V_1 + V_2$$

$$F_A' = \rho_c \cdot V_2 \cdot g$$

Besaran	ρ	g	V	F_A dan W
MKS	kg/m^3	m/det^2	m^3	Newton
CGS	g/cm^3	cm/det^2	cm^3	Dyne

Kohesi dan Adhesi.

Kohesi : adalah gaya tarik menarik antara partikel-partikel suatu zat yang sejenis.

Misalnya : gaya tarik menarik yang terjadi pada air, besi dan sebagainya.

Makin kuat kohesi ini, makin kuat bendanya (tidak mudah berubah bentuknya).

Berarti kohesi molekul-molekul zat padat lebih besar dari kohesi molekul-molekul

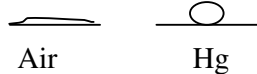
zat cair lebih besar dari kohesi molekul-molekul zat gas.

Adhesi : adalah gaya tarik menarik antara partikel-partikel dari zat yang berbeda/tak sejenis.

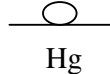
Contoh : Kapur tulis yang melekat pada papan.

kohesi molekul-molekul air lebih kecil dari adhesi

molekul-molekul air dan kaca.



Air



Hg

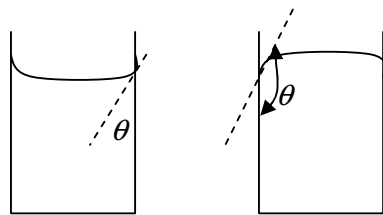
Kohesi molekul-molekul air raksa lebih besar dari adhesi

molekul-molekul air raksa dan kaca.

Pengaruh Kohesi & Adhesi Terhadap Permukaan Fluida.

Air : Permukaannya cekung, pada pipa kapiler permukaannya lebih tinggi, karena adhesinya lebih kuat dari kohesinya sendiri.

Air Raksa : Permukaannya cembung, sedangkan pada pipa kapiler permukaannya lebih rendah, karena kohesi air raksa lebih besar dari adhesi antara air raksa dengan kaca.



Air

Hg

θ = Sudut Kontak.

Sudut Kontak. (θ)

Sudut kontak yaitu sudut yang dibatasi oleh 2 bidang batas (a) dinding tabung dan (b) permukaan zat cair.

Dinding tabung : sebagai bidang batas antara zat cair dan tabung.

Permukaan zat cair : Sebagai bidang batas antara zat cair dan uapnya ($\theta = 180^\circ$)

Bila zat cair tersebut air dan dindingnya gelas maka :

$$0 < \theta < 90^\circ$$

Karena adhesinya lebih besar dari kohesi.

Bila zat cair tersebut air raksa, maka :

$$90^\circ < \theta < 180^\circ$$

Karena kohesinya lebih besar dari adhesi.

Tegangan Permukaan.

Sebagai akibat dari adanya kohesi zat cair dan adhesi antara zat cair-udara diluar permukaannya, maka pada permukaan zat cair selalu terjadi tegangan yang disebut tegangan permukaan.

Karena adanya tegangan permukaan inilah nyamuk, jarum, pisau silet dapat terapung di permukaan zat cair meskipun massa jenisnya lebih besar dari zat cair.

Tegangan permukaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

F = Gaya yang bekerja.

L = Panjangnya batas antara benda dengan permukaan zat cair.

γ = Tegangan permukaan.

Satuan :

Besaran	Gaya (F)	L	γ
MKS	N	m	N/m
CGS	dyne	cm	Dyne/cm

Untuk benda berbentuk lempeng : panjang batasnya = kelilingnya.

Untuk benda berbentuk bidang kawat : panjang batasnya = 2 x kelilingnya.

Untuk benda berbentuk kawat lurus, juga pada lapisan tipis (Selaput mempunyai 2 permukaan zat cair) panjang batasnya = 2 x Panjang (L).

Miniskus dan Kapilaritas.

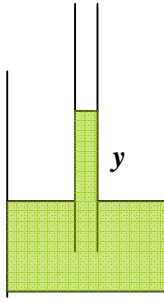
Miniskus : Yaitu bentuk permukaan zat cair dalam suatu pipa yaitu cekung atau cembung.

Makin sempit pipa (Pembuluh) makin jelas kelengkungannya.

Kapilaritas : Yaitu suatu gejala turun atau naiknya zat cair dalam pembuluh yang sempit, jika pembuluh yang kedua ujungnya terbuka ini dimasukkan tegak lurus ke dalam bak yang berisi zat cair.

Sedang pembuluh sempit tersebut tersebut disebut pipa kapiler.

Kenaikan/penurunan permukaan zat cair dalam kapiler dapat dirumuskan sebagai berikut :



$$y = \frac{2 \cdot \gamma \cdot \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot R}$$

- y = Kenaikan/penurunan zat cair dalam kapiler
 γ = Tegangan permukaan zat cair
 θ = Sudut kontak
 ρ = Massa jenis zat cair
 g = Percepatan gravitasi
 R = Jari-jari kapiler.

Hukum Archimedes Untuk Gas.

Balon Udara.

Sebuah balon udara dapat naik disebabkan adanya gaya ke atas yang dilakukan oleh udara.

Balon udara diisi dengan gas yang lebih ringan dari udara mis : H_2 , He sehingga terjadi peristiwa seolah-olah terapung.

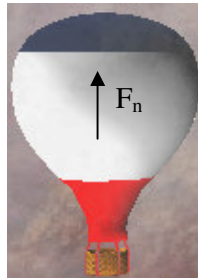
Balon akan naik jika gaya ke atas $F_A > W_{tot}$ (berat total) sehingga :

$$F_n = F_A - W_{tot}$$

$$F_A = \rho_{ud} \cdot g \cdot V_{balon}$$

$$W_{tot} = W_{balon} + W_{gas} + W_{beban}$$

$$W_{gas} = \rho_{gas} \cdot g \cdot V_{balon}$$



Keterangan :

F_A = Gaya ke atas (N)

F_n = Gaya naik (N)

ρ_{gas} = Massa jenis gas pengisi balon (kg/m^3)

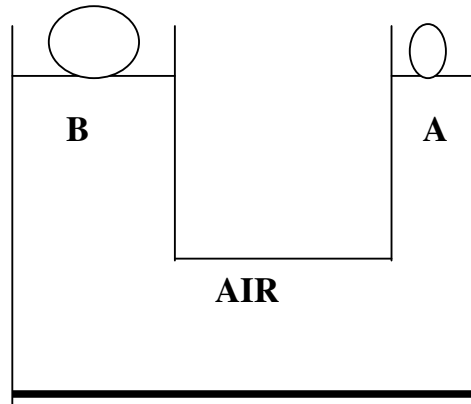
ρ_{ud} = Massa jenis udara = $1,3 kg/m^3$

W = Berat (N)

V = Volume (m^3)

CONTOH SOAL

1. Sebuah akuarium berukuran 6 m x 5 m x 4 m diisi campuran zat cair A sebanyak 50.000 liter dengan massa jenis $1,2 \text{ gram/cm}^3$ dan zat cair B sebanyak 40.000 liter dengan massa jenis $0,75 \text{ gram/cm}^3$, hitunglah :
- Tekanan total pada dasar akuarium jika $P_{\text{bar}} = 10^5 \text{ N/m}^2$
 - gaya hidrostatis yang dialami dinding samping akuarium.
2. Sebuah bejana A yang berhubungan dengan bejana B diisi air. Masing-masing ditutup dengan penghisap yang dapat bergerak bebas tanpa gesekan . Penampang bejana A berdiameter 6 cm dan bejana B berdiameter 20 cm. Massa penghisap A = 2 kg dan di B = 10 kg. Bila di A diberi beban 25 kg. Berapakah beban yang harus diletakkan di B supaya seimbang ?



3. Sebuah pipa U yang mempunyai diameter penampang kiri berbanding dengan diameter penampang kanan = $\sqrt{3} : 1$. Mula-mula diisi dengan zat A yang bermassa jenis 2 gram/cm^3 . Kaki kiri dituangkan zat cair B yang bermassa 1 gram/cm^3 sedang kaki kanan dituangkan zat C yang bermassa jenis $0,8 \text{ gram/cm}^3$ hingga sejajar dengan tinggi zat cair di kaki kiri, ternyata zat A di kaki kanan naik 3 cm dari mula-mula. (ketiga zat tidak dapat bercampur). Hitunglah tinggi zat B dan C.
4. Sebuah kubus kayu dengan rusuk 1 dm dan massa jenis $0,6 \text{ gram/cm}^3$ terapung tegak dalam sebuah silinder yang berisi minyak tanah dengan massa jenis $0,75 \text{ gram/cm}^3$. Luas alas silinder 12 dm^2 . Hitung tinggi minyak tanah yang naik karena masuknya kubus kayu tersebut.
5. Hitunglah massa jenis sebuah benda yang beratnya di udara 20 newton, sedangkan beratnya di air 15 newton. Jika massa jenis air adalah 1 gram/cm^3 dan gravitasi setempat 10 m/det^2 .
6. Sebuah rakit terbuat dari kayu (massa jenisnya 400 kg/m^3) panjang rakit 4 meter dan lebarnya 3 meter. Rakit ini digunakan untuk menyeberangkan sebuah mobil yang massanya 1 ton melalui sebuah sungai yang massa jenisnya 1 gram/cm^3 . Jika gravitasi 10 m/det^2 . Hitunglah tebal rakit agar 0,1 meter dari tebalnya dapat berada di atas permukaan air ?
7. Pipa kapiler dengan jari-jari 1 mm dimasukkan ke dalam zat cair dengan massa jenis $0,8 \text{ gram/cm}^3$. Ternyata sudut kontaknya sebesar 60° dan cairan naik setinggi 4

cm dalam pipa kapiler. Apabila $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukanlah besarnya tegangan permukaan zat cair tersebut.

TUGAS

1. Hitung rapat massa dan rapat massa relatif dari gasolin bila 51 gram = 75 cm^3
(jawab : $0,68 \text{ gram/cm}^3$; $0,68$)
2. Berapa Volume dari 300 gram air raksa jika rapat massa air raksa $13,6 \text{ g/cm}^3$
(jawab : $22,0588 \text{ cm}^3$)
3. Dua macam cairan A dan B dimasukkan dalam satu bejana dan menghasilkan rapat massa yang baru $1,4 \text{ g/cm}^3$. Sedangkan rapat massa cairan A = $0,8 \text{ g/cm}^3$. Rapat massa cairan B = $1,8 \text{ g/cm}^3$. Hitunglah volume masing-masing cairan dalam 1000 cm^3 volume campuran. (jawab : 400 cm^3 dan 600 cm^3)
4. Sebongkah emas dan jam tangan = 100 gram. Rapat massa emas = $19,3 \text{ g/cm}^3$ dan rapat massa jam tangan = $2,6 \text{ g/cm}^3$, sedangkan rapat massa bongkah emas + jam tangan = $6,4 \text{ g/cm}^3$. Hitunglah massa emas dalam jam tangan tersebut.
(jawab : $68,6182 \text{ gram}$)
5. 1 liter susu = 1032 gram. 4 % dari volume tersebut berupa lemak keju yang rapat massanya $0,865 \text{ g/cm}^3$. Berapa rapat massa dari susu yang telah diambil lemaknya tersebut. (jawab : $1,039 \text{ gram/cm}^3$)
6. Apabila sebuah kapal selam menyelam sedalam 60 m, berapa besar tekanan yang dialami kapal selam tersebut. (Rapat massa air laut = $1,03 \text{ g/cm}^3$).
(jawab : 618.000 N/m^2)
7. Seorang pemain sepak bola yang massanya 75 Kg memakai sepatu yang masing-masing dilengkapi dengan 6 buah paku (Spike). Penampang tiap paku $0,6 \text{ cm}^2$. Hitung tekanan di bawah salah satu paku pada tanah. (jawab : $104,17.10^4 \text{ N/m}^2$)
8. Sebuah bejana berbentuk kerucut, luas dasar 1 dm^2 penuh berisi air. Berapa besar gaya yang bekerja pada dasar kerucut jika volumenya 1 dm^3 ? (jawab : 30 N)
9. Balok besi berukuran $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 5,5 \text{ cm}$ terletak pada dasar bejana dengan bagian yang berukuran $10 \text{ cm} \times 5,5 \text{ cm}$ sebagai dasar balok besi. Jika tinggi air dalam bejana 1,4 m, hitunglah gaya yang bekerja pada dinding balok yang berbeda. (Gaya Hidrostatik). (jawab : 66 N ; 260 N ; 143 N)
10. Sebuah bejana yang berukuran panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 25 cm berisi minyak sebanyak 192 N.
Rapat massa minyak = $0,8 \text{ g/cm}^3$; $g = 10 \text{ m/det}^2$; BAR = 76 cmHg.
 - a. Tentukan tekanan total dan gaya total yang dialami dasar bejana.
(jawab : a. 16.000 dyne/cm^2 ; 192 N)
Tentukan tekanan hidrostatik dan gaya hidrostatik yang dialami oleh dinding bejana. (jawab : b. 8.000 dyne/cm^2 ; 64 N ; 8000 dyne/cm^2 ; 48 N)
11. Bejana penampung air hujan berbentuk kubus dengan rusuk 1 m. Bejana diberi tutup dan dipasang silinder vertikal penampangnya 120 cm^2 dan tingginya di atas

- tutup adalah 3,5 m. Hitunglah gaya hidrostatis yang dialami oleh dinding-dinding bejana serta pada tutup jika silinder penuh berisi air. (jawab : 45.000 N ; 40.000 N ; 34.580 N)
12. Sebuah silinder berisi minyak tanah ($\rho_m = 0,8 \text{ g/cm}^3$) dilengkapi dengan sebuah penghisap dengan luas penampangnya = 154 cm^2 , tinggi minyak 50 cm. Di atas penghisap terdapat beban 50 N. BAR = 1 atm. Tentukan gaya total yang bekerja pada dasar dan sisi bejana. ($g = 10 \text{ m/det}^2$). (jawab : 1667 N ; 23374,2857 N)
 13. Pompa hidrolik mempunyai penghisap dengan luas penampang 15 cm^2 dan 3 dm^2 . Jika pada penghisap yang kecil diberi beban 400 N. Berapa besar gaya pada penghisap yang besar agar terjadi keseimbangan ? (jawab : 8.000 N)
 14. Gaya besarnya 5 N pada penghisap yang kecil dari suatu pompa hidrolik dapat mengangkat beban beratnya 600 N yang terdapat pada penghisap yang besar. Jika penghisap yang kecil berpenampang 400 cm^2 , berapakah luas penampang yang besar ? (jawab : 48.000 cm^2)
 15. Suatu kempa hidrolik dapat mengangkat 1 ton mobil, jika diameter penghisap besar 50 cm, diameter penghisap kecil 10 cm. Tentukan gaya yang harus dikerjakan pada penghisap kecil. (jawab : 400 N)
 16. Suatu bejana berbentuk pipa U mula-mula diisi dengan air raksa yang massa jenisnya $13,6 \text{ g/cm}^3$, kemudian kaki kanan dituangkan 14 cm air lalu di atas air ini dituangkan minyak yang massa jenisnya $0,8 \text{ g/cm}^3$, ternyata dalam keadaan setimbang selisih tinggi permukaan air raksa dalam kedua kaki 2 cm. Hitung berapa cm tinggi lajur minyak pada kaki kanan. (jawab : 16,5 cm)
 17. Dalam pipa U terdapat Hg (Rapat massa $13,6 \text{ g/cm}^3$). Pada kaki kiri dituangkan air setinggi 20 cm kemudian minyak (Rapat massanya $0,9 \text{ g/cm}^3$) tingginya 8 cm. Pada kaki kanan ditambahkan alkohol (Rapat massa $0,8 \text{ g/cm}^3$) sehingga permukaan minyak dan permukaan alkohol sebidang. Berapa beda tinggi Hg pada kedua kaki pipa ? (jawab : 27,625 cm ; 0,375 cm)
 18. Dalam pipa U terdapat Hg (Rapat massanya $13,6 \text{ g/cm}^3$). Pada kaki kiri dituangkan air setinggi 30 cm. Berapa tinggi minyak pada kaki di sebelah kanan harus ditambahkan agar permukaan air dan permukaan minyak sebidang ? (Rapat massa minyak $0,9 \text{ g/cm}^3$). (jawab : 29,7638 cm ; 0,2362 cm)
 19. Batang besi dalam air berat semunya 372 N. Berapa berat semu besi tersebut dalam cairan yang densitasnya $0,75 \text{ g/cm}^3$ jika berat besi 472 N. (jawab : 397 N)
 20. Sebuah benda mempunyai berat 100 N di udara dan 60 N di minyak (Rapat massanya $0,8 \text{ g/cm}^3$). Hitung massa jenis benda tersebut. (jawab : 2 g/cm^3)
 21. Sepotong besi massanya 450 gram, di dalam air massanya berkurang menjadi 390 gram. Tentukan rapat massa besi. (jawab : $7,5 \text{ g/cm}^3$)
 22. Sebatang emas (Rapat massa $19,3 \text{ g/cm}^3$) dicurigai mempunyai rongga. Beratnya di udara 0,3825 N dan di air 0,3622 N. Berapa besar rongga tersebut ?
(jawab : $0,0481 \text{ cm}^3$)
 23. 50 gram gabus (Rapat massa $0,25 \text{ g/cm}^3$) diikatkan pada timbal sehingga gabungan benda melayang di dalam air. Berapa berat timbal (Rapat massanya $11,3 \text{ g/cm}^3$). (jawab : 1,646 N)

24. Sebongkah es (Rapat massanya $0,9 \text{ g/cm}^3$) terapung pada air laut (Rapat massanya $1,03 \text{ g/cm}^3$). Jika es yang timbul di permukaan air laut $7,8 \text{ dm}^3$. Hitunglah volume es. (jawab : $61,80 \text{ dm}^3$ atau $61,800 \text{ cm}^3$)
25. Massa jenis es 917 kg/m^3 . Berapa bagian es terletak di permukaan air.
(jawab : 0,083 bagian)
26. Sebatang kayu yang massa jenisnya $0,6 \text{ g/cm}^3$ terapung di dalam air. Jika bagian kayu yang ada di atas permukaan air $0,2 \text{ m}^3$, tentukan volume kayu seluruhnya.
(jawab : $0,5 \text{ m}^3$)
27. Sebuah kubus dari kayu (Rapat massanya $0,8 \text{ g/cm}^3$), Mula-mula dibenamkan ke dalam bejana kemudian dilepas sehingga naik ke permukaan gliserin (Rapat massa $1,25 \text{ g/cm}^3$) dan ternyata 200 cm^3 dari kayu tersebut berada di permukaan gliserin. Tentukan :
- Gaya ke atas kayu pada saat masih berada seluruhnya dalam gliserin.
(jawab : $6,9444 \text{ N}$)
 - Gaya naik.(jawab : $2,5 \text{ N}$)
 - Gaya ke atas setelah benda setimbang.(jawab : $4,4444 \text{ N}$)
 - Rusuk kubus.(jawab : $8,22 \text{ cm}$)
28. Sebuah kawat berbentuk segitiga sama sisi diletakkan perlahan-lahan di atas permukaan zat cair. Tegangan permukaan zat cair 74 dyne/cm . Gaya oleh tegangan permukaan $1,776 \text{ dyne}$. Tentukan tinggi segitiga tersebut.
(jawab : $2\sqrt{3} \text{ cm}$)
29. Sebuah pisau silet uang berukuran $3 \text{ cm} \times 1\frac{1}{2} \text{ cm}$, diletakkan di atas permukaan zat cair. Tegangan permukaan zat cair 72 dyne/cm . Tentukan berat minimum silet tersebut agar tidak tenggelam.(jawab : 648 dyne)
30. Untuk mengangkat sebuah jarum yang panjangnya 5 cm dari permukaan zat cair, kecuali berat jarum itu sendiri, masih diperlukan gaya sebesar F Newton. Tegangan permukaan zat cair $63,1 \text{ dyne/cm}$. Tentukan F .(jawab : 631 dyne)
31. Hitunglah turunnya tinggi pipa kapiler berdiameter $0,4 \text{ mm}$ dan diletakkan vertikal yang salah satu ujungnya dicelupkan dalam bak yang berisi air raksa. (Rapat massa $13,6 \text{ g/cm}^3$) dengan sudut kontak 150° , tegangan permukaan 450 dyne/cm . (jawab : $2,8655 \text{ cm}$ (turun))
32. Sebuah balon udara volumenya 400 m^3 , mengalami gaya naik 2200 N . Tentukan gaya ke atas dan berat total balon ($g = 10 \text{ m/det}^2$). (jawab : 5.200 N ; 3.000 N)
33. Sebuah balon udara bervolume 20 m^3 . Berisi H_2 (Rapat massa $0,09 \text{ g/l}$) berat perlengkapannya 100 N . Tentukan berat beban yang dapat diangkut.
(jawab : maksimum 142 N)

=====o0o=====

FLUIDA BERGERAK

ALIRAN FLUIDA

Di dalam gerakanya pada dasarnya dibedakan dalam 2 macam, yaitu :

Aliran laminar / stasioner / streamline.

Aliran turbulen

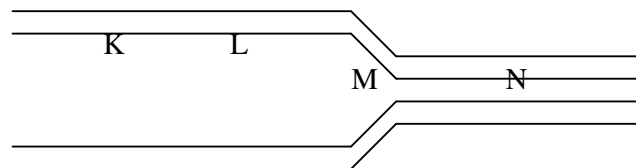
Suatu aliran dikatakan laminar / stasioner / streamline bila :

Setiap partikel yang melalui titik tertentu selalu mempunyai lintasan (garis arus) yang tertentu pula.

Partikel-partikel yang pada suatu saat tiba di K akan mengikuti lintasan yang terlukis pada gambar di bawah ini. Demikian partikel-partikel yang suatu saat tiba di L dan M.

Kecepatan setiap partikel yang melalui titik tertentu selalu sama. Misalkan setiap partikel yang melalui K selalu mempunyai kecepatan v_K .

Aliran yang tidak memenuhi sifat-sifat di atas disebut : ***ALIRAN TURBULEN***.



Pembahasan dalam bab ini di batasi pada fluida ideal, yaitu fluida yang inkompresibel dan bergerak tanpa mengalami gesekan dan pada aliran stasioner.

DEBIT.

Fluida mengalir dengan kecepatan tertentu, misalnya v meter per detik. Penampang tabung alir seperti terlihat pada gambar di atas berpenampang A , maka yang dimaksud dengan DEBIT FLUIDA adalah volume fluida yang mengalir persatuan waktu melalui suatu pipa dengan luas penampang A dan dengan kecepatan v .

$$Q = \frac{Vol}{\Delta t} \quad \text{atau} \quad Q = A \cdot v$$

Q = debit fluida dalam satuan SI m^3/det

Vol = volume fluida m^3

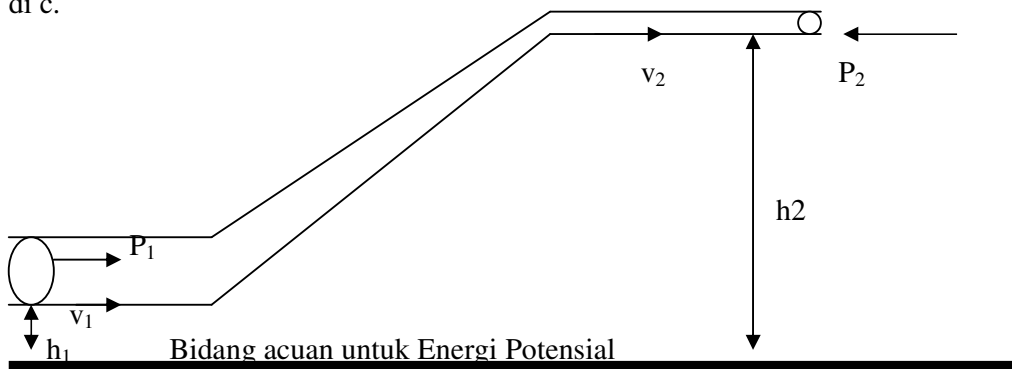
A = luas penampang tabung alir m^2

V = kecepatan alir fluida m/det

PERSAMAN KONTINUITAS.

Perhatikan tabung alir a-c di bawah ini. A_1 adalah penampang lintang tabung alir di a.

A_2 = penampang lintang di c. v_1 = kecepatan alir fluida di a, v_2 = kecepatan alir fluida di c.



Partikel – partikel yang semula di a, dalam waktu Δt detik berpindah di b, demikian pula partikel yang semula di c berpindah di d. Apabila Δt sangat kecil, maka jarak a-b sangat kecil, sehingga luas penampang di a dan b boleh dianggap sama, yaitu A_1 . Demikian pula jarak c-d sangat kecil, sehingga luas penampang di c dan di d dapat dianggap sama, yaitu A_2 . Banyaknya fluida yang masuk ke tabung alir dalam waktu Δt detik adalah :

$\rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$ dan dalam waktu yang sama sejumlah fluida meninggalkan tabung alir sebanyak $\rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$. Jumlah ini tentulah sama dengan jumlah fluida yang masuk ke tabung alir sehingga :

$$\rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Jadi : $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$

Persamaan ini disebut : Persamaan KONTINUITAS

$A \cdot v$ yang merupakan debit fluida sepanjang tabung alir selalu konstan (tetap sama nilainya), walaupun A dan v masing-masing berbeda dai tempat yang satu ke tempat yang lain. Maka disimpulkan :

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = \text{konstan}$$

HUKUM BERNOULLI.

Hukum Bernoulli merupakan persamaan pokok hidrodinamika untuk fluida mengalir dengan arus streamline. Di sini berlaku hubungan antara tekanan, kecepatan alir dan tinggi tempat dalam satu garis lurus. Hubungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

Perhatikan gambar tabung alir a-c pada gambar. Jika tekanan P_1 tekaopan pada penampang A_1 , dari fluida di sebelah kirinya, maka gaya yang dilakukan terhadap penampang di a adalah $P_1 \cdot A_1$, sedangkan penampang di c mendapat gaya dari fluida dikanannya sebesar $P_2 \cdot A_2$, di mana P_2 adalah tekanan terhadap penampang di c ke kiri. Dalam waktu Δt detik dapat dianggap bahwa penampang a tergeser sejauh $v_1 \cdot \Delta t$ dan penampang c tergeser sejauh $v_2 \cdot \Delta t$ ke kanan. Jadi usaha yang dilakukan terhadap a adalah : $P_1 \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$ sedangkan usaha yang dilakukan pada c sebesar : $- P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$ Jadi usaha total yang dilakukan gaya-gaya tersebut besarnya :

$$W_{\text{tot}} = (P_1 \cdot A_1 \cdot v_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot v_2) \Delta t$$

Dalam waktu Δt detik fluida dalam tabung alir a-b bergeser ke c-d dan mendapat tambahan energi sebesar :

$$E_{\text{mek}} = \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$\begin{aligned} E_{\text{mek}} &= \left(\frac{1}{2} m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \right) + (mgh_2 - mgh_1) \\ &= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) + mg (h_2 - h_1) \end{aligned}$$

Keterangan : m = massa fluida dalam a-b = massa fluida dalam c-d.
 $h_2 - h_1$ = beda tinggi fluida c-d dan a-b

Karena m menunjukkan massa fluida di a-b dan c-d yang sama besarnya, maka m dapat dinyatakan :

$$m = \rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Menurut Hukum kekekalan Energi haruslah :

$$W_{\text{tot}} = E_{\text{mek}}$$

Dari persamaan-persamaan di atas dapat dirumuskan persamaan :

$$P_1 \frac{m}{\rho} + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 + mgh_1 = P_2 \frac{m}{\rho} + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 + mgh_2$$

Suku-suku persamaan ini memperlihatkan dimensi USAHA.

Dengan membagi kedua ruas dengan $\frac{m}{\rho}$ maka di dapat persamaan :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho g h_2$$

Suku-suku persamaan di atas memperlihatkan dimensi TEKANAN.

Keterangan :

P_1 dan P_2 = tekanan yang dialami oleh fluida

v_1 dan v_2 = kecepatan alir fluida

h_1 dan h_2 = tinggi tempat dalam satu garis lurus

ρ = Massa jenis fluida

g = percepatan gravitasi

GAYA ANGKAT SAYAP PESAWAT TERBANG.

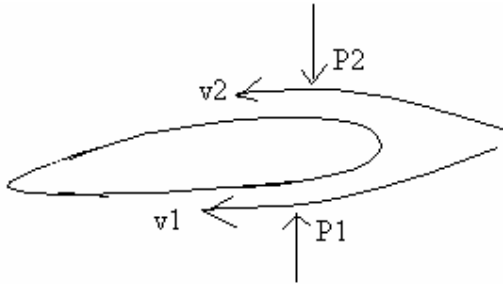
Kita akan membahas gaya angkat pada sayap pesawat terbang dengan menggunakan persamaan BERNOULLI. Untuk itu, kita anggap bentuk sayap pesawat terbang

sedemikian rupa sehingga garis arus aliran udara yang melalui sayap adalah tetap (streamline)

Penampang sayap pesawat terbang mempunyai bagian belakang yang lebih tajam dan sisi bagian yang atas lebih melengkung daripada sisi bagian bawahnya. Bentuk ini menyebabkan aliran udara di bagian atas lebih besar daripada di bagian bawah ($v_2 > v_1$).

Dari persamaan Bernoulli kita dapatkan :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho g h_2$$



Ketinggian kedua sayap dapat dianggap sama ($h_1 = h_2$), sehingga $\rho g h_1 = \rho g h_2$. Dan persamaan di atas dapat ditulis :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa $v_2 > v_1$ kita dapatkan $P_1 > P_2$ untuk luas penampang sayap $F_1 = P_1 \cdot A$ dan $F_2 = P_2 \cdot A$ dan kita dapatkan bahwa $F_1 > F_2$. Beda gaya pada bagian bawah dan bagian atas ($F_1 - F_2$) menghasilkan gaya angkat pada pesawat terbang. Jadi, gaya angkat pesawat terbang dirumuskan sebagai :

$$F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2)$$

Dengan ρ = massa jenis udara (kg/m^3)

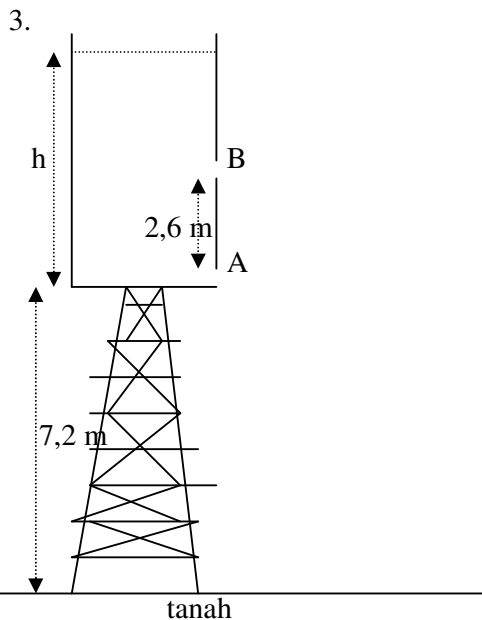
=====o0o=====

CONTOH SOAL

1. Sebuah pipa berdiameter 4 cm mengalirkan air dengan kecepatan 2 m/s
 - a. Hitunglah debitnya.

- b. Hitunglah kecepatan aliran air jika diameter ujungnya di perkecil menjadi 2 cm

2. Air PAM (Perusahaan Air Minum) memasuki rumah melalui sebuah pipa yang diameternya 2 cm pada tekanan 4 atm. ($1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$). Pipa menuju ke kamar mandi yang berada di lantai kedua, yang tingginya 5 m dengan diameter pipa 1 cm. Jika debit air yang keluar adalah $3\pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Hitunglah tekanan air di dalam bak kamar mandi jika $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Lihat gambar di atas jika air memancar dari lubang A dan B jatuh pada tempat yang sama di tanah, hitunglah h .

4. Sebuah pesawat terbang bergerak dengan kelajuan tertentu sehingga udara yang melalui bagian atas sayap sebesar 320 m/s , jika luas sayap 60 m^2 dan menghasilkan gaya angkat sayap 713.700 N . Hitunglah kelajuan udara pada bagian bawah sayap jika rapat massa udara $1,3 \text{ kg/m}^3$

TUGAS

1. Air yang mengalir dalam sebuah pipa yang berdiameter 6 cm berkecepatan 1,5 m/det. Berapa kecepatan air dalam pipa yang berpenampang dengan diameter 3 cm, jika pipa ini dihubungkan dengan pipa pertama dan semia pipa penuh.
(jawab : 6 m/s)

2. Pipa dengan penampang 2 cm^2 dialiri air dengan kecepatan 2 m/s. Ditanyakan :
Berapa cm^3 dapat dialirkan tiap menit (jawab : 24.000 cm^3)
Berapa kecepatan alir air bila pipa dihubungkan dengan pipa yang berpenampang 1 cm^2 (jawab : 400 cm/s)

3. Perhatikan alat seperti tergambar di sebelah kanan

Berapa kecepatan air yang dipancarkan lewat lobang L. jika tekanan terhadap air 10^6 Pa dan tekanan udara Luar 10^5 Pa dan apabila kecepatan air dalam reservoir Boleh diabaikan. (jawab : $30\sqrt{2}$ m/s)

L

4. Sebuah pipa panjang memiliki penampang berbeda pada empat bagian. Luas penampang pipa berturut-turut pada bagian 1, bagian 2, bagian 3 adalah 150 cm^2 , 100 cm^2 dan 50 cm^2 . Laju aliran air pada bagian 1 adalah 8 m/s. Sedangkan pada bagian 4 adalah 4,8 m/s. Tentukanlah :

Debit air melalui keempat penampang itu (jawab : $0,12\text{ m}^3/\text{s}$)

Luas penampang pada bagian 4 (jawab : 250 cm^2)

Laju air pada bagian 2 dan 3 (jawab : 12 m/s , 24 m/s)

5. Sebuah pipa air memiliki dua penampang yang berbeda. Diameter masing-masing penampang adalah 15 cm dan 10 cm. Jika laju aliran pada penampang yang kecil adalah 9 m/s. Berapakah laju aliran pada penampang yang besar ? (jawab : 4 m/s)

6. Sebuah tangki berisi air, pada jarak 20 meter di bawah permukaan air pada tangki itu terdapat kebocoran.

Berapa kecepatan air yang memancar dari lubang tersebut. (jawab : 20 m/s)

Bila luas lubang $1 \times 10^{-6}\text{ m}^2$. Berapa liter volume air yang keluar dalam 1 detik. (0,02 liter)

7. Air mengalir melalui sebuah pipa mendatar yang luas penampangnya berbeda, penampang X = 8 cm^2 , kecepatan air adalah 3 cm/s. Tentukanlah :

Kecepatan air pada penampang Y yang luasnya 2 cm^2 . (jawab : 12 cm/s)

Beda tekanan antara X dan Y (jawab : $6,75\text{ N/m}^2$)

8. Pada suatu pipa mendatar yang luas penampangnya 30 cm^2 , tekanan statis air yang mengalir dengan aliran stasioner adalah $6,5 \cdot 10^4$ Pa dan tekanan totalnya adalah $6,7 \cdot 10^4$ Pa. Hitung :

Kecepatan aliran air (2 m/s)

Debit air yang melalui pipa (jawab : 6 liter/s)

9. Sebuah pipa silindris lurus memiliki diameter 10 cm. Pipa tersebut diletakkan horizontal, sedangkan air mengalir didalamnya dengan kecepatan 2 m/s. Diujung pipa terdapat mulut pipa dengan diameter 1,25 cm.

Berapa kecepatan air yang keluar dari mulut pipa. (jawab : 128 m/s).

Bila mulut pipa berhubungan dengan udara luar, berapa tekanan air di dalam mulut pipa jika $P_{\text{bar}} = 1 \cdot 10^5$ Pa. (jawab : $82,9 \cdot 10^5$ Pa)

10. Air mengalir dengan aliran stasioner sepanjang pipa mendatar yang luas penampangnya 20 cm^2 pada suatu bagian dan 5 cm^2 pada bagian yang lebih sempit. Jika tekanan pada penampang yang lebih sempit adalah $4,80 \cdot 10^4$ Pa dan laju alirannya 4 m/s, Tentukanlah :

Laju aliran (jawab : 1 m/s)

Tekanan pada penampang yang besar (jawab : $5,55 \cdot 10^4$ Pa)

11. Dalam suatu pipa, ada air mengalir. Di suatu tempat, laju air adalah 3 m/s, sedangkan di tempat lain yang terletak 1 meter lebih tinggi, laju air adalah 4 m/s. Berapakah tekanan air di tempat yang tinggi bila tekanan air di tempat yang rendah $2 \cdot 10^4$ Pa. (jawab : $6,5 \cdot 10^3$ N/m²)
Berapa tekanan air di tempat yang tinggi bila air dalam pipa berhenti dan tekanan air di tempat yang rendah $1,8 \cdot 10^4$ Pa. (jawab : $8 \cdot 10^3$ N/m²)
(jawab : 10 m/s ; $2,575 \cdot 10^5$ Pa).
Volume air yang melalui pipa per-menit (jawab : 30 m³)

12. Pesawat terbang modern dirancang untuk gaya angkat kira-kira 1300 N per m² penampang sayap. Anggap udara mengalir melalui sayap sebuah pesawat terbang dengan garis arus aliran udara. Jika kecepatan aliran udara yang melalui bagian yang lebih rendah adalah 100 m/s. Berapa kecepatan aliran udara di sisi atas sayap untuk menghasilkan gaya angkat sebesar 1300 N/m² pada tiap sayap. (Massa jenis udara $1,3$ kg/m³). (jawab : $20\sqrt{30}$ m/s)

=====oOo=====