

BAB III. HIDROSTATIKA

Puji Utomo, S.T., M.Eng

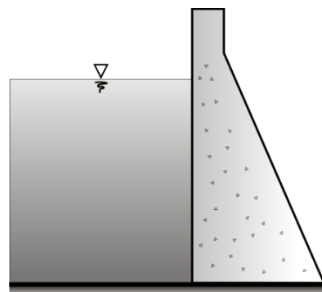
CAPAIAN PEMBELAJARAN

- Tekanan Zat Cair
- Variasi Tekanan sebagai Fungsi Jarak Vertikal
- Alat Pengukur Tekanan Hidrostatik
- Gaya yang Bekerja pada Dinding Permukaan dan pada Benda yang Terendam
- Aplikasi Permasalahan Hidrostatika (Analisis Stabilitas Bendungan, Pintu Air, dsb)

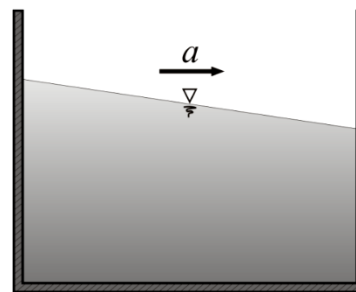
KONDISI FLUIDA (ZAT CAIR)

Ada 3 kondisi fluida (zat cair) statika meliputi:

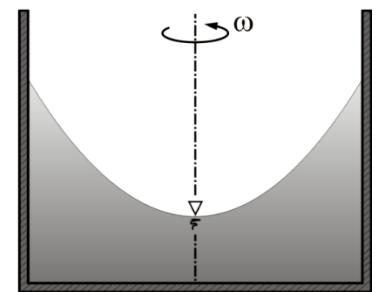
- Fluida diam dalam suatu reservoir
- Fluida dalam suatu perangkat yang mengalami percepatan linear
- Fluida dalam silinder yang diputar dengan kecepatan tinggi



(a)



(b)



(c)

Tekanan (P)

- Tekanan didefinisikan sebagai jumlah gaya tiap satuan luas.
- Apabila gaya terdistribusi merata pada suatu luasan, maka tekanan dapat ditentukan dengan membagi gaya dengan luas.

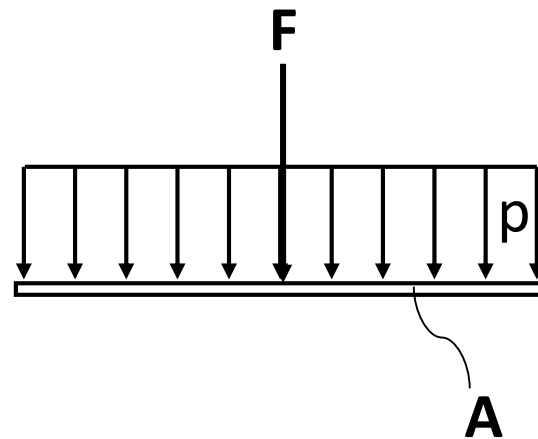
$$p = \frac{F}{A}$$

Dimana:

P = Tekanan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = luas (m²)

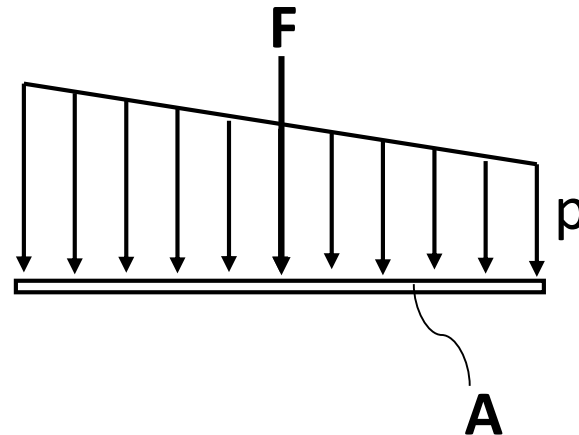


Tekanan (P)

- Apabila gaya yang bekerja tidak merata pada bidang, maka tekanan p diberikan dalam bentuk:

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

- Dimana ΔF adalah gaya tekanan normal atau tegak lurus yang bekerja pada luasan ΔA .



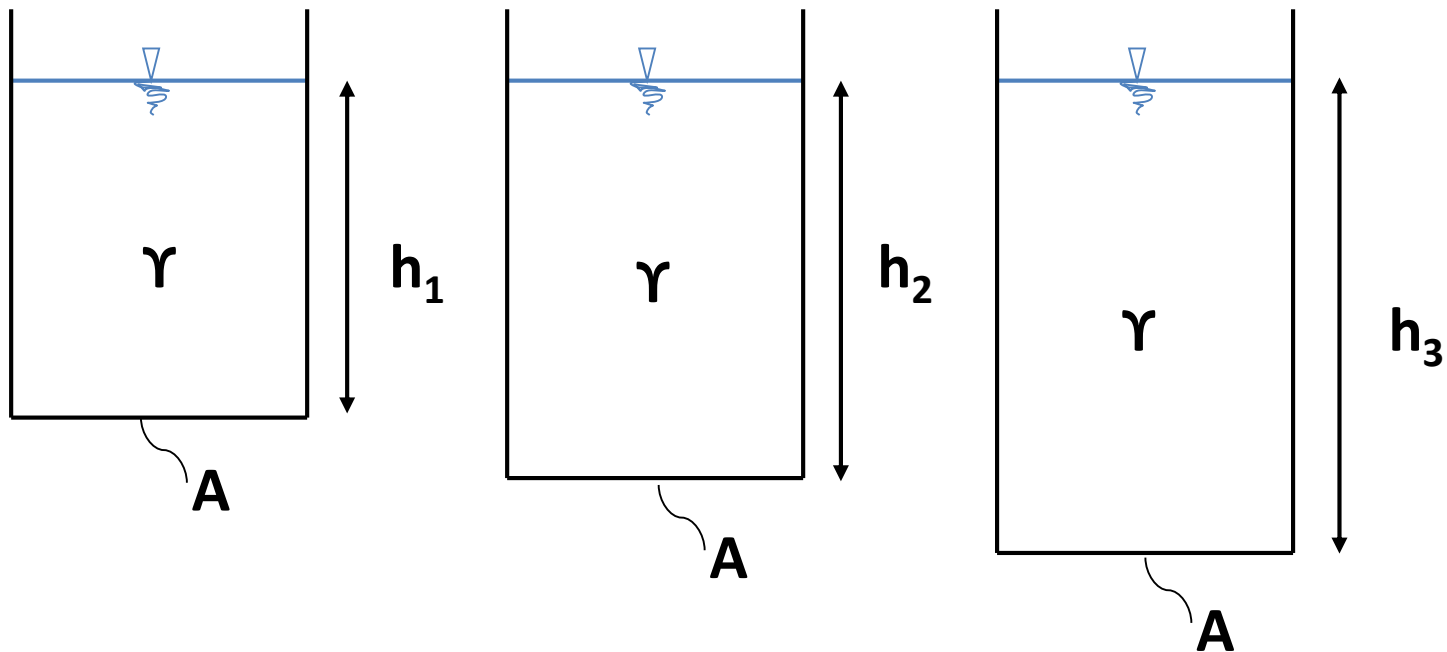
Satuan Tekanan

Tabel 3.1. Satuan tekanan dan faktor konversinya.

Nama satuan	Satuan	Konversi
Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
Bar	bar	$1 \text{ bar} = 0.1 \text{ Mpa}$
Tekanan atmosfer	atm	$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$
Tinggi kolom air	mH ₂ O	$1 \text{ mH}_2\text{O} = 9.807 \text{ Pa}$
Tinggi kolom air raksa	mHg	$1 \text{ mHg} = 1/0.76 \text{ atm}$
Torr	torr	$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg}$

Distribusi Tekanan pada Zat Cair Diam

- Lihat ilustrasi beberapa tangki berisi zat cair yang sama dalam keadaan diam. Kedalaman zat cair adalah h_1 , h_2 , dan h_3 . Luas dasar semua tangki adalah sama yaitu A .



Distribusi Tekanan pada Zat Cair Diam

- Tekanan p hanya tergantung pada variabel h (kedalaman zat cair) $\rightarrow p = f(h)$, ditulis dalam bentuk:

$$p = \gamma h \text{ atau } p = \rho g h$$

- Tekanan p disebut dengan tekanan hidrostatik
- Apabila di atas permukaan zat cair terdapat tekanan p_0 maka tekanan yang bekerja pada dasar tangki adalah:

$$p = \gamma h + p_0 \text{ atau } p = \rho g h + p_0$$

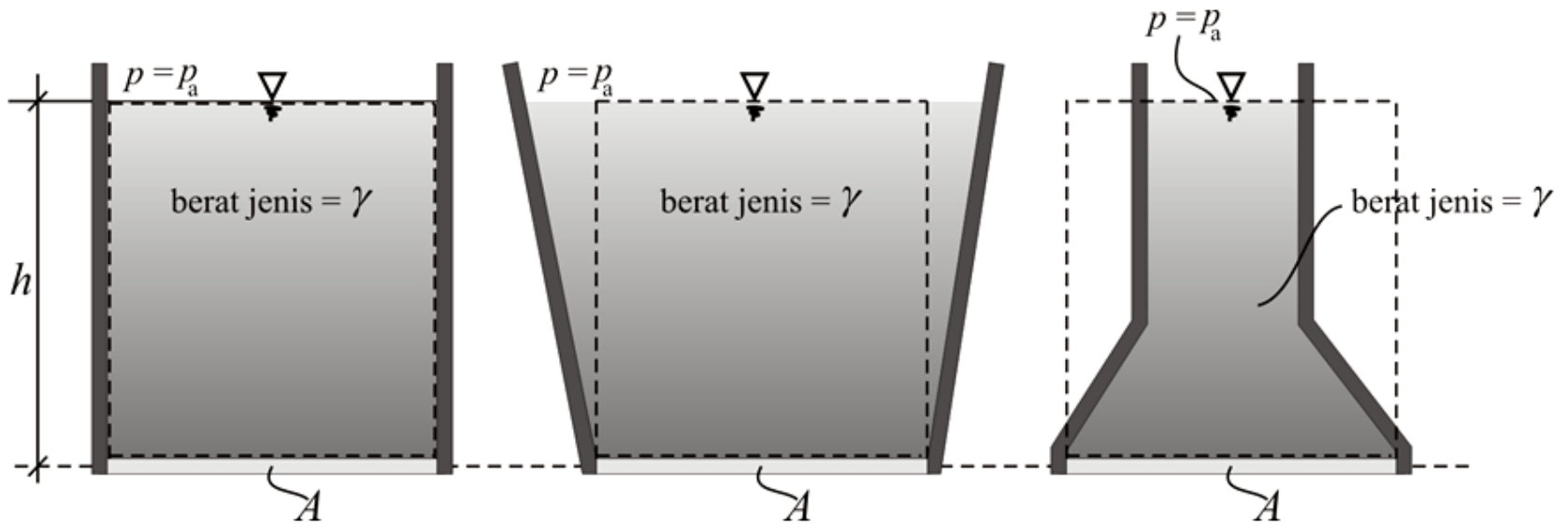
- Apabila permukaan zat cair terbuka ke udara luar, tekanan di atas zat cair adalah tekanan atmosfer, $p_0 = p_a$ sehingga tekanan absolut adalah:

$$p = \gamma h + p_a \text{ atau } p = \rho g h + p_a$$

- Untuk tekanan relatif atau terukur, $p_a = 0$ sehingga :

$$p = \gamma h \text{ atau } p = \rho g h$$

Tekanan pada Dasar



Gambar 3.9. Gaya tekanan pada dasar bejana dengan bentuk berbeda

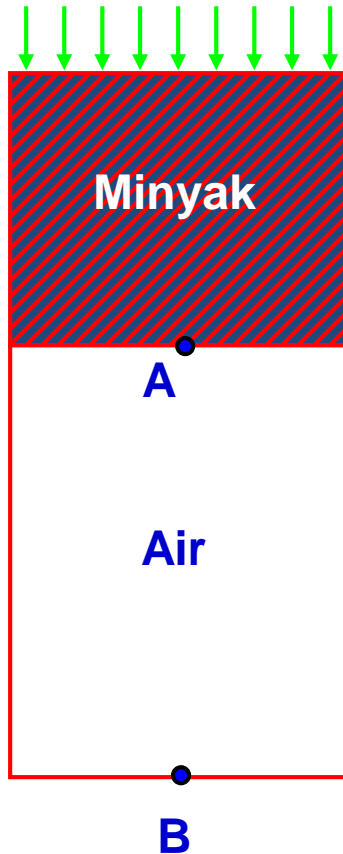
Soal 1

Tangki dengan ukuran panjang x lebar x tinggi (LBH) = 4 m x 2 m x 2 m diisi air sedalam 1,5 m. Hitung dan gambar distribusi tekanan pada dinding tangki. Hitung pula gaya yang bekerja pada dinding dalam arah panjang dan lebar serta pada dasar tangki.

Soal 2

Suatu tangki dengan panjang 2,5 m, lebar 2 m dan tinggi 2 m diisi air sampai pada ketinggian 1,25 m dan sisanya diisi minyak sampai penuh dengan rapat relatif $S = 0,9$. Tangki tersebut terbuka ke udara luar. Hitung dan gambar distribusi tekanan pada dinding dan dasar tangki. Hitung gaya tekanan yang bekerja pada sisi arah panjang dan lebar serta dasar tangki!

Soal 4



Silinder

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$A = 5 \text{ cm}^2$$

$$S_m = 0,8$$

$$P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$$

HITUNG

Tekanan terukur dan absolut pada :

- Dasar tabung dalam SI dan tinggi air & minyak

Tekanan dalam Tinggi Kolom Zat Cair

Menurut persamaan hidrostatis, tekanan di dalam zat cair diam pada suatu titik dengan kedalaman h dari muka zat cair adalah (Persamaan 3.21):

$$p = \gamma h + p_a$$

Biasanya untuk mengukur tekanan digunakan tekanan atmosfer sebagai referensi, sehingga, tekanan atmosfer, p_a , didefinisikan sama dengan nol,

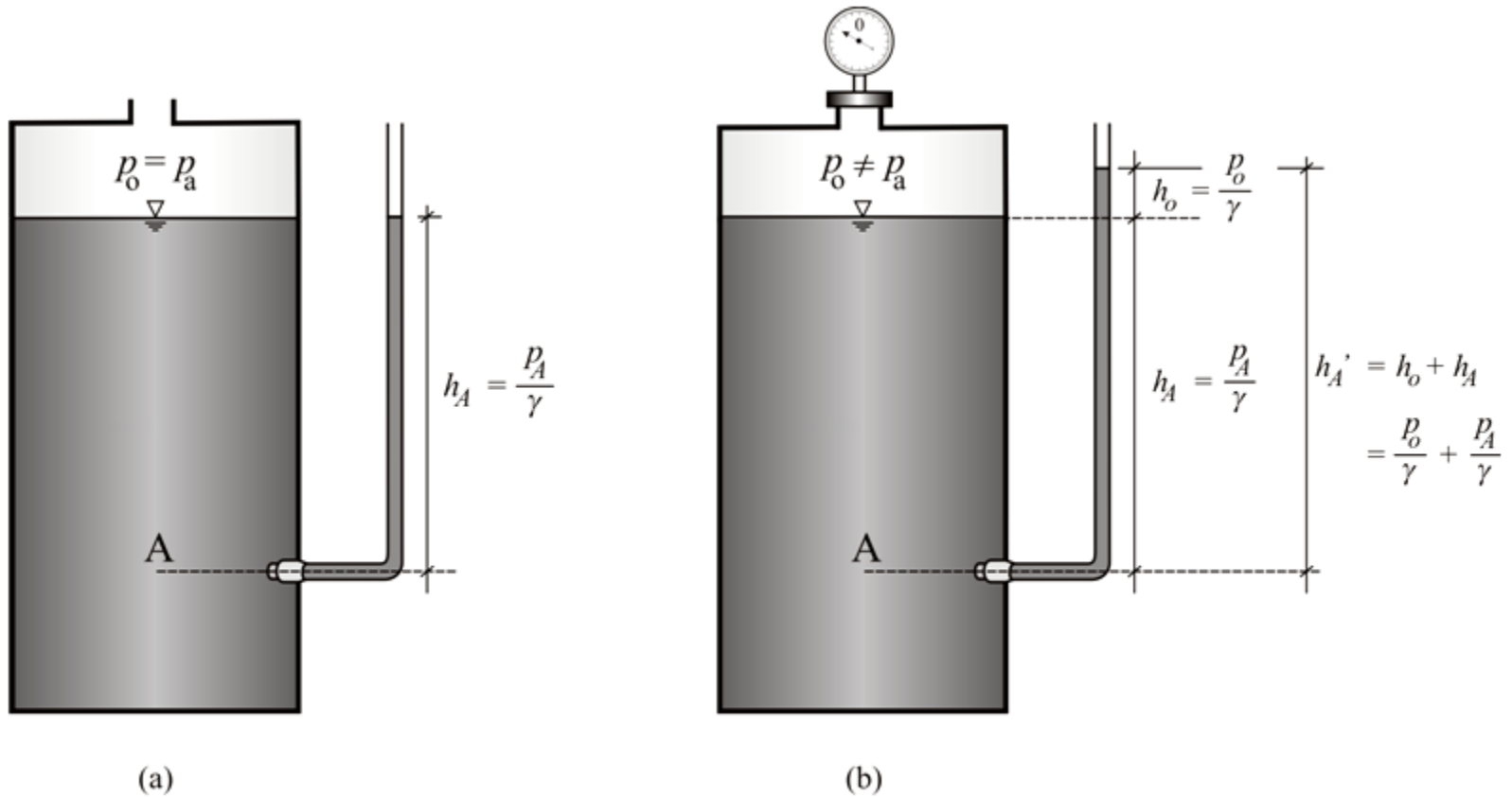
$$p = \gamma h$$

Persamaan di atas dapat juga ditulis sebagai:

$$h = \frac{p}{\gamma} \quad \text{atau} \quad h = \frac{p}{\rho g} \quad (3.27)$$

dimana h biasa disebut sebagai *tinggi tekanan*, yang mempunyai arti penting dalam mekanika fluida dan hidraulika. Tinggi tekanan h menunjukkan kedalaman zat cair yang diperlukan oleh zat cair dengan berat jenis γ (rapat massa ρ) untuk menghasilkan tekanan sebesar p .

Tekanan dalam Tinggi Kolom Zat Cair

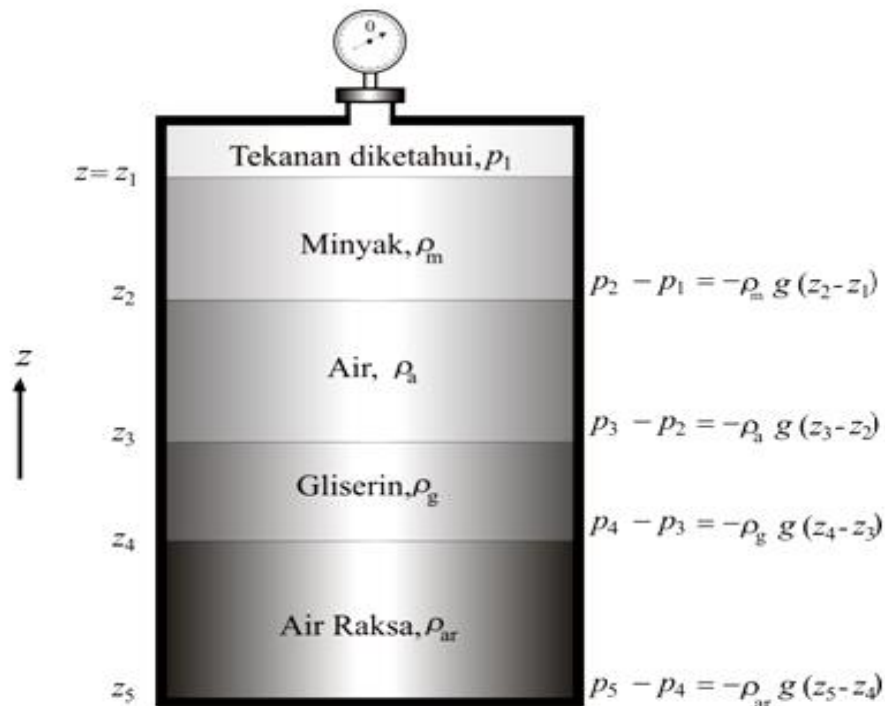


Gambar 3.10. Tekanan dalam tinggi kolom zat cair

Tekanan dalam Tinggi Kolom Zat Cair

$$p_5 - p_1 = -\gamma_m |z_2 - z_1| - \gamma_a |z_3 - z_2| - \gamma_g |z_4 - z_3| - \gamma_{ar} |z_5 - z_4| \quad \text{atau}$$

$$p_5 = p_1 + \gamma_m |z_1 - z_2| + \gamma_a |z_2 - z_3| + \gamma_g |z_3 - z_4| + \gamma_{ar} |z_4 - z_5| \quad (3.32)$$



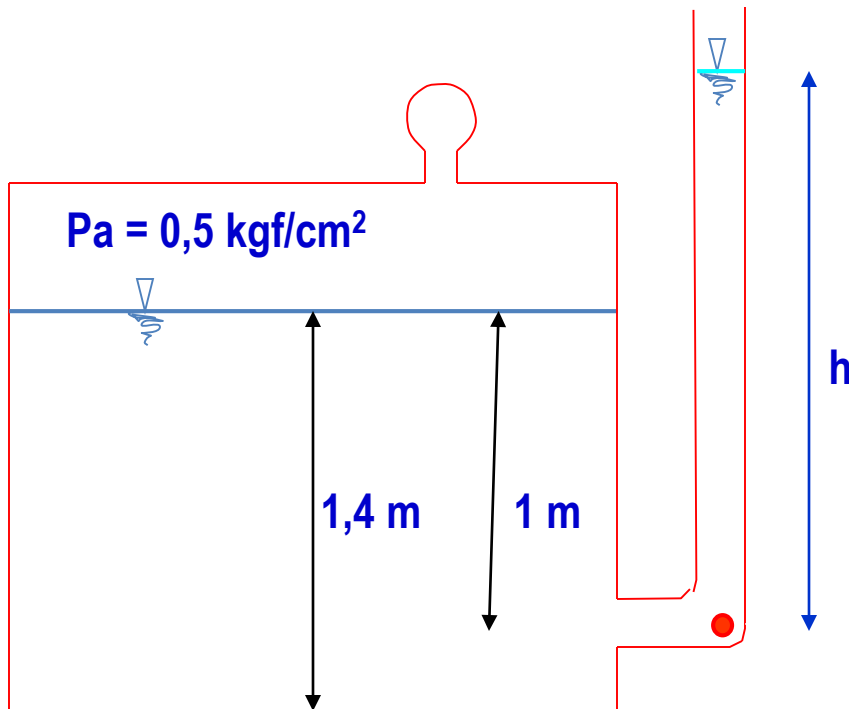
Gambar 3.11. Perbedaan tekanan pada beberapa lapisan zat cair

Soal 3

Hitung tinggi kolom zat cair dengan rapat relatif $S = 0,8$ yang menyebabkan tekanan sebesar 5 N/cm^2 .

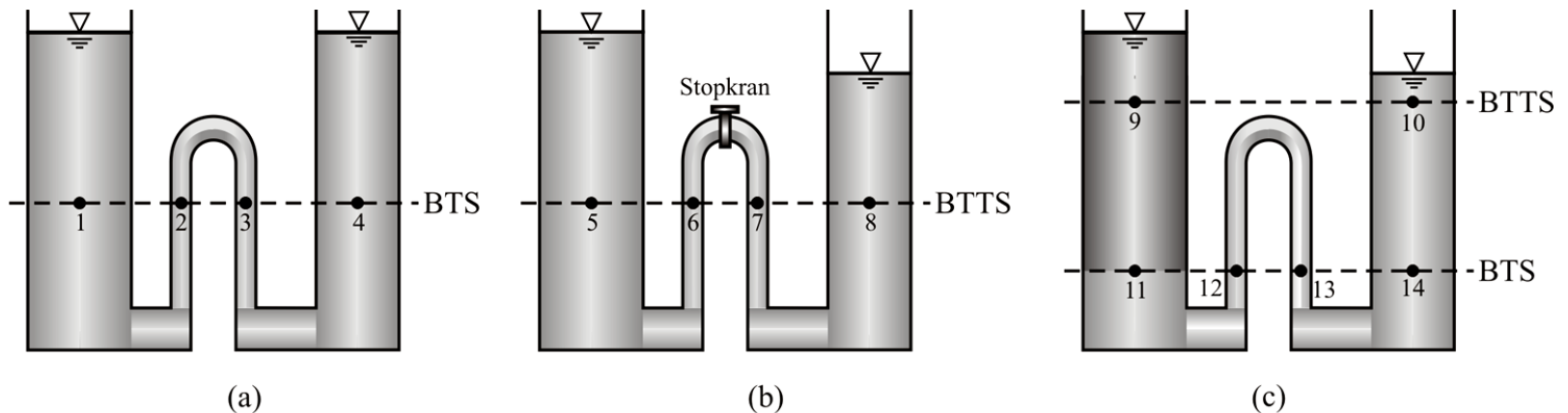
Tangki tertutup berisi zat cair ($s = 0,8$) mengalami tekanan. Tekanan di atas permukaan z.c. adalah, $P_0 = 0,5 \text{ kgf/cm}^2$.

Hitung : (i) tekanan pd dasar tangki
(ii) tinggi kolom zat cair dlm tabung vertikal



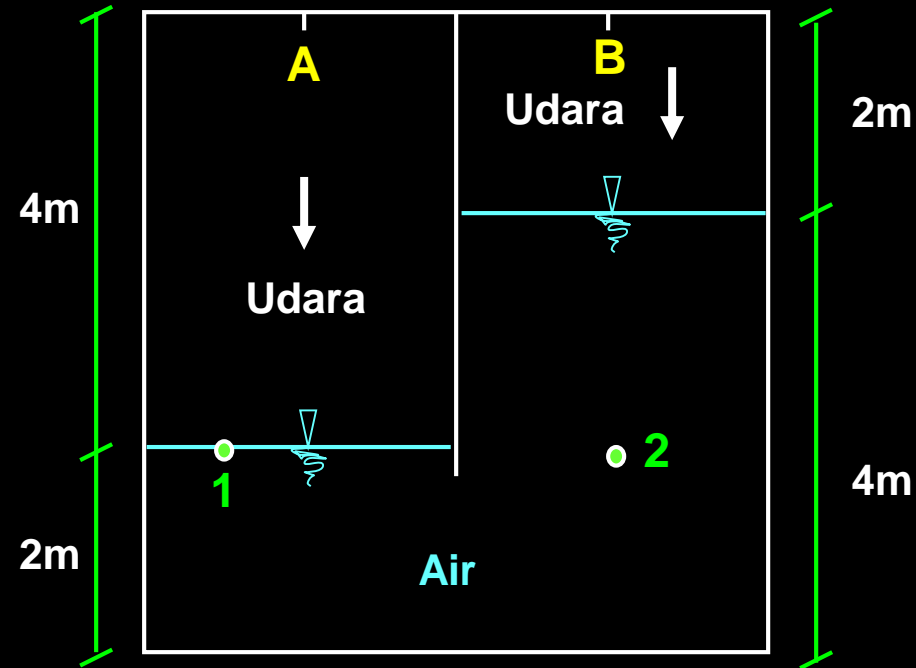
Manometer

Konsep tekanan hidrostatis, pada zat cair homogen yang berada dalam kondisi keseimbangan, tekanan pada sembarang titik pada bidang horizontal adalah sama.



Ket : BTS = Bidang dengan Tekanan Sama
BTTS = Bidang dengan Tekanan Tidak Sama

Soal:



$$\gamma_{\text{air}} = 9810 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_{\text{udara}} = 11,8 \text{ N/m}^3$$

Diketahui tekanan di titik A, $P_A = 90000 \text{ Pa}$.

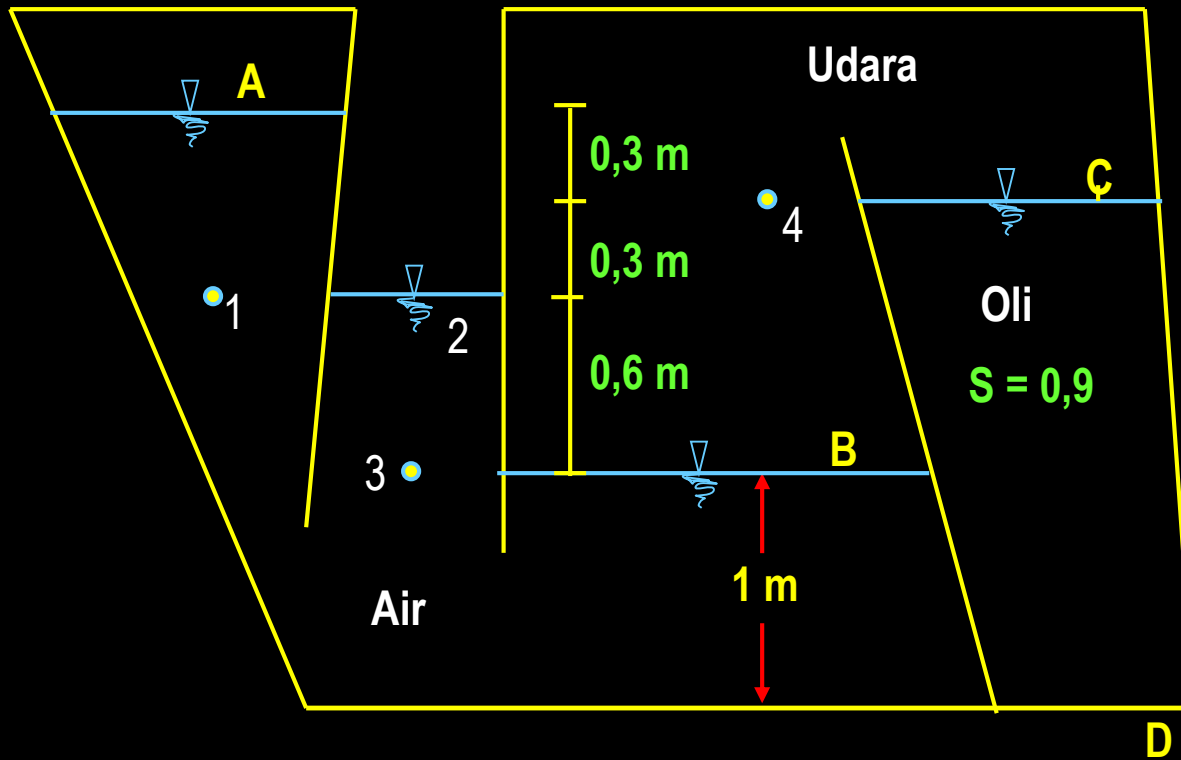
Tentukan tekanan di titik B bila :

(i) Berat kolom udara tidak diabaikan

(ii) Berat kolom udara diabaikan

$$\begin{aligned} P_A &= 90000 \text{ Pa} \\ &= 9 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Soal:



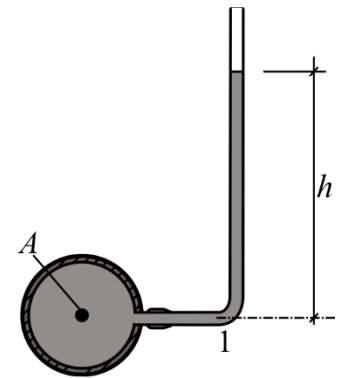
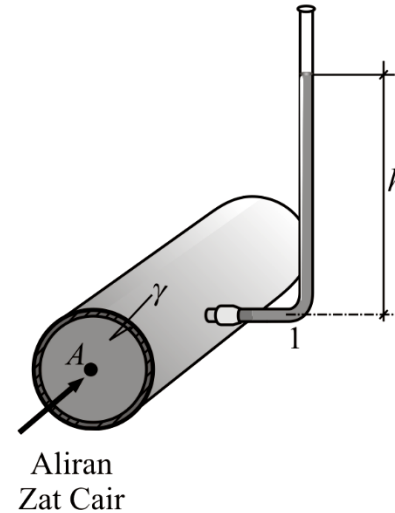
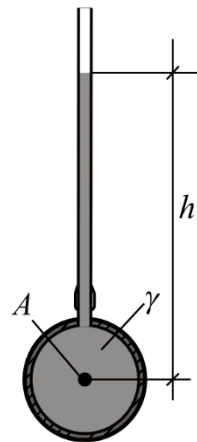
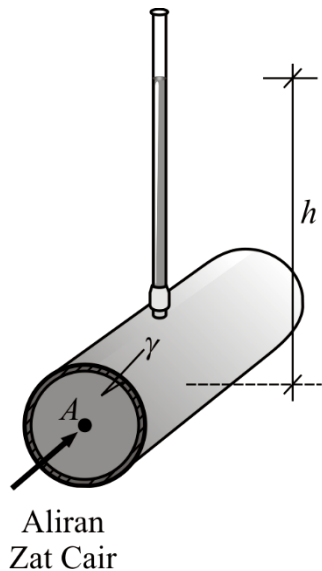
Tentukan tekanan di titik A, B, C, D bila dianggap berat kolom udara dapat diabaikan

$$\gamma_{\text{air}} = 9810 \text{ N/m}^3$$

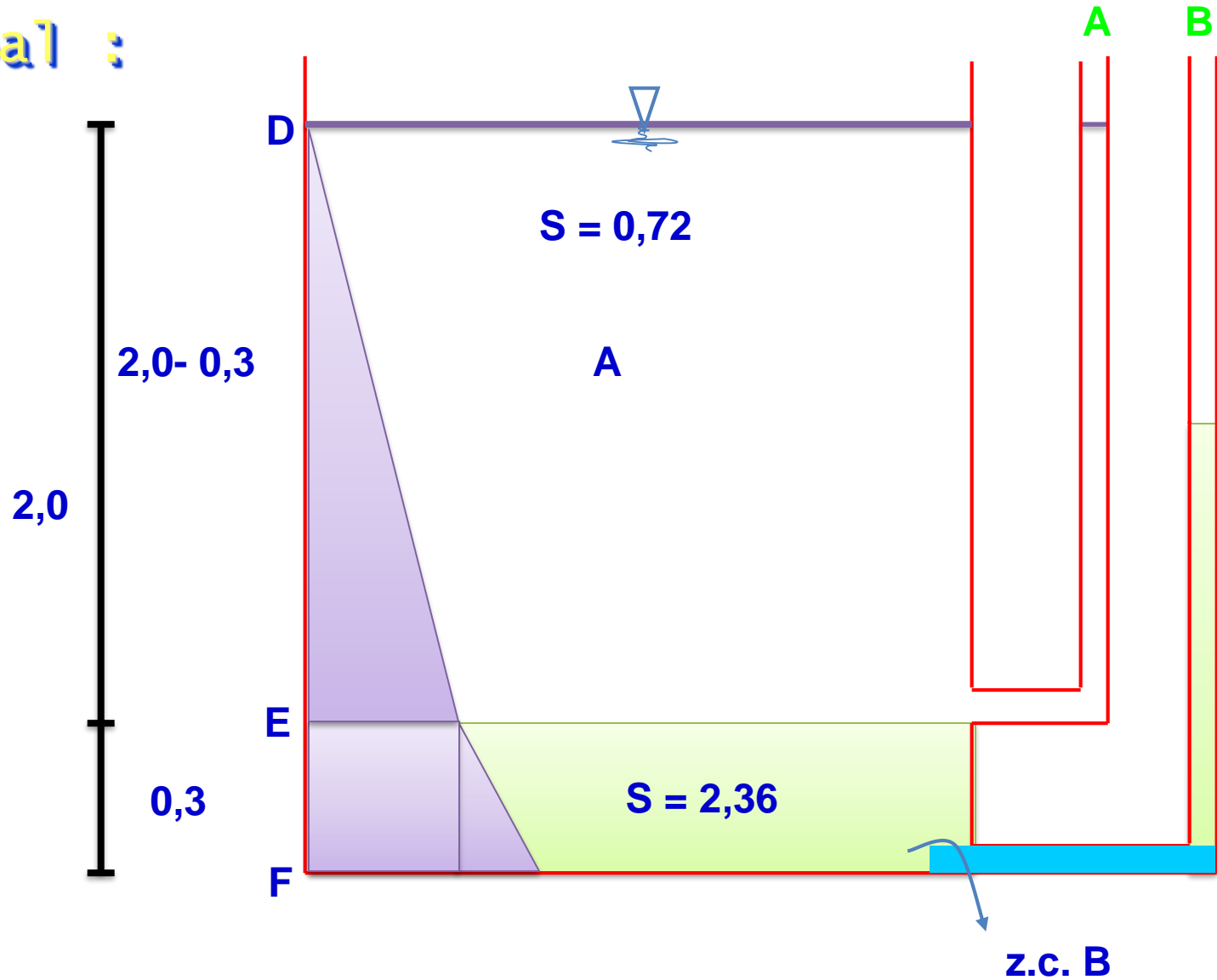
$$\gamma_{\text{oli}} = 0,9 \times 9810 = 8829 \text{ N/m}^3$$

Piezometer

Piezometer adalah merupakan jenis manometer paling sederhana, yang terdiri dari sebuah tabung vertikal terbuka yang dihubungkan dengan suatu ruang (pipa, tangki atau bejana) dimana tekanannya akan diukur.



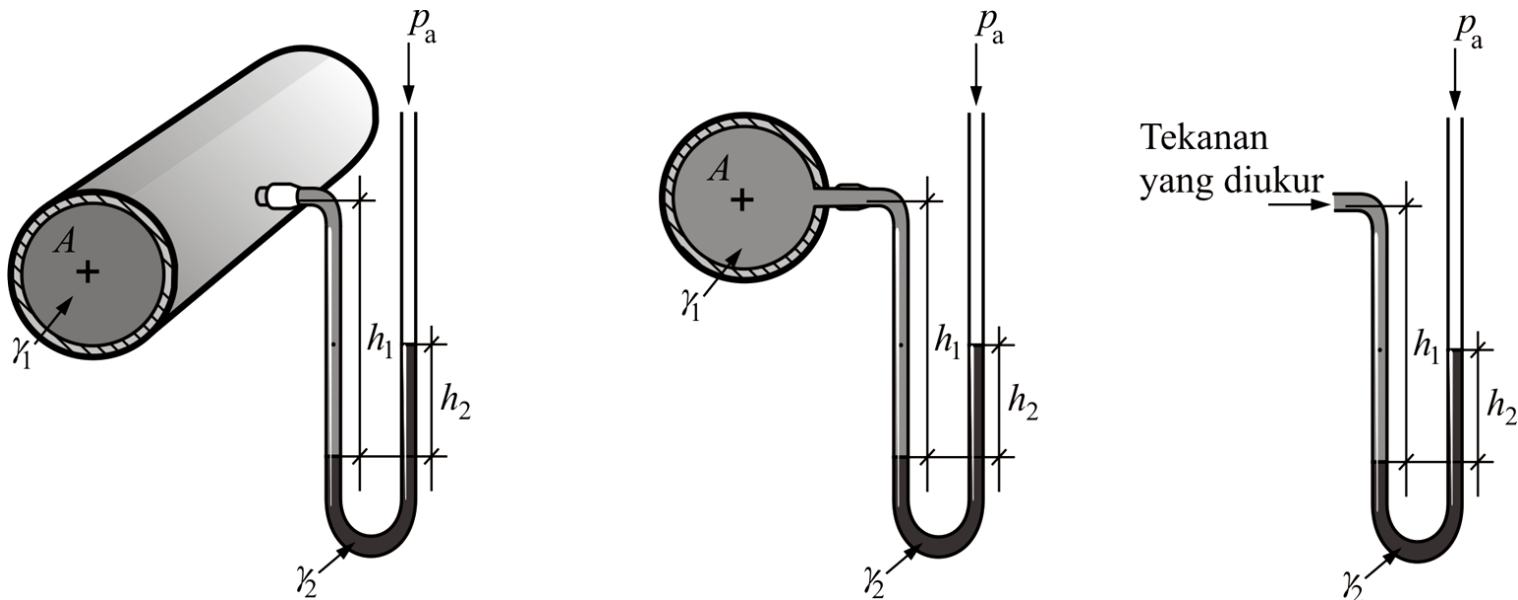
Soal :



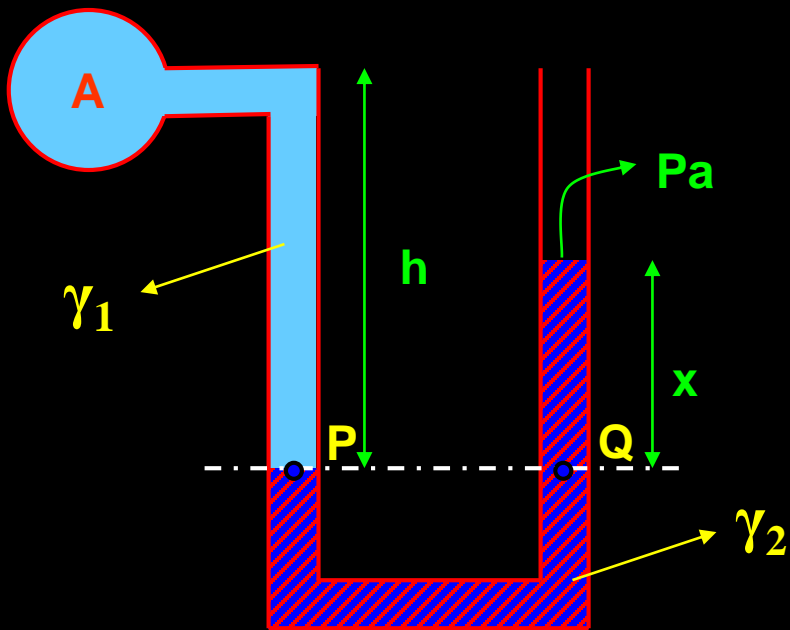
1. Elevasi z.c. pada piezometer A
2. Elevasi z.c. pada piezometer B
3. Tekanan dasar & dinding

Manometer Tabung U

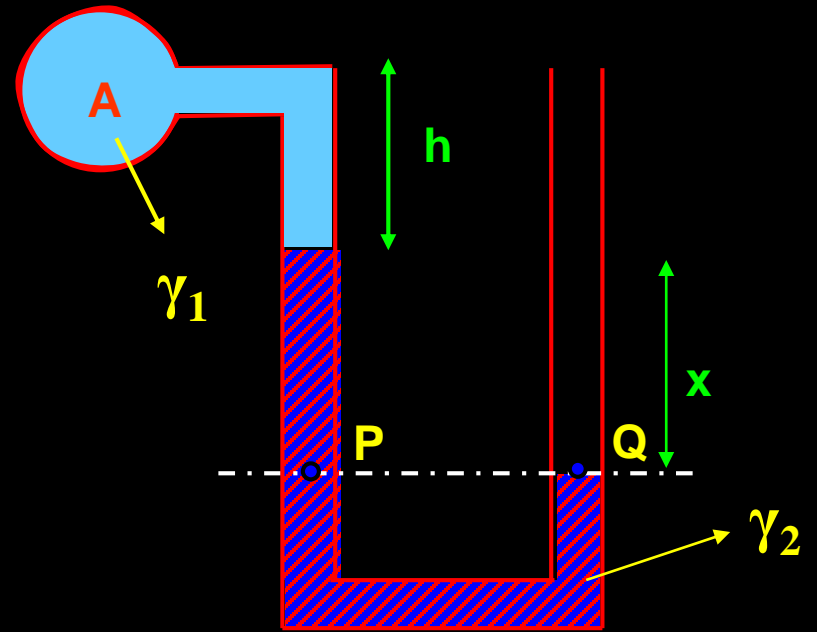
Manometer tabung U terdiri dari sebuah (atau beberapa) tabung yang dibuat dengan bentuk menyerupai huruf U.



ILUSTRASI



$P_A > P_{atm}$



$P_A < P_{atm}$

Manometer Tabung U

Pada kondisi tekanan di dalam pipa (titik A) lebih besar dari tekanan atmosfer, muka zat cair manometer di dalam kaki tabung manometer sebelah kiri lebih rendah dari muka zat cair di dalam kaki tabung sebelah kanan (Gambar 3.17); pada kondisi ini berlaku:

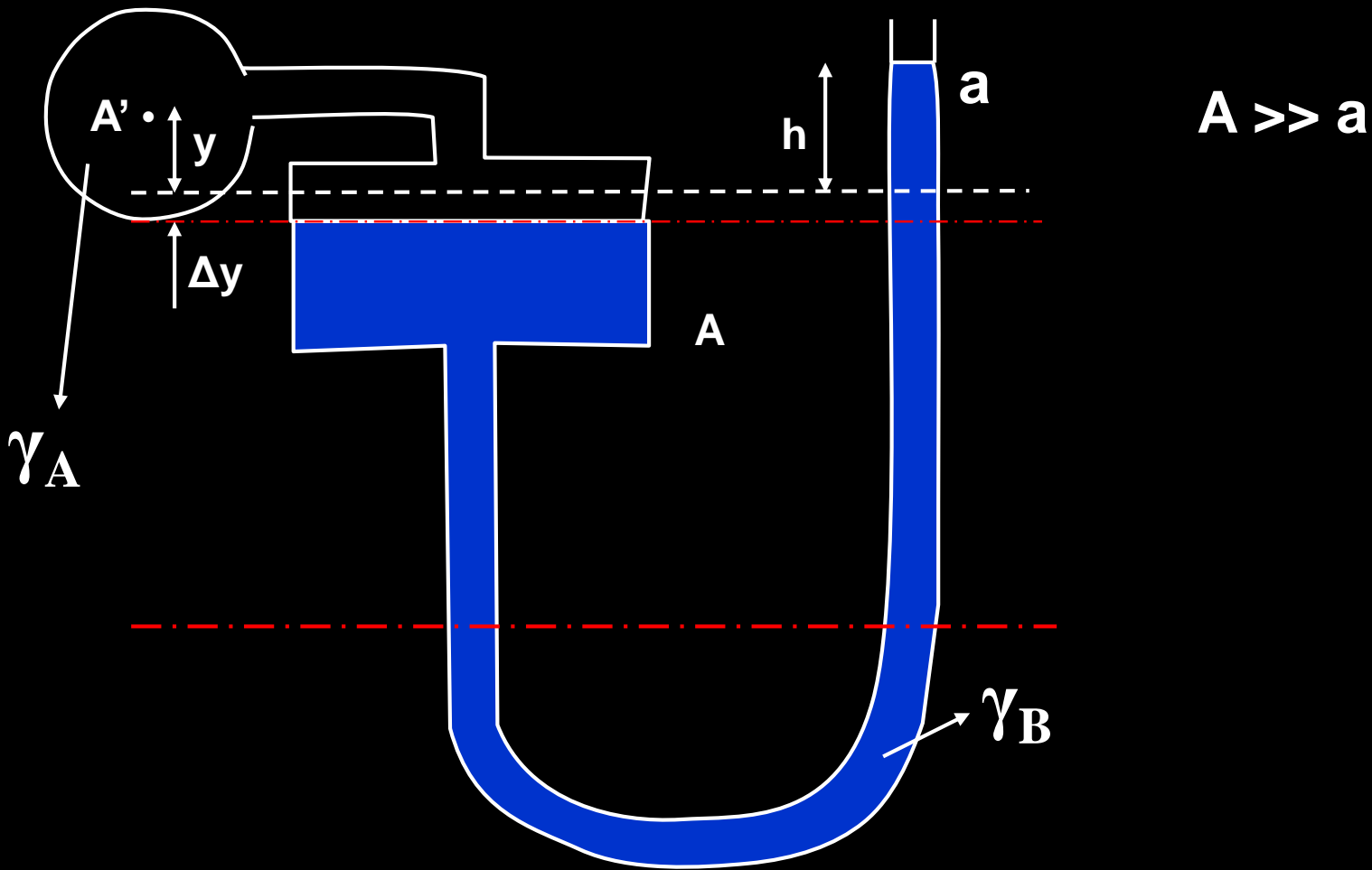
$$p_1 = p_A$$

$$p_2 = p_3$$

$$p_1 + \gamma_1 h_1 = p_a + \gamma_2 h_2$$

dengan p_a adalah tekanan atmosfer. Persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk:

$$p_A = p_a + \gamma_2 h_2 - \gamma_1 h_1 \quad (3.39)$$



⊙ salah satu kaki manometer berupa : tangki dg luas
tampang (A) \gg tabung (a)

⊙ Pembacaan pada suatu tabung

$$A. \Delta y = a.h$$

Tekanan 1 = Tekanan 2

$$\gamma_A (y + \Delta y) + P_{A'} = \gamma_B (h + \Delta y)$$

$$\gamma_A \left(y + \frac{a}{A} h \right) + P_{A'} = \gamma_B \left(h + \frac{a}{A} h \right)$$

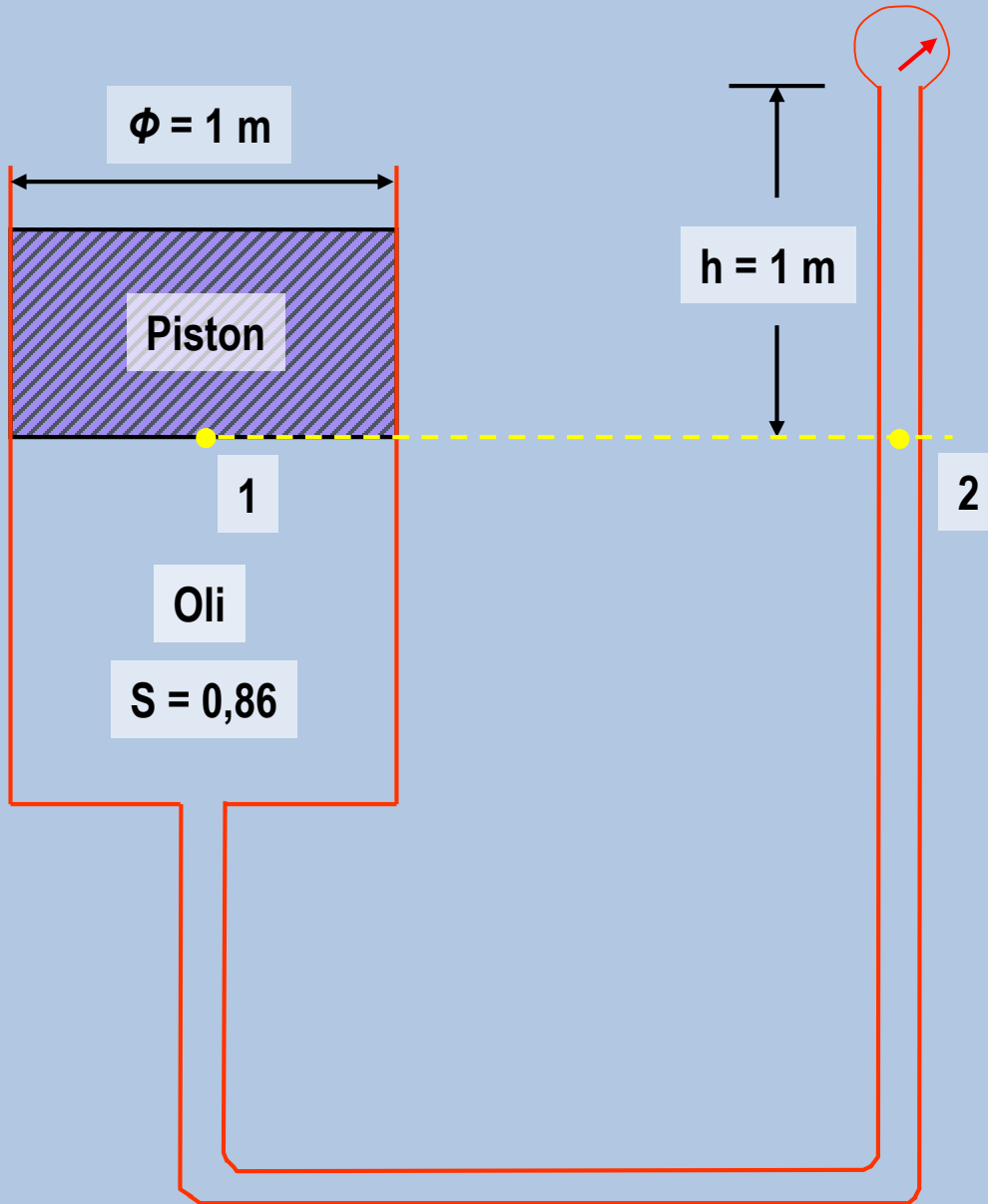
$$P_{A'} = \gamma_B \left(h + \frac{a}{A} h \right) - \gamma_A \left(y + \frac{a}{A} h \right)$$

A, a, y, γ_A & γ_B → diketahui

⇒ yang dibaca h

Bila $\frac{a}{A} \ll 1 \rightarrow 0 \rightarrow \Delta y \approx 0$

$$P_A = \gamma_B .h - \gamma_A .y$$



Ditanyakan

Berapa berat piston ?

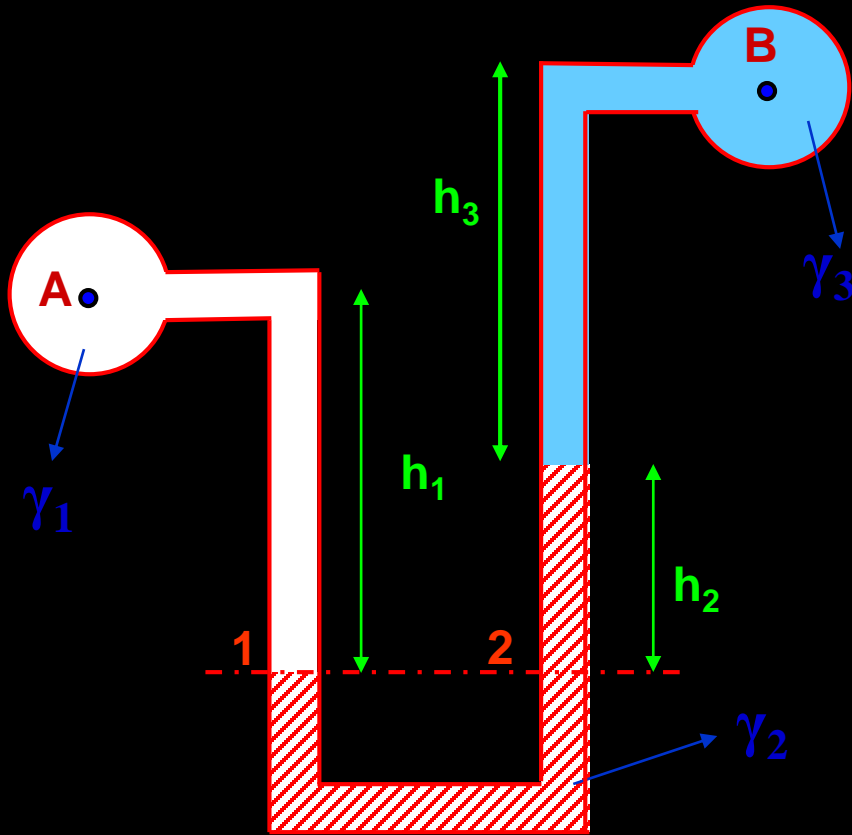
Bila pembacaan tekanan

$$P = 70 \text{ k Pa}$$

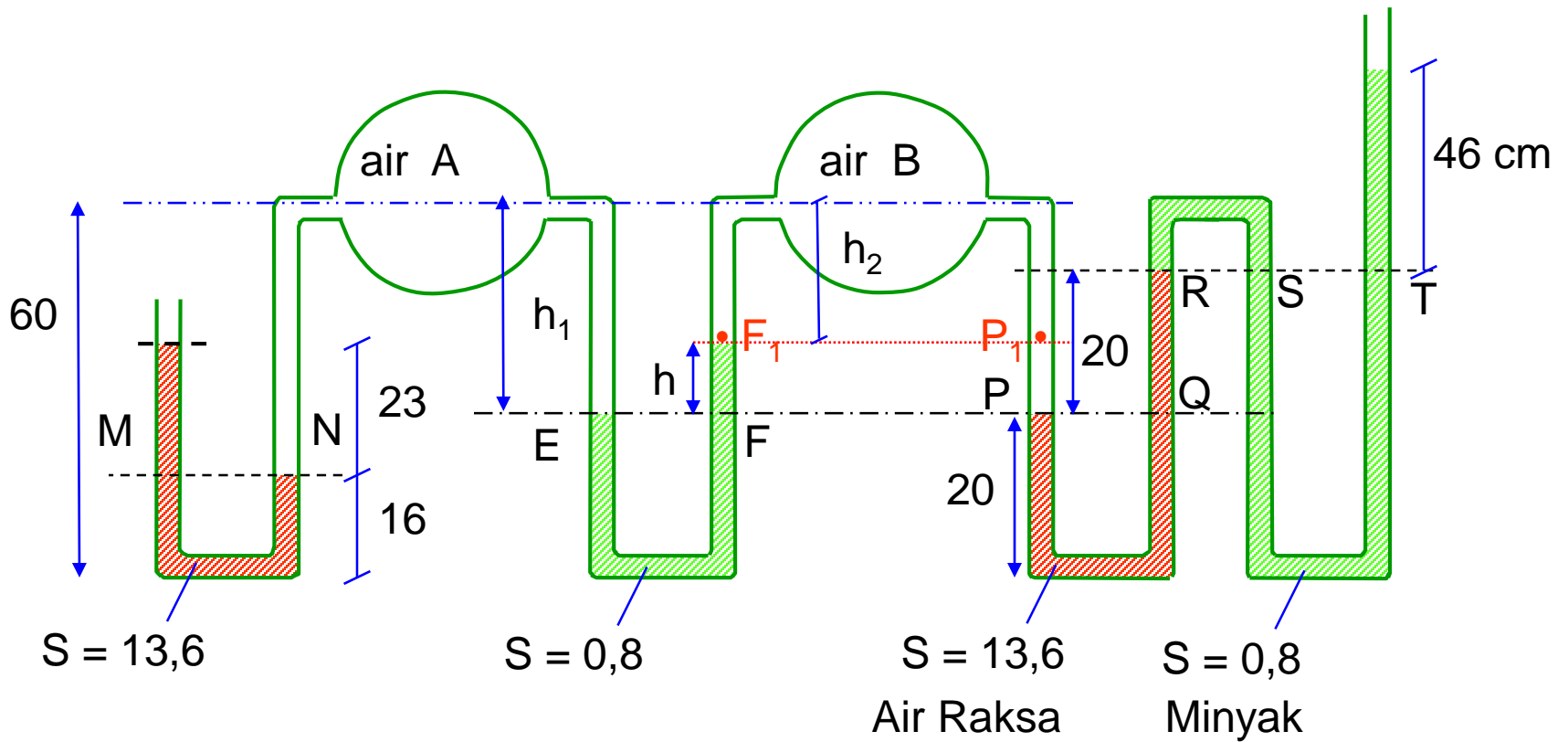
$$= 70 \text{ k N/m}^2$$

Jawab

⊙ MANOMETER DIFFERENSIAL



- ⊙ Untuk mengukur perbedaan 2 tekanan (A & B) yang tidak diketahui besarnya

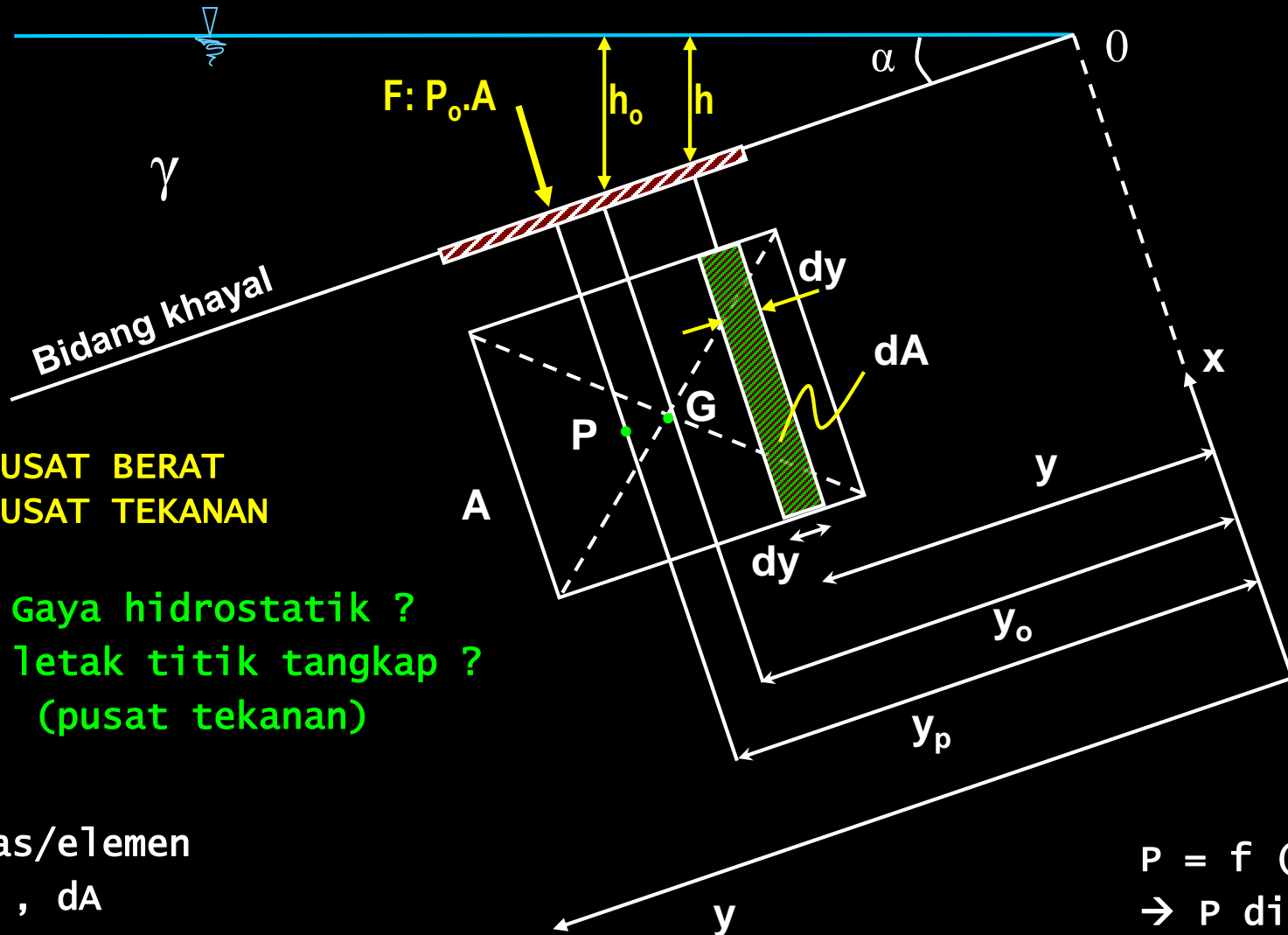


Tentukan

$h = \dots ?$

$\gamma_{\text{air}} = 13.600 \text{ kgf/m}^2$

Gaya Tekanan pada Bidang Terendam



G = PUSAT BERAT
P = PUSAT TEKINAN

-) Gaya hidrostatis ?
-) letak titik tangkap ?
 (pusat tekanan)

Pias/elemen
 dy, dA

$P = f(h)$
 $\rightarrow P$ dibawah G

GAYA TEKANAN PADA PIAS

$$\begin{aligned}dF &= p \cdot dA \\dF &= h \cdot \gamma \cdot dA\end{aligned}$$

Karena

$$h = y \sin \alpha$$

$$dF = y \cdot \sin \alpha \cdot \gamma \cdot dA \quad \rightarrow \quad F = \int_A dF$$

$$F = \int \gamma \sin \alpha \cdot y \cdot dA$$

$$F = \gamma \sin \alpha \int y \, dA$$

Momen statis bidang A terhadap sumbu x

$$\Rightarrow A \cdot y_0 = \int y \, dA = S$$

$$F = \gamma \sin \alpha \cdot A \cdot y_0 = \gamma \cdot h_0 \cdot A$$

$$F = P_0 \cdot A$$

P_0 : tekanan hidrostatis pada pusat berat bidang

Gaya Hidrostatik

- Luas Bidang x Tekanan pada pusat berat yang bekerja tegak lurus dengan bidang → bekerja pada pusat tekanan
- Misal Gaya hidrostatik bekerja pada pusat tekanan yang berjarak y_p dari sumbu x (titik o)
- Momen dari gaya hidrostatik terhadap o = jumlah momen dari gaya tekanan pada seluruh luasan terhadap titik o

$$F \cdot y_p = \int_A P \cdot dA \cdot y = \int_A \gamma \cdot h \cdot dA \cdot y = \int_A \gamma \cdot y \sin \alpha \cdot dA \cdot y$$

$$F \cdot y_p = \gamma \sin \alpha \int_A y \cdot dA \cdot y = \gamma \sin \alpha \int_A y^2 \cdot dA$$

$$\gamma \sin \alpha \cdot A \cdot y_o \cdot y_p = \gamma \sin \alpha \int_A y^2 \cdot dA$$

$$y_p = \frac{\gamma \sin \alpha \int_A y^2 \cdot dA}{\gamma \sin \alpha \cdot A \cdot y_o}$$

$$y_p = \frac{\int_A y^2 \cdot dA}{A \cdot y_o}$$

$\int_A y^2 \cdot dA = I =$ momen inertia bidang A thd sumbu x

$A \cdot y_o = S =$ momen statis bidang A thd sumbu x

$$y_p = \frac{I}{S} = \frac{\int_A y^2 \cdot dA}{A \cdot y_o}$$

$$y_p = \frac{I_o + A \cdot y_o^2}{A \cdot y_o}$$

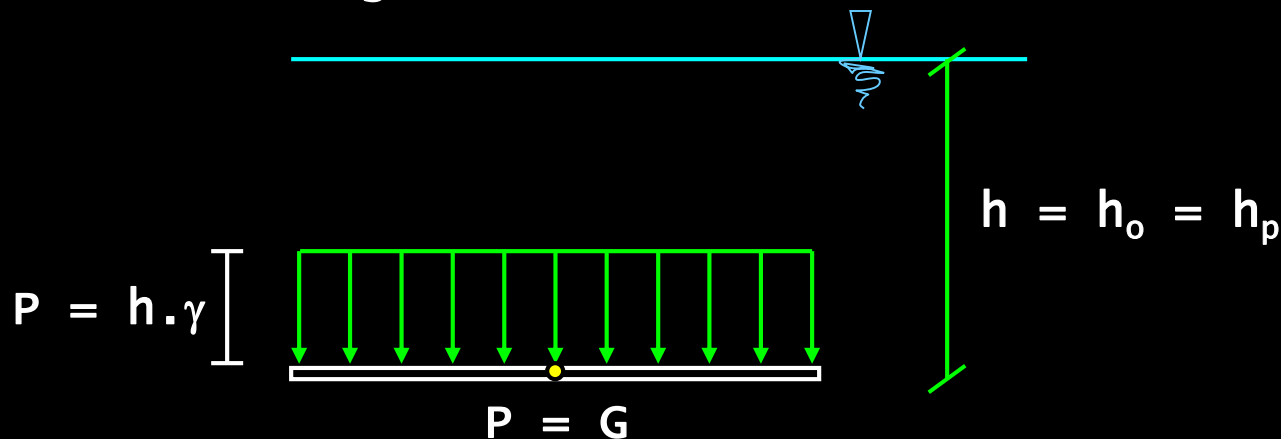
$$I = I_o + A \cdot y_o^2$$

$$y_p = y_o + \frac{I_o}{A \cdot y_o}$$

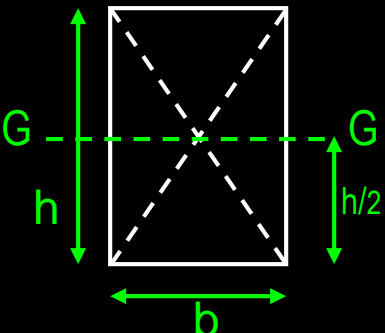
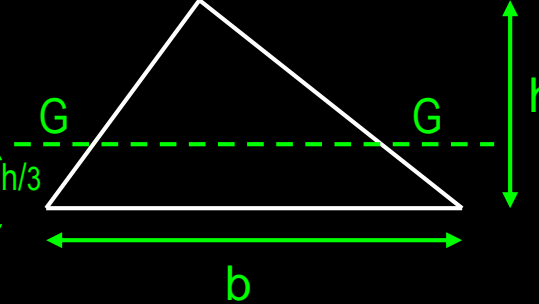
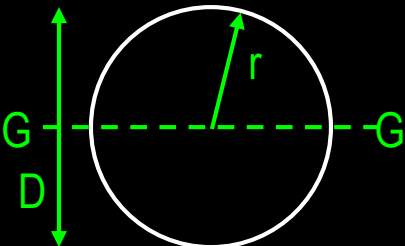
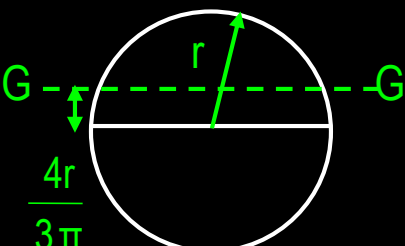
y_p = jarak searah bidang dari pusat tekanan sampai pada muka z.c.

y_o = jarak searah bidang dari pusat berat sampai pada muka z.c.

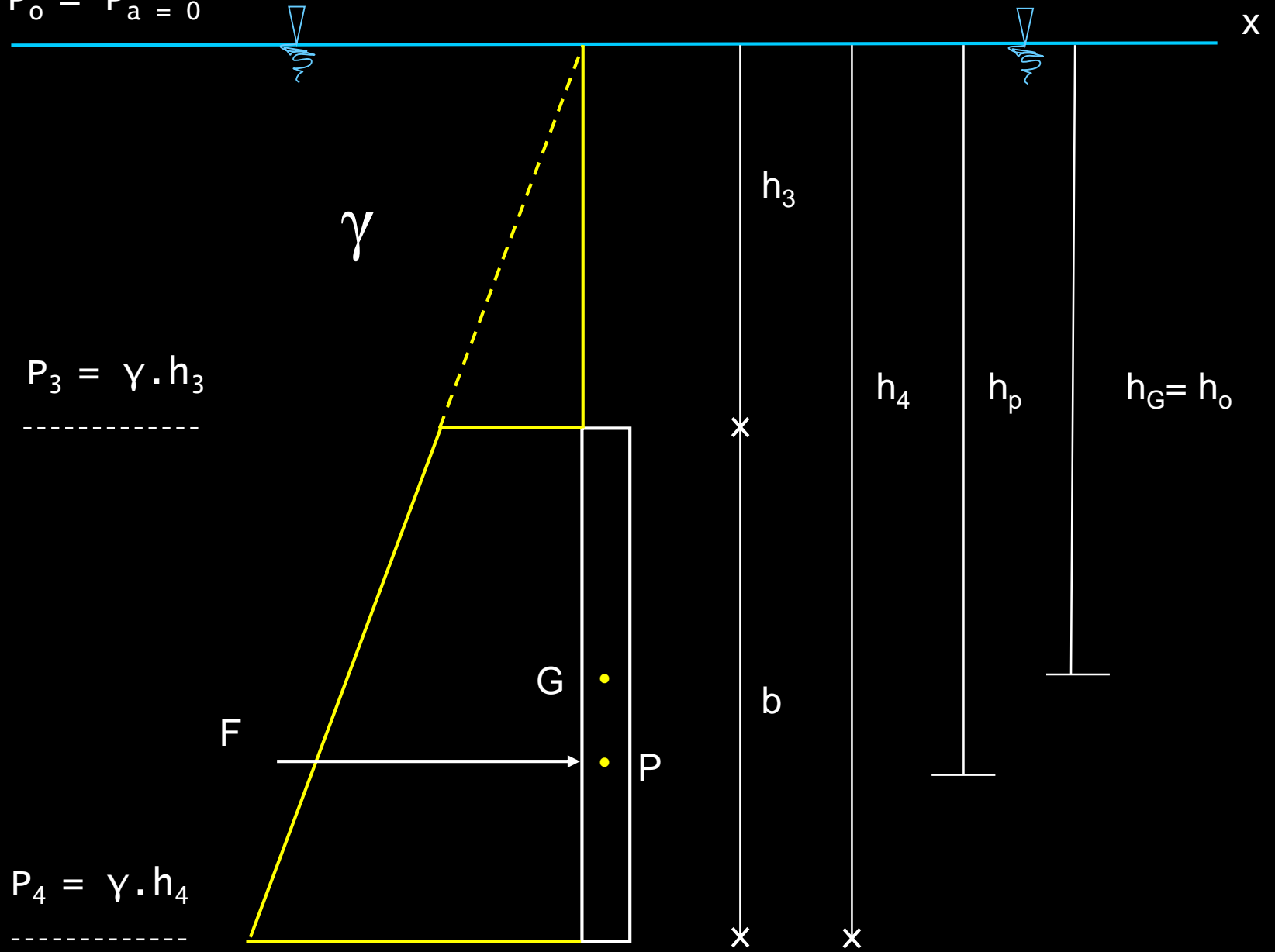
I_o = momen inertia bidang A thd sumbu yg melalui pusat berat bidang tersebut



TABEL I_o

	LUAS	PUSAT BERAT Y_o	MOMEN INERSIA I_o
	$b \cdot h$	$Y_o = \frac{1}{2} h$	$I_o = \frac{1}{12} bh^3$
	$\frac{1}{2} b \cdot h$	$Y_o = \frac{1}{3} h$	$I_o = \frac{1}{36} bh^3$
	$\frac{1}{4} \pi d^2$	$Y_o = \frac{1}{2} D$	$I_o = \frac{1}{64} \pi D^4$
	$\frac{1}{2} \pi r^2$	$Y_o = \frac{4r}{3\pi}$	$I_o = 0,1102 r^4$

$$P_o = P_a = 0$$



x

γ

$$P_3 = \gamma \cdot h_3$$

h_4

h_p

$h_G = h_o$

F

G

P

$$P_4 = \gamma \cdot h_4$$

h_3

b

Luas bidang : $A = b \cdot 1$

$$P_3 = \gamma \cdot h_3$$

$$P_4 = \gamma \cdot h_4$$

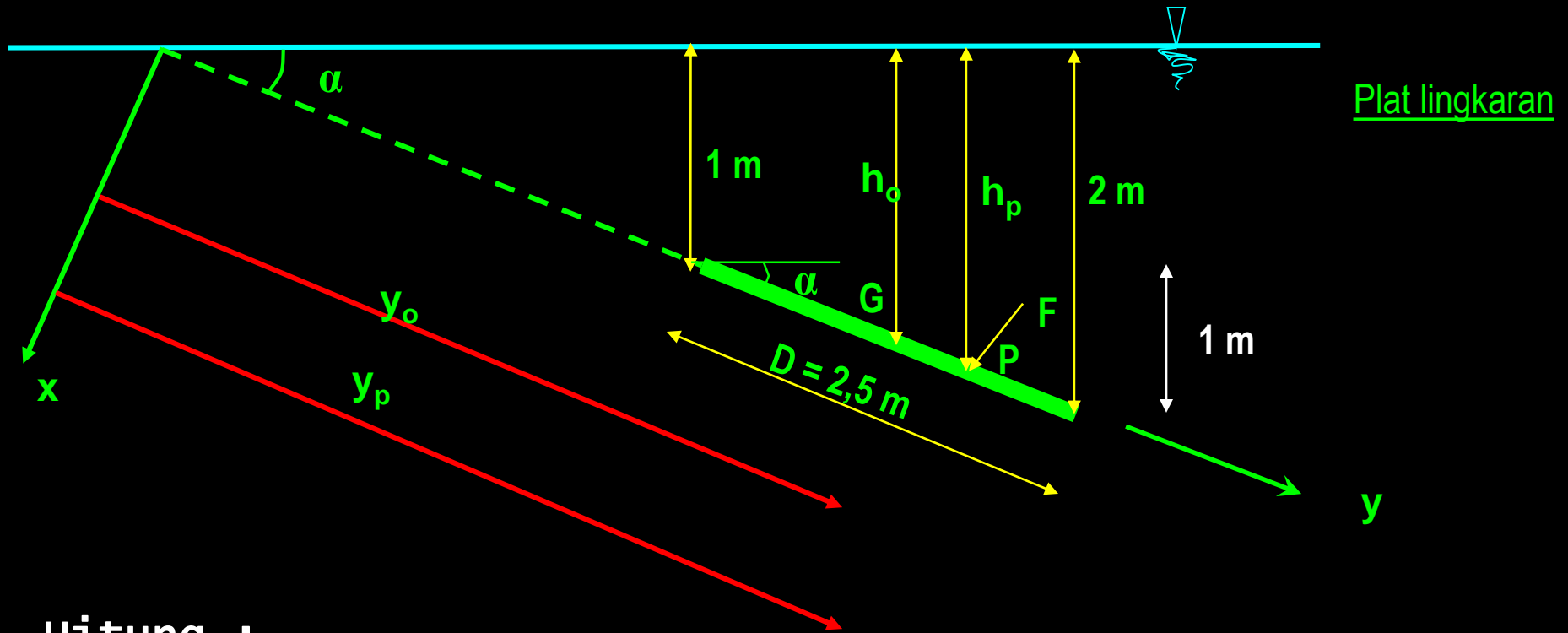
$$F = P_G \cdot A = \gamma \cdot h_G A = \gamma \left[h_3 + \frac{(h_4 - h_3)}{2} \right] A$$

$$= \gamma \left[\frac{h_3 + h_4}{2} \right] A$$

$$h_p = h_G + \frac{I_o}{A \cdot h_a}$$

$$= h_G + \frac{\frac{1}{12} \cdot 1 \cdot b^3}{b \cdot 1 \cdot h_G}$$

Contoh :



Hitung :

- Gaya hidrostatis pada plat
- Letak pusat tekanan

Jawab :

$$\sin \alpha = \frac{h_2 - h_1}{D} = \frac{2 - 1}{2,5} = 0,4 \rightarrow \alpha = 23,58^\circ$$

Pusat Berat plat ;

$$h_o = 1 + 1,25 \cdot \sin \alpha = 1,5 \text{ m}$$

$$P_o = \rho \cdot g \cdot h_o = 1000 \times 9,81 \times 1,5 = 14715 \text{ N/m}^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi 2,5^2 = 4,909 \text{ m}^2$$

$$F = P_o \cdot A = 14,715 \times 4,909 = 72,236 \text{ kN}$$

Pusat Tekanan

$$y_p = y_o + \frac{I_o}{A \cdot y_o}$$

$$* I_o = \frac{1}{64} \pi D^4 = \frac{\pi}{64} \cdot 2,5^4 = 1,9175 \text{ m}^4$$

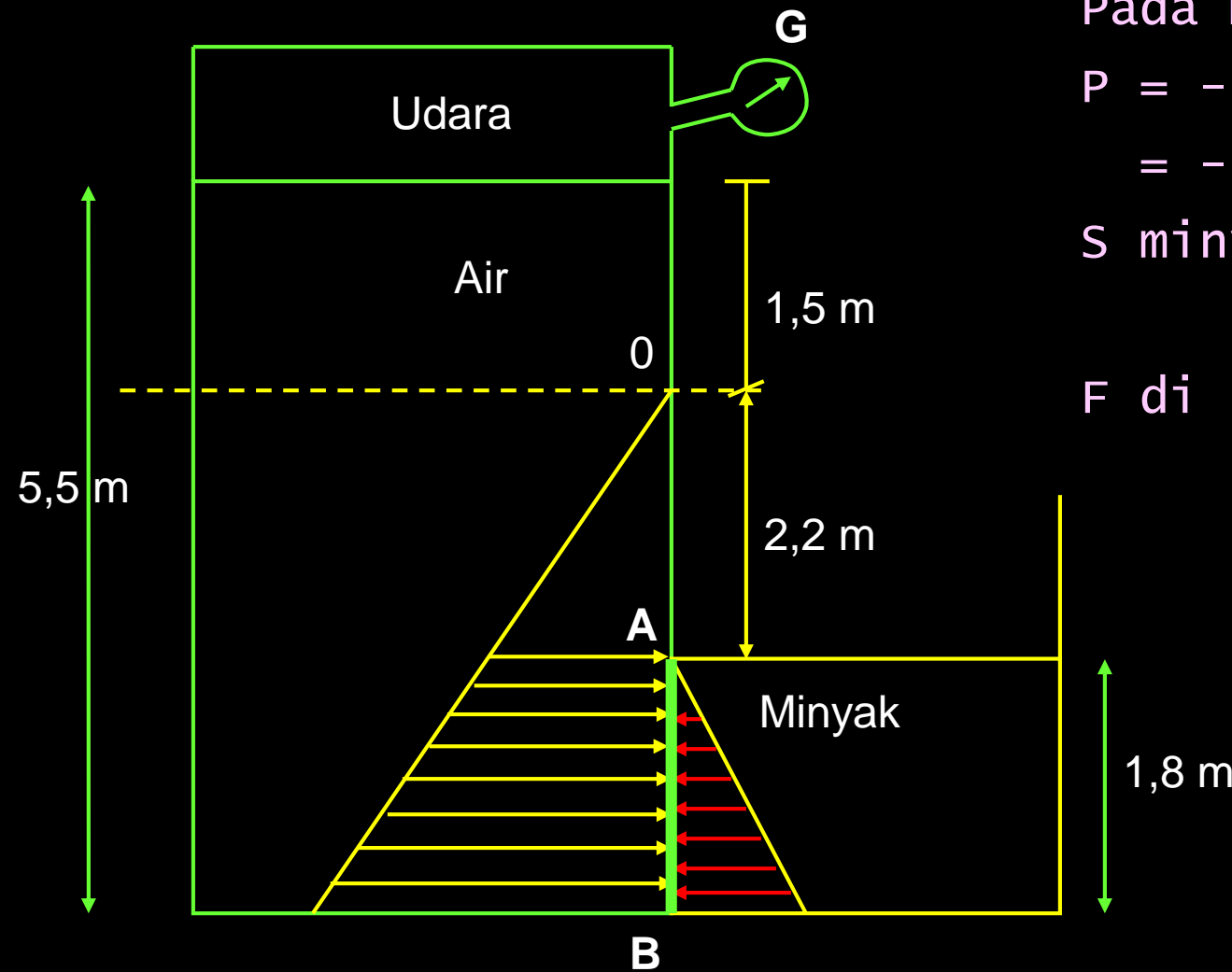
$$y_o = \frac{h_o}{\sin \alpha} = \frac{1,5}{0,4} = 3,75 \text{ m}$$

⇒ jarak pusat tekanan searah bidang tekanan

$$y_p = 3,75 + \frac{1,9175}{4,909 \times 3,75} = 3,854 \text{ m}$$

$$h_b = y_p \sin \alpha = 1,542 \text{ m}$$

Soal:



Pada meteran G

$$P = - 0,147 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$= - 0,147 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$S_{\text{minyak}} = 0,75$$

F di B = ...?

agar pintu tidak membuka

$$b = 1,2 \text{ m } (\perp \text{gbr})$$

Jawab:

Tekanan minyak

$$F_{\text{minyak}} = P_o \cdot A = \gamma \cdot h_o \cdot A$$

$$= (0,75 \times 9810) \left(\frac{1,8}{2} \right) \cdot (1,8 \times 1,2)$$

$$F_m = 14303 \text{ N}$$

jarak pusat berat Luasan s/d engsel A

$$y_{P_m} = y_o + \frac{I_o}{A \cdot y_o}$$

$$= 0,9 + \frac{\frac{1}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,8^3}{(1,2 \cdot 1,8) \cdot 0,9} = 1,2 \text{ m dr A}$$

Jawab:

Tekanan air

Pembacaan G, tekanan udara, $P = -0,147 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

→ Perlu diubah dalam tinggi air

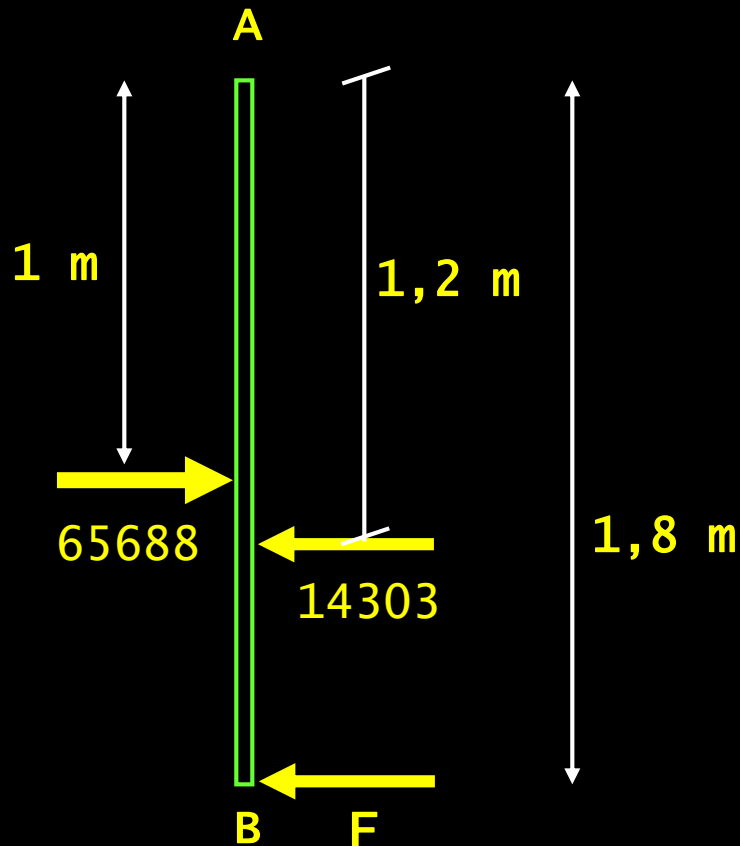
$$h = \frac{P}{\gamma_{\text{air}}} = \frac{-0,147 \cdot 10^5}{9810} = -1,5 \text{ m}$$

$$F_{\text{air}} = 9810 \left(2,2 + \frac{1,8}{2} \right) \cdot (1,8 \times 1,2) = 65688 \text{ N}$$

$$y_{\text{Pa}} = y_0 + \frac{I_0}{A \cdot y_0} = 3,1 + \frac{\frac{1}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,8^3}{(1,8 \times 1,2) \cdot 3,1} = 3,20 \text{ m dr O}$$

$$\rightarrow = 1,0 \text{ m dr A}$$

Gaya-gaya yg bekerja pada pintu



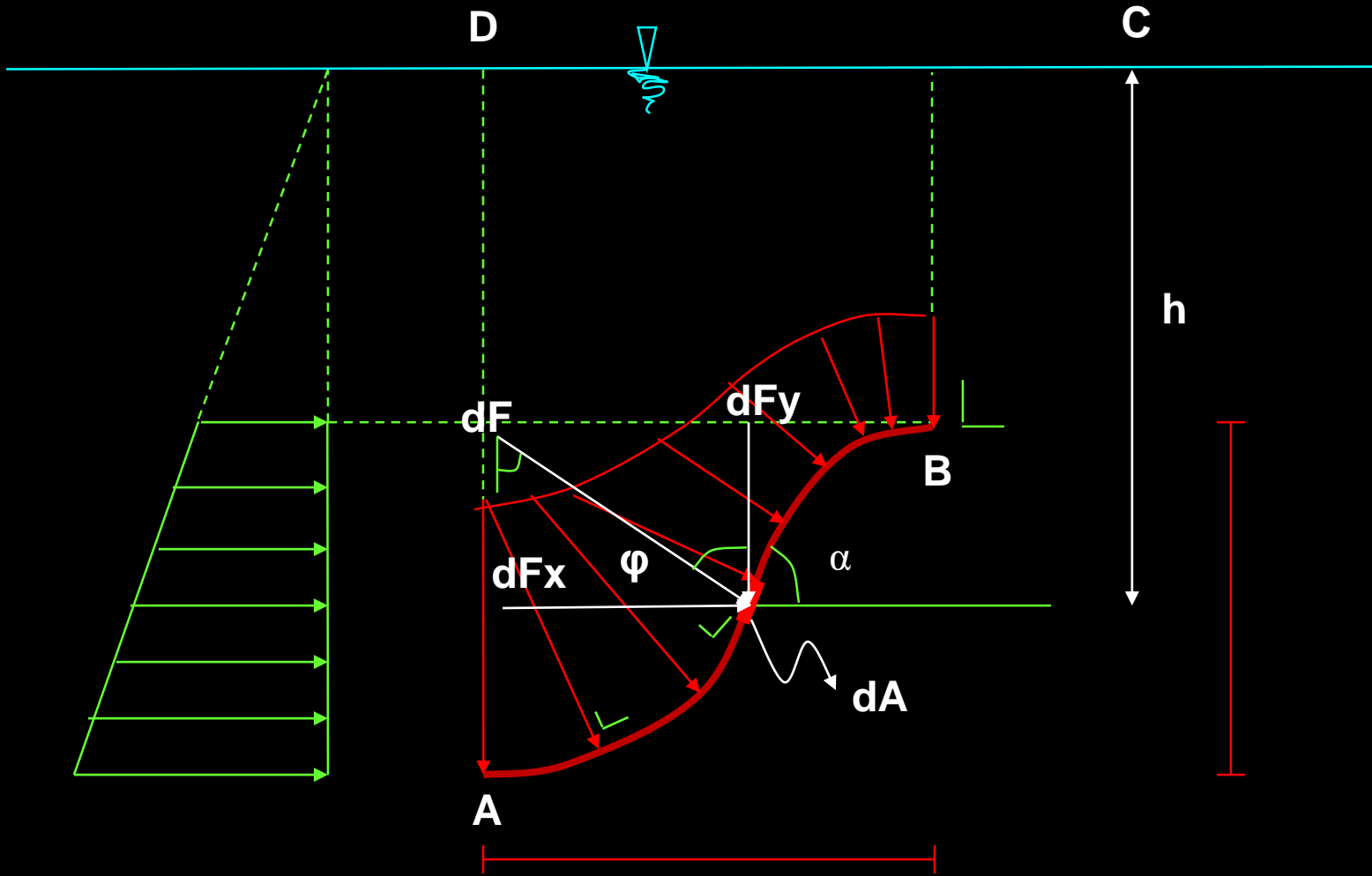
$$\Sigma M_A = 0$$

$$14303 \cdot 1,2 + F \cdot 1,8 - 65680 \cdot 1 = 0$$

$$F = 26954 \text{ N} = 26,954 \text{ kN}$$

Bidang Lengkung

-) Gaya hidrostatis pada titik di bidang Lengkung mempunyai arah yang berubah
-) Dapat di hitung dengan memproyeksikan gaya tersebut pada bidang vertikal & horisontal
→ Resultan



⊙ Tekanan pada elemen, $P = h \cdot \gamma \rightarrow dF = p \cdot dA$

⊙ Komponen gaya pada elemen

$$dF_x = dF \sin \alpha = p \cdot dA \cdot \sin \alpha = h \cdot \gamma \cdot dA \cdot \sin \alpha$$

$$dF_y = dF \cos \alpha = p \cdot dA \cdot \cos \alpha = h \cdot \gamma \cdot dA \cdot \cos \alpha$$

⊙ Proyeksi elemen bidang lengkung pd bidang vertikal/horisontal

$$dA_y = dA \sin \alpha$$

$$dA_x = dA \cos \alpha$$

⊙ Komponen gaya pada bidang

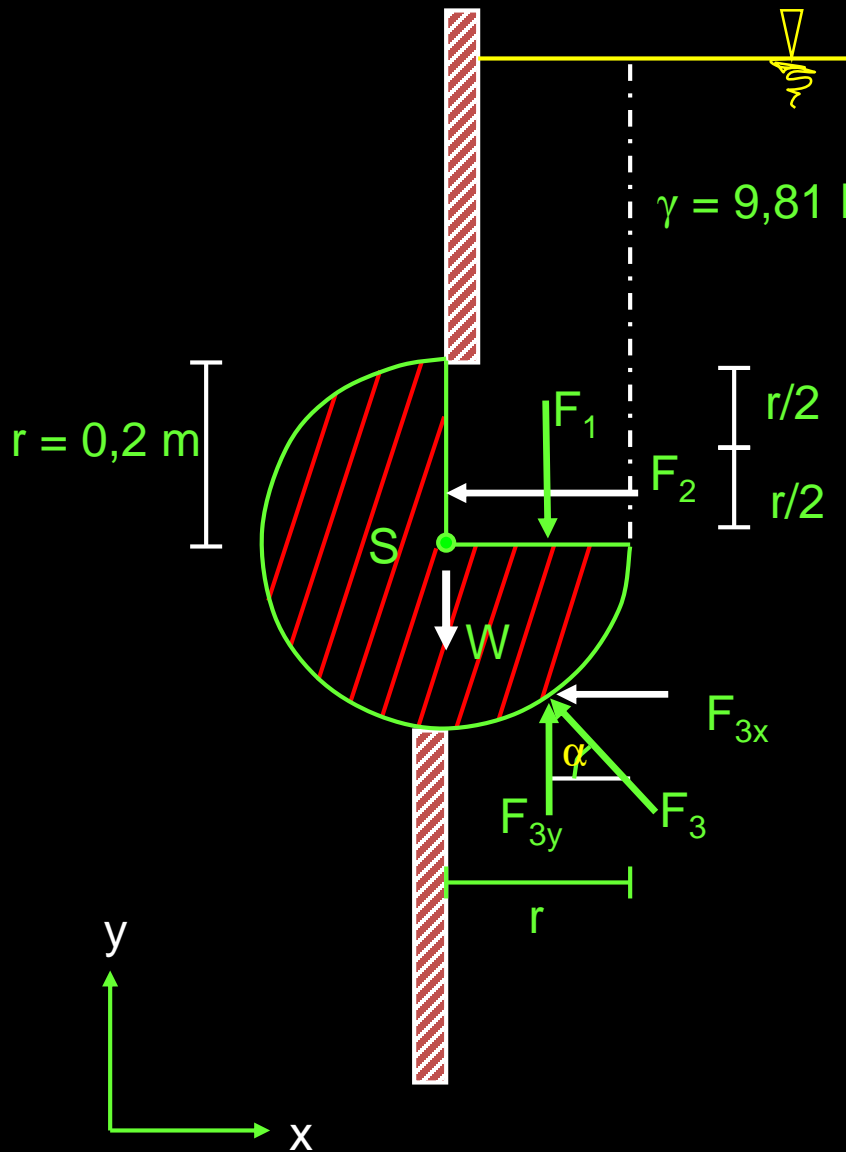
$$F_x = \int_{A_y} dF_x = \int_{A_y} h \cdot \gamma \cdot dA_y = h_b \cdot A_y \cdot \gamma$$

$$F_y = \int_{A_x} dF_y = \int_{A_x} h \cdot \gamma \cdot dA_x = \gamma \int_V dV = \gamma W = w$$

$$\Rightarrow F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

w = berat dr vol z.c. di atas bidang lengkung

$$\Rightarrow \text{Arah} \rightarrow \varphi = \text{arctg} \left(\frac{F_y}{F_x} \right)$$



pintu silinder
 $r = 0,2 \text{ m}$
 $b (\perp \text{ grb}) = 2 \text{ m}$

- Tentukan :
- Gaya akibat tekanan air (berat pintu diabaikan) pada :
 - Arah horisontal
 - Arah vertikal
 - Resultant

Jawab:

a. Komponen horizontal

$$F_x = F_{1x} + F_{3x}$$

$$F_{1x} = -\gamma \cdot h_0 \cdot A = -\gamma \left(h - \frac{r}{2} \right) r \cdot b$$

$$= -9,81 \left(1,2 - \frac{0,2}{2} \right) 0,2 \cdot 2 = -4,32 \text{ kN}$$

$$F_{2x} = 0 \quad (\leftarrow)$$

$$F_{3x} = -\gamma^p \cdot h_0 \cdot A = -\gamma \left(h + \frac{r}{2} \right) r \cdot b$$

$$= -9,81 \left(1,2 + \frac{0,2}{2} \right) 0,2 \cdot 2 = -5,10 \text{ kN}$$

$$F_x = -4,32 + 0 - 5,10 = -9,42 \text{ kN} \quad (\leftarrow)$$

b. Komponenten vertikal

$$F_{1y} = 0$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$$

$$F_{2y} = -\gamma \cdot h \cdot r \cdot b = -9,81 \times 1,2 \times 0,2 \times 2 = -4,71 \text{ kN } (\downarrow)$$

$$F_{3y} = \gamma \frac{\pi r^2}{4} \cdot b + \gamma \cdot h \cdot r \cdot b = 9,81 \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} \cdot 2 + 4,71$$
$$= 5,33 \text{ kN}$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = +0,62 \text{ (kN) } (\uparrow)$$

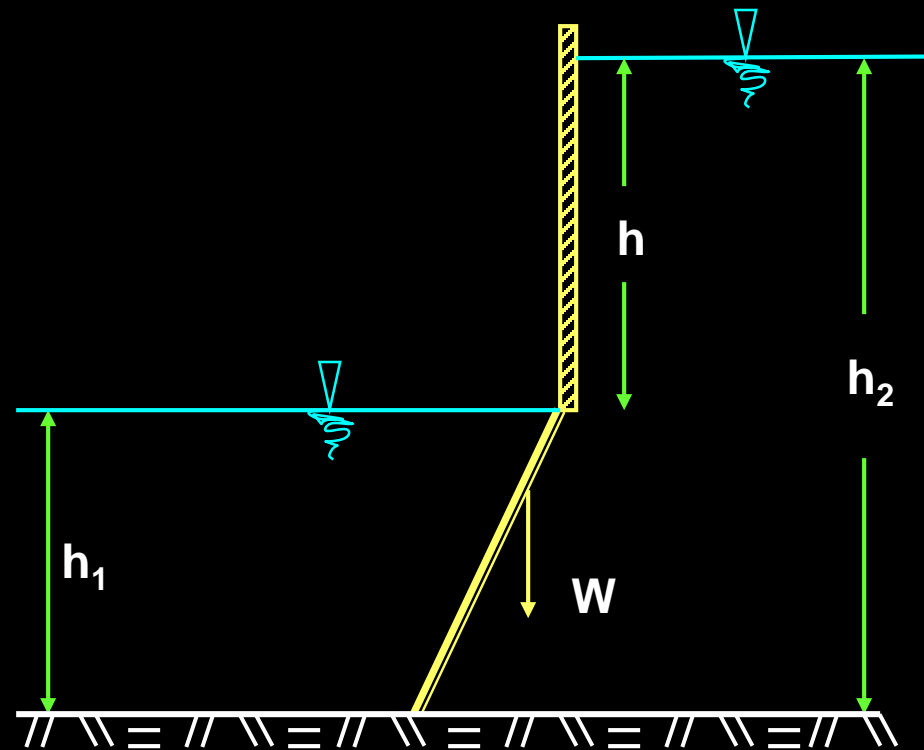
c.

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(-9,42)^2 + (+0,62)^2} = 9,44 \text{ kN}$$

$$\alpha = \arctan \frac{F_y}{F_x} = -0,066 \rightarrow \alpha = 3,77^\circ$$

Hilir

Hulu



Pintu Lingkaran $\alpha = 10^\circ$

Diameter, $D = 1.0 \text{ m}$

Berat, $W = 3 \text{ kN}$

Tentukan h , agar pintu membuka

Jawab :

Prinsip : mencari gaya tekanan (F) Dan pusat tekanan (Y_p) terhadap m.a hilir dan hulu

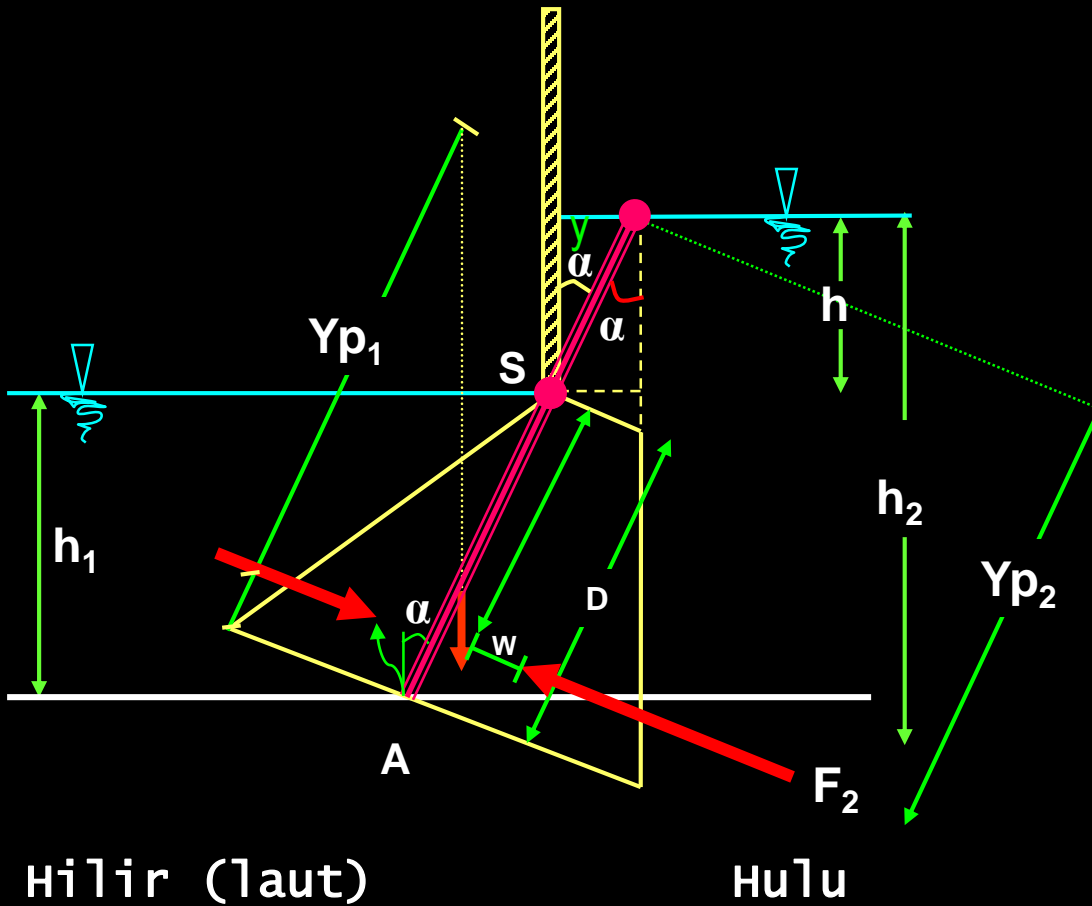
Pintu Air Otomatis

Hilir

Hulu

$$p = \gamma \cdot h$$

$$\alpha = 10^\circ$$



Pintu Lingkaran

Diameter, $D = 1,0 \text{ m}$

$W = 3 \text{ kN}$

Tentukan h , pada waktu pintu membuka

Jawab:

⊙ Kedalaman air di hilir dan hulu

$$h_1 = D \cos \alpha = 1 \cos 10 = 0,9848 \text{ m}$$

$$h_2 = (h + 0,9848) \text{ m} \quad (=h_1 + h)$$

⊙ Luas Pintu

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 = 0,7854 \text{ m}^2$$

⊙ Gaya hidrostatis di hilir

$$\begin{aligned} F_1 &= A \cdot \rho \cdot g \cdot h_{01} = 0,7854 \times 1000 \times 9,81 \times \frac{0,9848}{2} \\ &= 3793,8 \text{ m}^2 = 3,7938 \text{ kN} \end{aligned}$$

⊙ Momen Inersia

$$I_o = \frac{\pi}{64} \cdot D^4 = \frac{\pi}{64} \cdot 1^4 = 0,049087 \text{ m}^4$$

⊙ Letak Pusat Tekanan

$$y_{p1} = y_{o1} + \frac{I_o}{A \cdot y_{o1}} = 0,5 + \frac{0,049087}{0,7854 \times 0,5} = 0,625 \text{ m}$$

⊙ Gaya hidrostatis di hulu

$$F_2 = A \cdot \int \cdot g \cdot h_{o2} = 0,7854 \times 1000 \times$$

⊙ Stop di sini lanjutin materi dahulu

