

*Ringkasan MF*

**Ringkasan Matakuliah  
Mekanika Fluida**

**Jurusan Teknik Sipil**

**FT UGM**

**oleh**

**Djoko Luknanto**

**1983**



# Refreshing Ujian Hidrolika Sarjana Muda (Ujian Negara)

## Mekanika Fluida



## Hidrolika

1. Hidrostatika : mempelajari zat cair dalam keadaan diam.
2. Hidrokinematika : mempelajari hukum<sup>2</sup> & sifat kecepatan dan serot<sup>2</sup> aliran tempo meninjau gaya<sup>2</sup> yg bekerja.
3. Hidrodinamika : mempelajari hubungan antara kecepatan & percepatan dengan gaya<sup>2</sup> yg bekerja pada zat cair.

- Literatur :
1. Fluid Mechanics with Engineering Applications - oleh : Robert L. Daugherty and Joseph B. Franzini
  2. Fluid Mechanics - oleh Victor L. Streeter, and E. Benjamin W.
  3. Theory and problem of Fluid Mechanics and Hydraulics - oleh Ronald V. Giles.

## I. HIDROSTATIKA

### I.1. Dasar-dasar tekanan hidrostatik.

- a. Sifat tekanan hidrostatik : - bekerja  $\perp$  bidang  
- sama pada semua arah (Hk Pascal)

### b. Persamaan dasar hidrostatika :

$$z + \frac{p}{\gamma} = \text{konstan}$$

### c. Tekanan hidrostatik pada suatu titik :

$$p = h\gamma + p_0$$

### I.2. Gaya hidrostatik pada bidang datar.

$$P = A \cdot p_0$$

$P$  = gaya hidrostatik

$A$  = luas bidang tinjauan

$p_0$  = tekanan hidrostatik pada pusat berat bidang  $A$

=  $z_0\gamma$ .



Letak titik tangkap gaya hidrostatis terhadap m.s :

$$y_1 = y_0 + \frac{I_0}{A \cdot y_0}$$

$y_1$  = jarak miring titik tangkap gaya hidrostatis thd m.s :

$y_0$  = jarak miring pusat berat bid A thd m.s.

$I_0$  = momen inersia bid. A thd sb x mell pusat berat bidang.

$A$  = luas bidang A.

Letak titik tangkap gaya hidrostatis terhadap sb x :

$$x_1 = \frac{\int_A x y dA}{A y_0}$$

I.3. Gaya hidrostatis pada bidang lengkung :

a. Komponen horisontal :

$$P_H = A_H \cdot p_0$$

$P_H$  = gaya hidrostatis arah horisontal.

$A_H$  = luas bidang proyeksi.

$p_0$  = tekanan hidrostatis pada pusat berat  $A_H$

$$= z_0 \cdot \gamma$$

b. Komponen vertikal :

$P_V$  = berat zat cair yg dibatasi bid. lengkung dengan proyeksinya pada muka air dan bid. proyeksi yang lainnya.

c. Gaya total (Resultante komponen horisontal & vertikal) :

$$P = \sqrt{P_H^2 + P_V^2}$$

d. Untuk bidang lengkung 3 dimensi :

$$P = \sqrt{P_{H_x}^2 + P_{H_y}^2 + P_V^2}$$



#### I.4. Stabilitas Benda Terapung.

Jika :  $B$  = gaya apung  
 $W$  = berat benda.

maka :  $B < W$   $\rightarrow$  benda akan tenggelam.

$B = W$   $\rightarrow$  benda akan melayang atau terapung.

Rumus :  $B = \text{Vol.} \cdot \gamma_{\text{air}}$

$B$  = gaya apung.

$\text{Vol}$  = volume benda yg masuk ke dlm air (zat cair)

$\gamma_{\text{air}}$  = berat jenis air (zat cair)

Rumus Tinggi Metacentrum:

$$m = \frac{I}{V} \pm \overline{B_0 N_0}$$

$m$  = tinggi metacentrum.

$I$  = momen inersia minimum muka air yang terpotong benda.

$V$  = volume zat cair yang dipindahkan  
 =  $W/\gamma$

$B_0$  = pusat apung.

$N_0$  = pusat berat benda.

Tanda + untuk  $B_0$  diatas  $N_0$

- untuk  $B_0$  dibawah  $N_0$

Jika  $m > 0$  benda terapung stabil

$m < 0$  benda terapung labil

$m = 0$  benda terapung indifferent

I.5. Bidang Equipotensial yi bidang yang merupakan tempat kedudukan titik-titik yang mempunyai tekanan hidrostatik sama besar.

Pers. bid. equipotensial :

$$U_x dx + U_y dy + U_z dz = 0.$$

Pers. tekanan hidrostatik :

$$dp = \rho (U_x dx + U_y dy + U_z dz).$$



## I. HIDRODINAMIKA

### I.1. Dasar-dasar hidrodinamika.

#### a. Persamaan Kontinuitas

$$Q = AV = A_1V_1 = A_2V_2 = \dots \dots \dots A_nV_n.$$

#### b. Persamaan Bernoulli

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h.$$

### I.2. Pengaliran melalui lubang kecil :

$$V = C_v \sqrt{2gh}$$

$$Q = C_d A \sqrt{2gh}$$

$V$  = kecepatan pada lubang.

$C_v$  = koefisien koreksi kecepatan.

$h$  = selisih tinggi tenaga sebelum dan sesudah lubang.

$C_d$  = koef. koreksi debit =  $C_v \cdot C_c$

$A$  = luas lubang

$C_c$  = koef. kontraksi.

$$\text{Rumus umum : } h = H + \alpha \left( \frac{V_0^2 - V_1^2}{2g} \right) + \frac{P_0 - P_1}{\gamma}$$

$h$  = selisih tinggi tenaga sebelum dan sesudah lubang.

$H$  = selisih tinggi elevasi m.a sebelum dan sesudah lubang.

$\alpha$  = koefisien coriolis (biasa diambil  $\alpha=1$ ).

$V_0$  = kecepatan awal sebelum lubang.

$P_0$  = tekanan diatas muka air sebelum lubang.

$P_1$  = tekanan sesudah lubang.

$V_1$  = kecep. sesudah lubang (pada lubang tidak tergenang  $V_1=0$ )

Contoh penggunaan rumus diatas adalah prinsip botol Marriotte.

### I.3. Waktu Pengosongan Kolam.

Rumus umum :

$$V = Q \cdot t$$

$V$  = volume air yang akan dikosongkan.

$Q$  = debit air.

$t$  = lama pengosongan.



Tinjauan rumus :

$$Q = C_d \cdot A \sqrt{2gh}$$

selama waktu pengosongan  $t$ , selisih tinggi tenaga  $h$  adalah selalu berubah sehingga  $Q$  juga tidak konstan. Jadi rumus  $V = Q \cdot t$  harus dipakai pada  $t$  sesaat ( $dt$ ) dimana  $Q$  menjadi konstan dan air yang dikeluarkan dari lubang adalah  $d(V)$ .

$$\begin{aligned} \text{Jadi rumus menjadi : } d(V) &= Q \cdot dt \\ &= C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gh} \cdot dt \end{aligned}$$

$d(V)$  = volume air selama  $dt$

$C_d$  = koefisien koreksi debit

$A$  = luas lubang

$h$  = selisih tinggi tenaga sebelum dan sesudah lubang pada saat  $dt$ .

$$\text{maka } dt = \frac{d(V)}{C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gh}}$$

$$t = \frac{1}{C_d \cdot A \cdot \sqrt{2g}} \int_{h_1}^{h_2} h^{-\frac{1}{2}} d(V) :$$

#### II.4. KEHILANGAN TENAGA

Kehilangan tenaga secara umum dinyatakan dalam bentuk :

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

$h$  = tinggi tenaga yg hilang.

$k$  = koefisien Weisbach.

$V$  = kecepatan air.

a. Pada pipa lurus, diameter konstan.

$$k = f \cdot \frac{L}{D}$$

$f$  = koefisien.

$L$  = panjang pipa

$D$  = diameter pipa

b. Pada belokan pipa, diameter konstan :

$k$  = tergantung sudut belokan.



c. Pada perubahan pipa dari diameter kecil ke besar.

Dipakai rumus "Belanger" yang telah dikoreksi "Borda"

$$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} + \frac{1}{5} \frac{V_2^2}{2g}$$

$V_1$  = kecep. air pada pipa berdiameter kecil.

$V_2$  = kecep. air pada pipa berdiameter besar.

### I.5. Pompa air dan Turbin air.

a. Pompa air.

$$D_o = Q \gamma h_p$$

$D_o$  = daya output pompa

$Q$  = debit yang melalui pompa

$\gamma$  = berat jenis zat cair.

$h_p$  = tinggi energi yang diberikan pompa.

$$= H + h$$

$H$  = selisih tinggi muka air sebelum dan sesudah pompa.

$h$  = kehilangan tinggi tenaga sepanjang pipa.

b. Turbin air.

Daya yang diberikan air kepada turbin :

$$D_i = Q \gamma h_t$$

$D_i$  = daya input turbin yang diberikan oleh air.

$Q$  = debit yang melalui turbin.

$\gamma$  = berat jenis zat cair.

$h_t$  = tinggi energi air di depan turbin.

$$= H - h$$

$H$  = selisih tinggi muka air sebelum dan sesudah turbin.

$h$  = kehilangan tinggi tenaga sepanjang pipa.

c. Efisiensi Mesin :  $\eta = \frac{D_o}{D_i}$

$D_o$  = daya output mesin (daya yang dapat dimanfaatkan)

$D_i$  = daya input mesin (daya yang tersedia).

$\eta$  = efisiensi (0.8 - 0.9).

$$1 \text{ kW} = \frac{1}{9.8} \text{ t.m/detik} \quad , \quad 1 \text{ HP} = 75 \text{ kg.m/detik}$$



### I.6. Alat Pengukur Debit.

- a. Venturi meter : alat ukur debit pipa
  - b. Tabung Pitot : alat ukur debit pipa dan sal. terbuka.
- Cara kerja berdasarkan prinsip Bernoulli.

### II.7. Tekanan aliran.

Benda didalam aliran zat cair mengalami :

- a. Tekanan hidrostatis :  $p_1 = h\gamma$
- b. Tekanan aliran :  $p_2 = C \cdot \frac{V^2}{2g} \gamma$

- h = dalam titik yang ditinjau sampai m.a.
- C = koef. drag (tergantung bentuk benda).
- V = kecep. aliran didepan benda.
- $\gamma$  = berat jenis zat cair.

### II.8. PELUAP

- a. Pelusp ambang tajam.
- Peluapan sempurna

$$Q = C \cdot \frac{2}{3} C_d \cdot b' \cdot z \sqrt{2gz}$$

$\rightarrow$  utk epp  $C = 1$   
 utk  $\Delta$   $C = 2/5$

$$C_d \approx 0.62.$$

Q = debit pelusp.

$C_d$  = koefisien koreksi debit.

$b'$  = panjang ambang, jika tanpa kontraksi tepi  $b' = b$   
 jika dgn kontraksi tepi  $b' = b - 0.2H$

$z$  = tinggi energi didepan pelusp. =  $H + \alpha \frac{V_0^2}{2g}$

$H$  = tinggi m.a didepan pelusp.

- Peluapan tidak sempurna

$$Q = \frac{2}{3} C_{d1} \cdot b \cdot z \sqrt{2gz} + C_{d2} \cdot b \cdot H_1 \sqrt{2gz}$$

notasi sama dengan diatas.

$H_1$  = tinggi m.a dibelakong pelusp.



## b. Peluap sambung lebar

- Peluapan sempurna.

$$Q = 0,385 \cdot m \cdot b \cdot z \sqrt{2gz}$$

atau

$$Q = m \cdot b \cdot d \sqrt{gd} \quad (\text{rumus Bundchu})$$

notasi seperti diatas

$$d = \frac{2}{3} z$$

m = koef. peluap.

- Peluapan tidak sempurna.

Jika  $H_1 < \frac{5}{6} H$  dipakai rumus pada peluapan sempurna.Jika  $H_1 > \frac{5}{6} H$  dipakai rumus  $Q = mbd \sqrt{2g(z-h)}$ 

## c. Peluap semping.

Dipakai penyelidikan Engels:

$$Q = \frac{2}{3} m \sqrt{2g} \sqrt[3]{L^{2.5} h^5}$$

Q = debit peluap

m = koef. peluap = 0.80 - 0.90

L = panjang peluap

h = tinggi m. di belokang peluap.

## II.9. ALAT UKUR DEBIT (AUD).

a. Cippoletti :  $Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot B' \cdot H \sqrt{2gH}$

$$B' = B - 0.2 H$$

b. Romijn :  $Q = mbd \sqrt{gd}$

c. Thomson :  $Q = \frac{4}{15} \cdot C_d \cdot bH \sqrt{2gH}$

d. Rehboch :

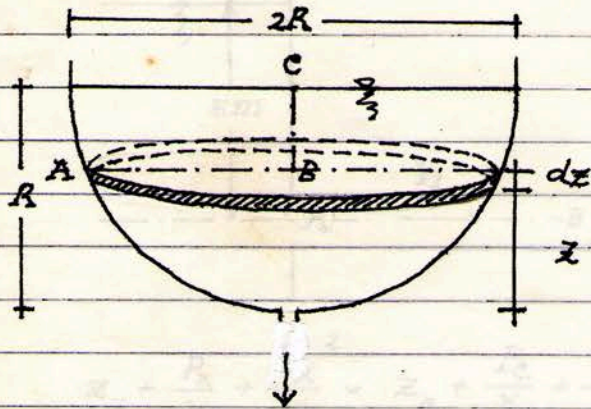
$$Q = (1,782 + 0,24 \cdot \frac{H_1}{P}) b \cdot H_1^{3/2}$$

$$H_1 = H + 0,0011$$



hal 117, tgl 21-5-1976.

(2)



Pada suatu saat  $t$  :- muka air berjorok  
 $z$  diatas lubang.  
 - volume air yg keluar  
 $dV$  = volume silinder air.

Pada lubang :

$$V = c_v \sqrt{2gz}$$

$$Q = AV = c_c \sigma \cdot c_v \sqrt{2gz}$$

$$= c_d \cdot \sigma \cdot \sqrt{2gz}$$

Volume air yg keluar .

$$dV = Q dt$$

$$= c_d \sigma \sqrt{2gz} dt \dots \dots \dots (I)$$

$dV$  = volume silinder air

$$= \pi \cdot \bar{AB}^2 \cdot dz$$

$$= \pi (R^2 - \bar{BC}^2) dz$$

$$= \pi (R^2 - (R-z)^2) dz$$

$$= \pi (2Rz - z^2) dz \dots \dots \dots (II)$$

(I) = (II)

$$c_d \cdot \sigma \cdot \sqrt{2g} \cdot z^{1/2} dt = \pi (2Rz - z^2) dz$$

$$dt = \frac{\pi}{c_d \sigma \sqrt{2g}} (2Rz^{1/2} - z^{3/2}) dz$$

$$t = \frac{\pi}{c_d \sigma \sqrt{2g}} \left[ \frac{4R}{3} z^{3/2} - \frac{2}{5} z^{5/2} \right]_{z_1}^{z_2}$$

a). Untuk mengosongkan air dari  $R$  s/d kosong.

$$t = \frac{\pi}{c_d \sigma \sqrt{2g}} \left[ \frac{4R}{3} z^{3/2} - \frac{2}{5} z^{5/2} \right]_0^R = \frac{\pi}{c_d \sigma \sqrt{2g}} \left( \frac{4R}{3} R^{3/2} - \frac{2}{5} R^{5/2} \right)$$

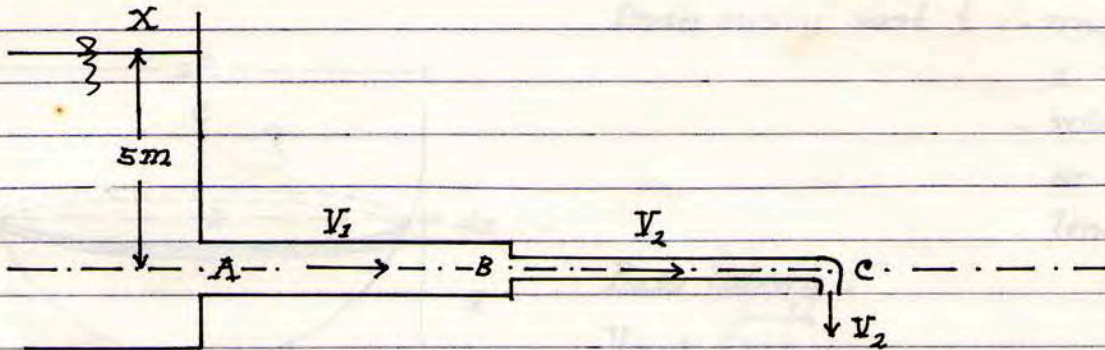
$$= \frac{14\pi R}{15 c_d \sigma \sqrt{2g}}$$

b).  $z_2 = 6 \text{ ft}$ ,  $z_1 = 4 \text{ ft}$ ,  $R = 6 \text{ ft}$ ,  $c_d = 0,6$ ,  $\sigma = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \left(\frac{8}{12}\right)^2 = \pi \frac{16}{144}$

$$t = \frac{\pi}{0,6 \cdot \pi \frac{16}{144} \sqrt{2 \cdot 32,2}} \left[ \frac{4}{3} \cdot 6 z^{3/2} - \frac{2}{5} z^{5/2} \right]_4^6 = 58,136 \text{ detik}$$



## 3) Persamaan Bernoulli dititik C &amp; X



$$z_x + \frac{P_x}{\gamma} + \frac{V_x^2}{2g} = z_c + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g} + h$$

$$5 + \frac{A}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{A}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h \longrightarrow \frac{V_2^2}{2g} + h = 5 \dots \dots \dots (I)$$

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \longrightarrow V_1 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 V_2 = \left(\frac{5}{10}\right)^2 V_2 = \frac{1}{4} V_2$$

$$h_A = 0,5 \frac{V_1^2}{2g} = \frac{0,5}{16} \frac{V_2^2}{2g} = \frac{1}{32} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_{AB} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V_1^2}{2g} = 0,02 \cdot \frac{50}{0,1} \cdot \frac{1}{16} \frac{V_1^2}{2g} = \frac{10}{16} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_B = 0,5 \frac{V_2^2}{2g} = \frac{1}{2} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_{BC} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g} = 0,02 \cdot \frac{50}{0,05} \cdot \frac{V_2^2}{2g} = 20 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_c = 4 h_B = 2 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h = \frac{741}{32} \frac{V_2^2}{2g} \quad (II)$$

$$(I) \rightarrow (II): \frac{V_2^2}{2g} + \frac{741}{32} \frac{V_2^2}{2g} = 5$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{5 \cdot 2g}{1 + \frac{741}{32}}} = 2,014 \text{ m/det}$$

$$\text{Jadi debit: } Q = A_2 V_2 = \frac{1}{4} \pi (0,05)^2 \cdot 2,014 = 0,00395 \text{ m}^3/\text{det} = \underline{\underline{3,95 \text{ l/det}}}$$

$$\text{Persamaan } Q_I = Q_{II} \rightarrow x = ?$$

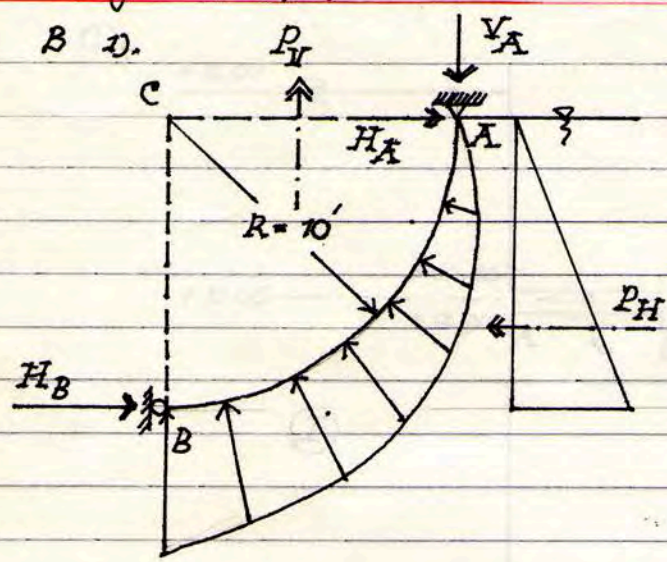
$$Q_{II} = Q_{\text{lubang}} = C_d A V_{\text{lubang}}$$

$$0,00395 = 0,62 \cdot \frac{1}{4} \pi (0,05)^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot x}$$

$$x = 0,538 \text{ m} \longrightarrow \text{Jadi tinggi air di kolom II} = \underline{\underline{0,538 \text{ m}}}$$



Tgl 9-7-1976, hal 118.



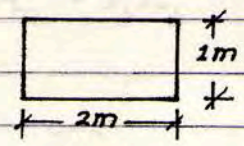
$$\begin{aligned} \Sigma M_C = 0 &\rightarrow V_A R - H_B R = 0 \\ &V_A = H_B \quad \dots (I) \\ \Sigma V = 0 &\rightarrow P_V - V_A = 0 \\ &V_A = P_V \quad \dots (II) \\ \Sigma H = 0 &\rightarrow H_A + H_B = P_H \quad \dots (III) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_V &= \text{gaya vertikal oleh air} \\ &= \frac{1}{4} \pi R^2 \cdot 20 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= \frac{1}{4} \pi 10^2 \cdot 20 \cdot 62,4 \\ &= 98017,691 \text{ lbs} \\ P_H &= \frac{1}{2} R \cdot R \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot 20 \\ &= \frac{1}{2} 10 \cdot 10 \cdot 62,4 \cdot 20 \\ &= 62400 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Jadi I & II :  $V_A = H_B = P_V = 98017,691 \text{ lbs}$  (↓ dan →)

III.  $H_A = P_H - H_B = 62400 - 98017,691 = -35617,691 \text{ lbs}$  (←)

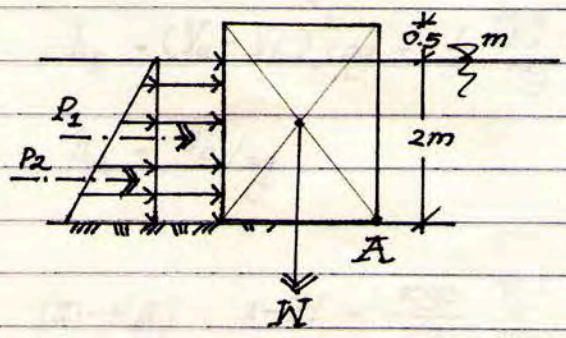
2).



$$\begin{aligned} P_1 &= \text{gaya korensa kecepatan air} \\ &= C \cdot A \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \gamma \\ &= 1,2 \cdot (1 \cdot 2) \cdot \frac{V^2}{2 \cdot 10} \cdot 1 = 0,12 V^2 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= \text{gaya hidrostatik} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot 1 = 2 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \text{berat benda} \\ &= 1 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 2,4 = 12 \text{ Ton} \end{aligned}$$



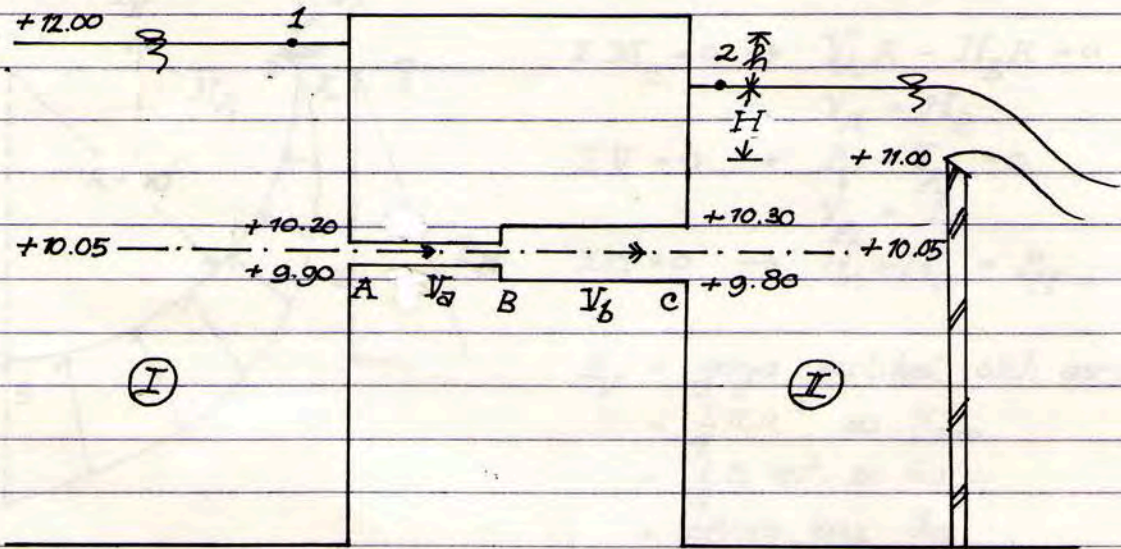
Benda hampir terguling :

$$\begin{aligned} \Sigma M_A = 0 \\ P_1 \cdot 1 + P_2 \cdot \frac{2}{3} - W \cdot 1 = 0 \\ 0,12 V^2 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{2}{3} - 12 \cdot 1 = 0 \end{aligned}$$

Jadi  $V = 9,428 \text{ m/det}$



C).



$$Q_{\text{pelusp}} = \frac{2}{3} C_d b' H \sqrt{2gH}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (b - 0,2H) H \sqrt{2gH}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (0,40 - 0,2H) H \sqrt{2gH} \dots \dots \text{(I)}$$

$Q_{\text{pipa}} = ?$

Pers. Bernoulli ditk 1 & 2

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h$$

$$1,95 + \frac{A}{\gamma} + 0 = 0,95 + H + \frac{A}{\gamma} + 0 + h$$

$$H + h - 1 = 0 \dots \dots \text{(I)}$$

$$Q = V_a A_a = V_b A_b \longrightarrow V_a = \left(\frac{D_b}{D_a}\right)^2 V_b$$

$$= \left(\frac{0,50}{0,30}\right)^2 V_b = \frac{25}{9} V_b$$

$$h_A = 0,5 \frac{V_a^2}{2g} = 0,5 \cdot \left(\frac{25}{9}\right)^2 \frac{V_b^2}{2g} = \frac{625}{162} \frac{V_b^2}{2g}$$

$$h_B = \frac{(V_a - V_b)^2}{2g} + \frac{1}{9} \frac{V_b^2}{2g} = \frac{17}{9} \frac{V_b^2}{2g} \quad (\text{BORDA})$$

$$h_c = \frac{V_b^2}{2g} = 1 \frac{V_b^2}{2g}$$

$$h = \frac{1093}{162} \frac{V_b^2}{2g} \dots \dots \text{(II)}$$

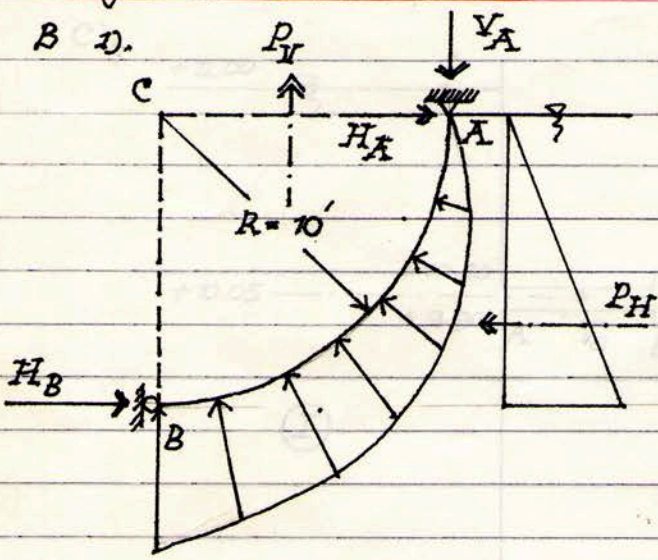
$$\text{(I)} \rightarrow \text{(II)} : 1 - H = \frac{1093}{162} \frac{V_b^2}{2g}$$

$$V_b = \sqrt{2g \frac{162}{1093} (1 - H)}$$

$$Q_{\text{pipa}} = A_b \cdot V_b = \frac{1}{4} \pi (0,5)^2 \cdot \sqrt{2g \frac{162}{1093} (1 - H)} \dots \dots \text{(IV)}$$



Tgl 9-7-1976, hal 18.



$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow V_A R - H_B R = 0$$

$$V_A = H_B \dots (I)$$

$$\Sigma V = 0 \rightarrow P_V - V_A = 0$$

$$V_A = P_V \dots (II)$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow H_A + H_B = P_H \dots (III)$$

$P_V$  = gaya vertikal oleh air

$$= \frac{1}{4} \pi R^2 \cdot 20 \cdot \gamma_{air}$$

$$= \frac{1}{4} \pi 10^2 \cdot 20 \cdot 62,4$$

$$= 98017,691 \text{ lbs}$$

$P_H$  =  $\frac{1}{2} R \cdot R \cdot \gamma_{air} \cdot 20$

$$= \frac{1}{2} 10 \cdot 10 \cdot 62,4 \cdot 20$$

$$= 62400 \text{ lbs}$$

Jadi I & II :  $V_A = H_B = P_V$

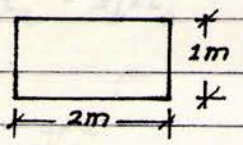
$$= \underline{98017,691 \text{ lbs}} \quad (\downarrow \text{ dan } \rightarrow)$$

III.  $H_A = P_H - H_B$

$$= 62400 - 98017,691$$

$$= \underline{-35617,691 \text{ lbs}} \quad (\leftarrow)$$

2).



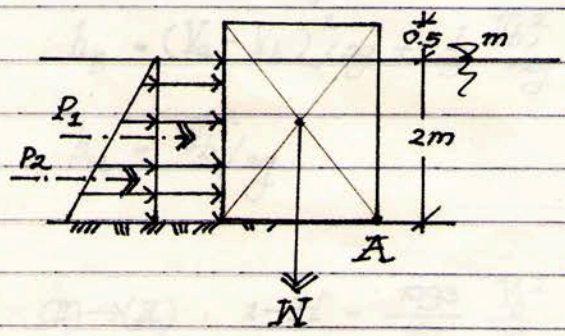
$P_1$  = gaya koreksi kecepatan air

$$= C \cdot A \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \gamma$$

$$= 1,2 \cdot (1 \cdot 2) \cdot \frac{V^2}{2 \cdot 10} \cdot 1 = 0,12 V^2 \text{ Ton}$$

$P_2$  = gaya hidrostatik

$$= \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot \gamma_{air} \cdot 1 = 2 \text{ Ton}$$



$N$  = berat benda

$$= 1 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 2,4 = 12 \text{ Ton}$$

Benda hampir terguling :

$$\Sigma M_A = 0$$

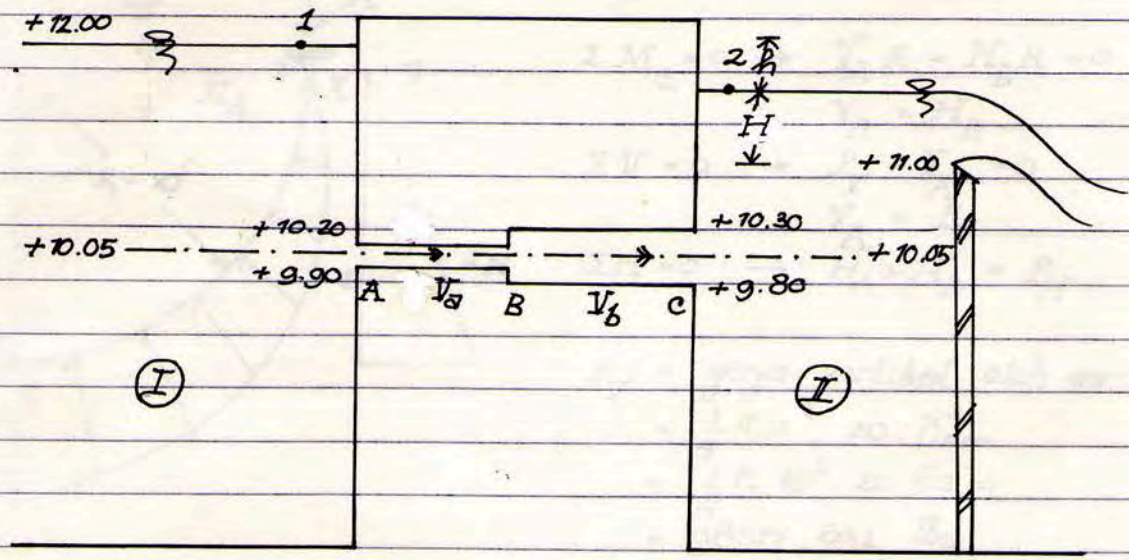
$$P_1 \cdot 1 + P_2 \cdot \frac{2}{3} - N \cdot 1 = 0$$

$$0,12 V^2 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{2}{3} - 12 \cdot 1 = 0$$

Jadi  $V = \underline{9,428 \text{ m/det}}$



C).



$$Q_{\text{pelusp}} = \frac{2}{3} C_d b' H \sqrt{2gH}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (b - 0,2H) H \sqrt{2gH}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (0,40 - 0,2H) H \sqrt{2gH} \dots \dots \text{(I)}$$

$Q_{\text{pipa}} = ?$

Pers. Bernoulli dititik 1 & 2

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h$$

$$1,95 + \frac{A}{\gamma} + 0 = 0,95 + H + \frac{A}{\gamma} + 0 + h$$

$$H + h - 1 = 0 \dots \dots \text{(II)}$$

$$Q = V_a A_a = V_b A_b \longrightarrow V_a = \left(\frac{D_b}{D_a}\right)^2 V_b$$

$$= \left(\frac{0,50}{0,30}\right)^2 V_b = \frac{25}{9} V_b$$

$$h_A = 0,5 \frac{V_a^2}{2g} = 0,5 \cdot \left(\frac{25}{9}\right)^2 \cdot \frac{V_b^2}{2g} = \frac{625}{162} \frac{V_b^2}{2g}$$

$$h_B = \frac{(V_a - V_b)^2}{2g} + \frac{1}{9} \frac{V_b^2}{2g} = \frac{17}{9} \frac{V_b^2}{2g} \quad (\text{BORDA})$$

$$h_C = \frac{V_b^2}{2g} = 1 \frac{V_b^2}{2g}$$

$$h = \frac{1093}{162} \frac{V_b^2}{2g} \dots \dots \text{(III)}$$

$$\text{(II)} \rightarrow \text{(III)} : 1 - H = \frac{1093}{162} \frac{V_b^2}{2g}$$

$$V_b = \sqrt{2g \frac{162}{1093} (1 - H)}$$

$$Q_{\text{pipa}} = A_b \cdot V_b = \frac{1}{4} \pi (0,5)^2 \cdot \sqrt{2g \frac{162}{1093} (1 - H)} \dots \dots \text{(IV)}$$



$$Q_{\text{pipa}} = Q_{\text{pelusp}}$$

$$\frac{1}{4} \pi (0,5)^2 \sqrt{2g \frac{162}{1093} (1-H)} = \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (0,4 - 0,2H) H \sqrt{2gH}$$

$$0,3381 \sqrt{1-H} = 1,848 (0,4 - 0,2H) H^{3/2}$$

$$0,1829 \sqrt{1-H} = (0,4 - 0,2H) H^{3/2}$$

H dicari dg trial dan error :

$$H(m) \quad \Delta = \text{Ruas } k_2 - k_1$$

$$0,5 \quad - 0,023$$

$$0,6 \quad 0,014$$

$$0,56 \quad - 0,00062 \approx 0 \quad \longrightarrow H = 0,56 \text{ m}$$

$$h = 0,44 \text{ m}$$

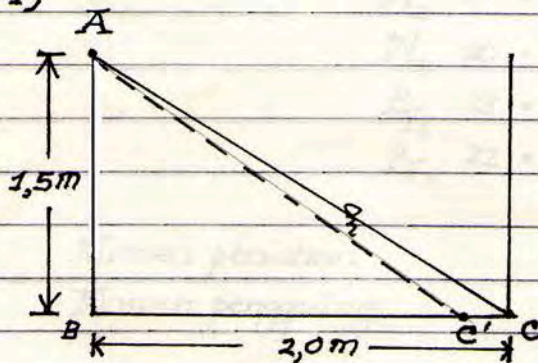
$$\text{Jadi } Q = \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot (0,4 - 0,2 \cdot 0,56) \cdot 0,56 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,56}$$

$$\approx 0,2231 \text{ m}^3/\text{det}$$

Catatan : dlm soal kehilangan tenaga di B dihitung dengan Belonger, tetapi dlm penyelesaian diatas dihitung dg Borda. Coba dg Belonger !

Tgl 15-4-'77, hal 120.

1)



$$\text{Volume air semula} = 2 \cdot 2 \cdot 1 = 4 \text{ m}^3.$$

Pers. bid equipotensial :

$$u_x dx + u_y dy + u_z dz = 0$$

$$u_z = -g, \quad u_y = 0, \quad u_x = -a.$$

Jadi

$$-a dx - g dz = 0$$

$$dz = -\frac{a}{g} dx$$

$$z = -\frac{a}{g} x + C.$$

Misal m.a sampai ke titik A, maka :

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{BC'}} = \frac{a}{g} \longrightarrow \overline{BC'} = \frac{g}{a} \overline{AB}$$

$$= \frac{10}{7,5} \cdot 1,5 = 2 \text{ m}.$$

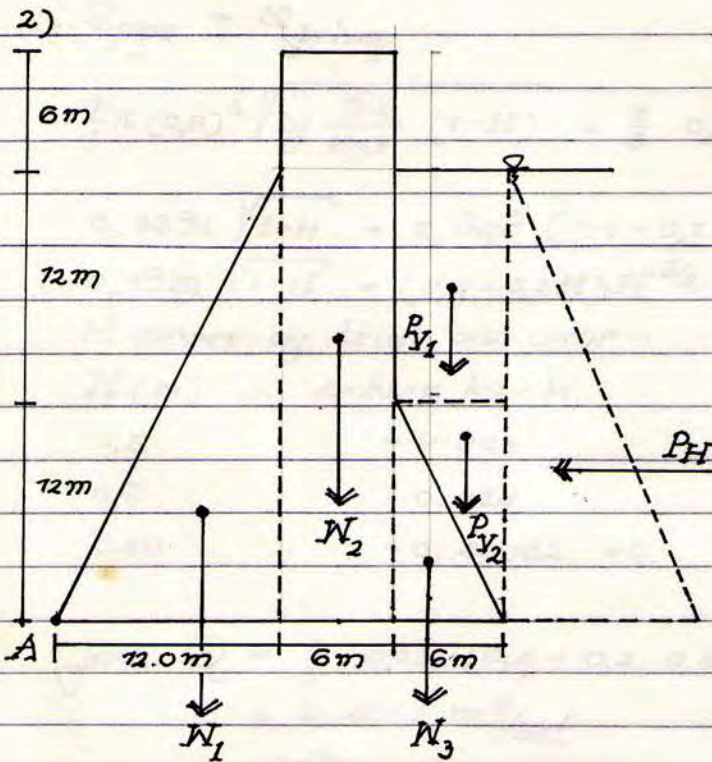
Ternyata C' berimpit dgn C  $\longrightarrow$  Jadi bidang m.a // grs AC.

Check pada keadaan m.a di titik A, Volume air = ?

$$\text{Vol} = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 2 = 3 \text{ m}^3 < \text{Volume semula} = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi air yg tumpah} = 4 - 3 = \underline{\underline{1 \text{ m}^3}}$$





Ditinjau 1 m' L brd. gambar

$$N_1 = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 2,2 = 316,8$$

$$N_2 = 6 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 2,2 = 396,0$$

$$N_3 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 2,2 = 79,2$$

$$P_{y1} = 6 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 1 = 72,0$$

$$P_{y2} = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 1 = 36,0$$

$$\Sigma N = 900,0 \text{ Ton}$$

$$P_H = \frac{1}{2} \cdot 24^2 \cdot 1 \cdot 1 = 288,0 \text{ Ton}$$

• Keselamatan terhadap geser.

$$n = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggeser}}$$

$$= \frac{f \cdot \Sigma N}{P_H} = \frac{0,4 \cdot 900}{288}$$

$$= 1,25 > 1 \rightarrow \text{aman!}$$

• Keselamatan terhadap guling

$$\text{Momen pengguling} = P_H \cdot 8 = 2304 \text{ Tm}$$

$$\text{Momen penahan} = N_1 \cdot 8 = 2534,4 \text{ Tm}$$

$$N_2 \cdot 15 = 5940,0$$

$$N_3 \cdot 20 = 1584,0$$

$$P_{y1} \cdot 21 = 1521,0$$

$$P_{y2} \cdot 22 = 792,0$$

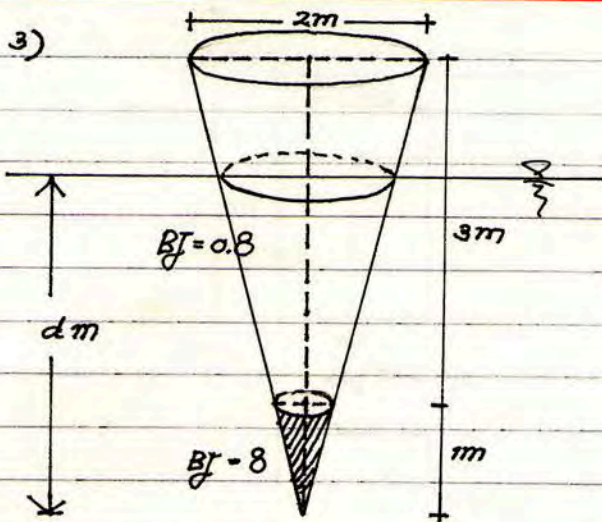
$$\text{Momen penahan} = 12362,4 \text{ Tm}$$

$$n = \frac{\text{Momen penahan}}{\text{Momen pengguling}}$$

$$= \frac{12362,4}{2304}$$

$$= 5,37 > 1 \rightarrow \text{aman!}$$





• Mencari PB dari sisi atas :

$W(\text{Ton})$	$y(\text{m})$
$\frac{1}{4} \pi 2^2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4,08$	$\frac{1}{3} \cdot 4$
$-\frac{1}{4} \pi 0,5^2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,08$	$3 + \frac{1}{3} \cdot 1$
$\frac{1}{4} \pi \cdot 0,5^2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,8$	$3 + \frac{1}{3} \cdot 1$

$$W_0 = \frac{\sum Wy}{\sum W}$$

$$= \frac{6,039}{3,822} = 1,580 \text{ m}$$

• Mencari pusat spung  $B_0$

$$V = \frac{W}{\rho} = 3,822 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot \frac{1}{3} d = 3,822 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{4} \pi \left(\frac{d}{4} \cdot 2\right)^2 \cdot \frac{1}{3} d = 3,822$$

$$d = 3,880 \text{ m} \longrightarrow D = 1,940 \text{ m}$$

$$B_0 = (4-d) + \frac{1}{3} d = 1,413 \text{ m}$$

$$W_0 \text{ dibawah } B_0 \longrightarrow m = \frac{I}{V} + B_0 W_0$$

$$B_0 W_0 = 1,580 - 1,413 = 0,167 \text{ m}$$

$$I_0 = \frac{1}{4} \pi R^4$$

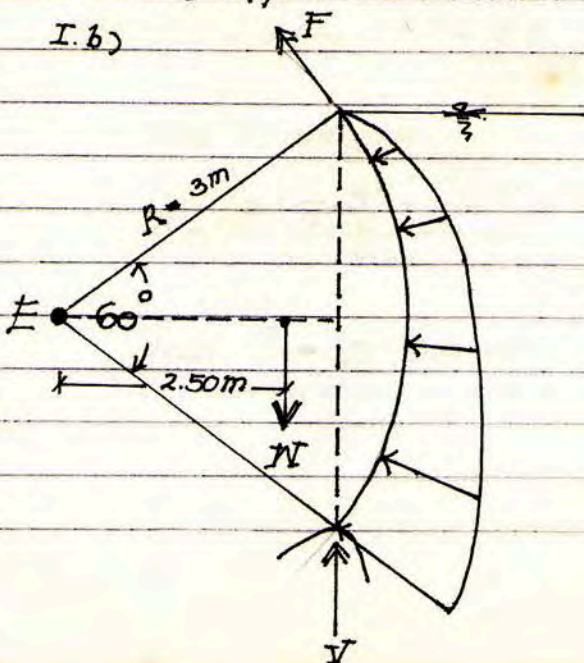
$$= \frac{1}{4} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^4$$

$$= \frac{1}{64} \pi (1,940)^4 = 0,695 \text{ m}^4$$

$$\text{Jadi } m = \frac{0,695}{3,822} + 0,167 = \underline{\underline{0,349 \text{ m}}} > 0 \longrightarrow \text{ benda terapung stabil.}$$

hal 121, 1977

I. b)



• Pada saat dibuka  $V = 0 \text{ Ton}$

Pada engsel  $\sum M_E = 0$

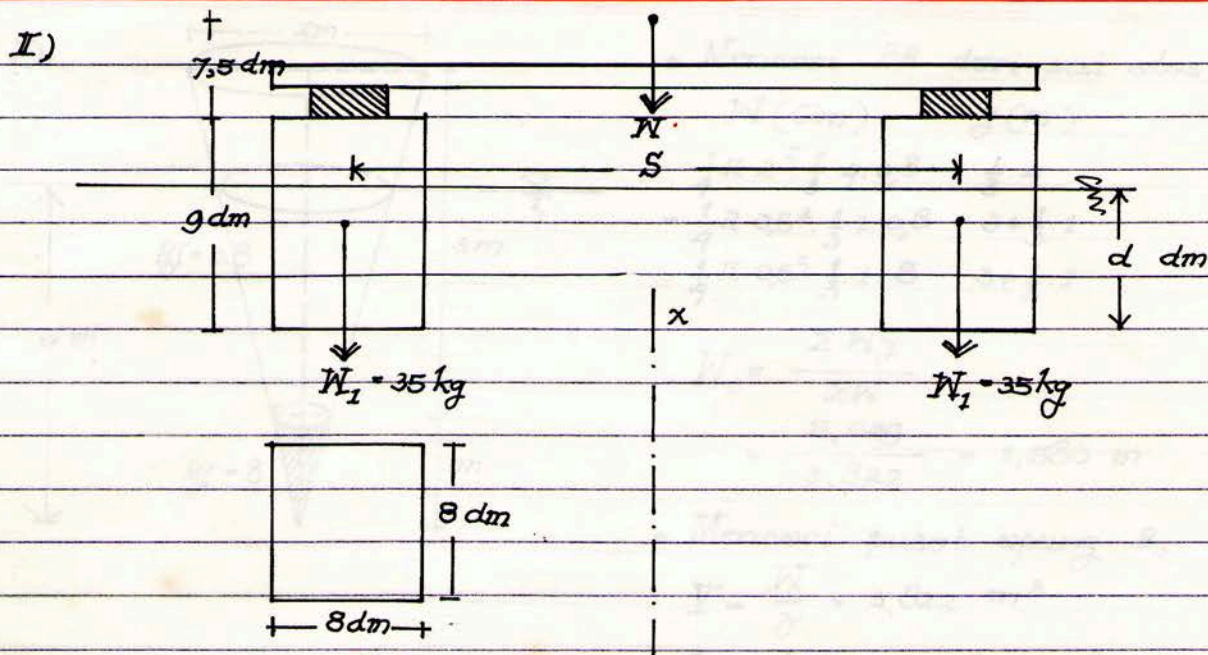
$$2,5 \cdot N - 3F = 0$$

$$F = \frac{2,5}{3} \cdot 2 \text{ Ton}$$

$$= 1,667 \text{ Ton}$$

Jadi gaya minimum  $F = \underline{\underline{1,667 \text{ Ton}}}$





Dependang  $2,75 \text{ m}$  L bidang gambar :

- Mencari  $N_0$  di sisi atas balok

$$N_0 = \frac{N \cdot 7,5 + 2 \cdot N_1 \cdot (-4,5)}{N + 2N_1}$$

$$= \frac{2,75 \cdot 200 \cdot 7,5 + 2 \cdot 35 \cdot (-4,5)}{2,75 \cdot 200 + 2 \cdot 35} = \frac{3810}{620} = \underline{\underline{6,145 \text{ dm}}}$$

$$\text{Vol air} = 2 \cdot 8 \cdot 8 \cdot d$$

$$\frac{N}{\rho} = 128 d \longrightarrow d = \frac{620}{128} = \underline{\underline{4,844 \text{ dm}}}$$

- Mencari  $B_0$  dari sisi atas balok

$$B_0 = (9-d) + \frac{1}{2}d = 6,578 \text{ dm}$$

Jadi  $N_0$  diatas  $B_0 \rightarrow m = \frac{I}{V} = \frac{BN_0}{V} \dots (I)$

$$B_0 N_0 = 6,578 - 6,145 = 0,433 \text{ dm}$$

$$I_x = 2 \left( I_0 + A \left( \frac{1}{2}S \right)^2 \right)$$

$$= 2 \left( \frac{1}{12} 8 \cdot 8^3 + 8 \cdot 8 \cdot \frac{1}{4} S^2 \right)$$

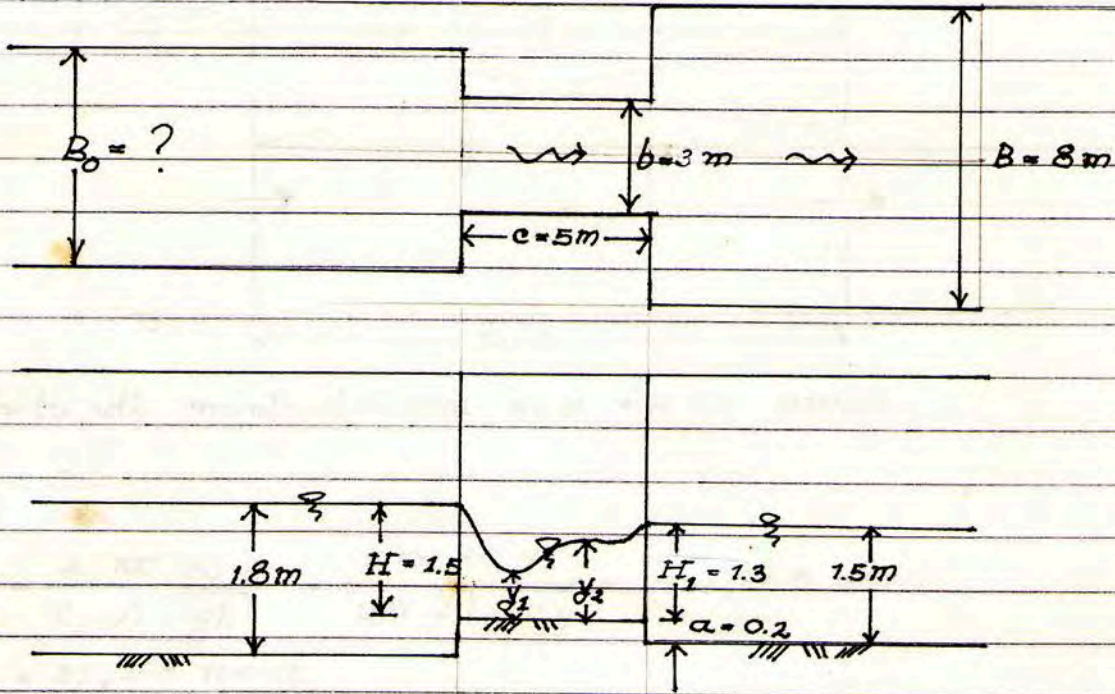
Pers I menjadi :

$$8 = \frac{2 \left( \frac{1}{12} 8^4 + 16 S^2 \right)}{620} = 0,433$$

Jadi  $S = \underline{\underline{11,919 \text{ dm}}}$



III).



c)  $1,56 \rightarrow$  Sluiskoker panjang

Rumus : 1.  $V_1 = \sqrt{2g(H+k-y_1)}$

2.  $Q = mb y_1 V_1$

3.  $V_2 = Q/A_2$

4.  $V_3 = Q/A_3$

5.  $y_1 = y_2 - \frac{V_2^2}{g} \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$

6.  $y_2 = H_1 - \frac{V_3^2}{g} \left( \frac{V_2}{V_3} - 1 \right)$

Digunakan metoda trial & error :

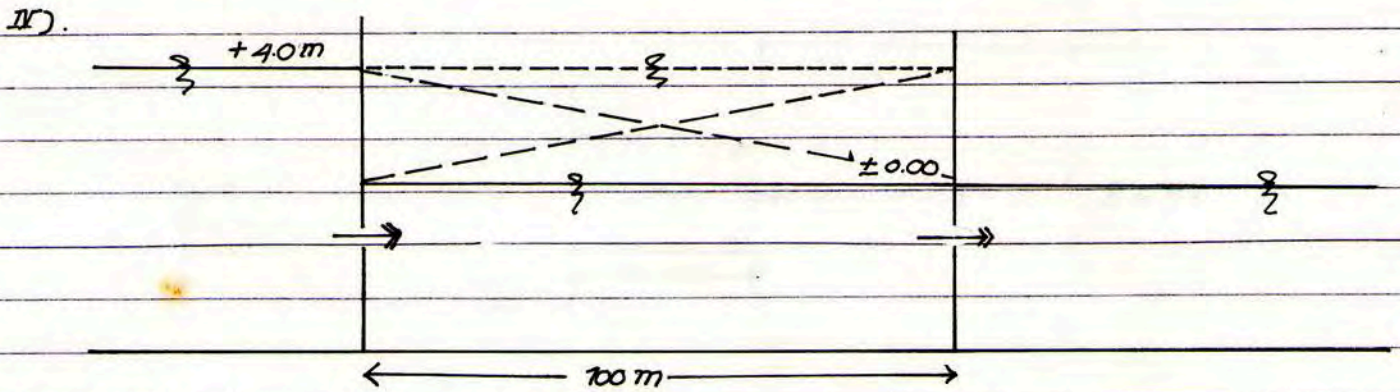
$y_1$ (m)	$y_2$ (m)	$V_1$ (m/d)	$Q$ (m <sup>3</sup> /d)	$V_2$ (m/d)	$V_3$ (m/d)	$y_1$ (m)	$y_2$ (m)
1	1	3.317	7.960	2.653	0,663	0.992	1.168
0.900	1.200	3.606	7.789	2.163	0,649	0.890	1.202
0.890	1.202	3.633	7.760	2.152	0.647	0.884	1.203
0.876	1.204	3.672	7.718	2.137	0.643	0.876	1.204
0.876	1.204	3.672	7.719	2.137	0.643	0.876	1.204

$Q = A_0 V_0 = B_0 \cdot 1,8 \cdot 1 \rightarrow B = 4,288 \text{ m}$

Jadi a)  $Q = 7,719 \text{ m}^3/\text{det}$

b)  $B_0 = 4,288 \text{ m}$





• Waktu utk membuat elevasi m. ± +4.0m adalah

$$t_1 = \frac{2V}{Q_0}$$

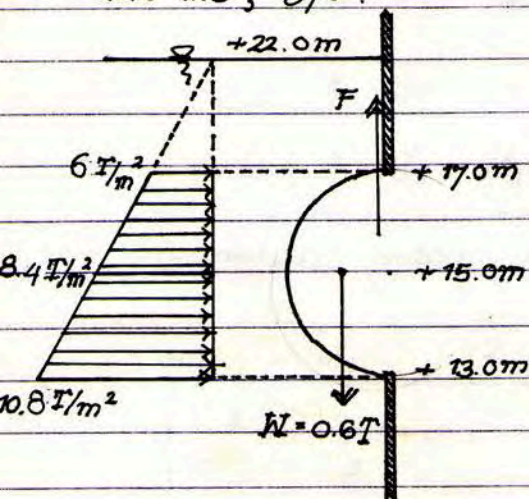
$$= \frac{2 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 4}{C_d \cdot A \sqrt{2gh}} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 4}{0,6 \cdot 2 \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 4}} = 2236,068 \text{ detik}$$

$$= \underline{\underline{37,268 \text{ menit}}}$$

$$t_2 = t_1 = \underline{\underline{37,268 \text{ menit}}}$$

Jadi waktu kapal untuk melewati "water lock" =  $t_1 + t_2 + 10$   
 $= 84,536 \text{ menit}$   
 $= \underline{\underline{1,41 \text{ jam}}}$

hal 128, 1978.



• Gaya gesek

$$N_f = f \cdot N$$

$$= 0,3 \cdot (8,4 \text{ T}^2) = 31,667 \text{ Ton}$$

• Gaya F

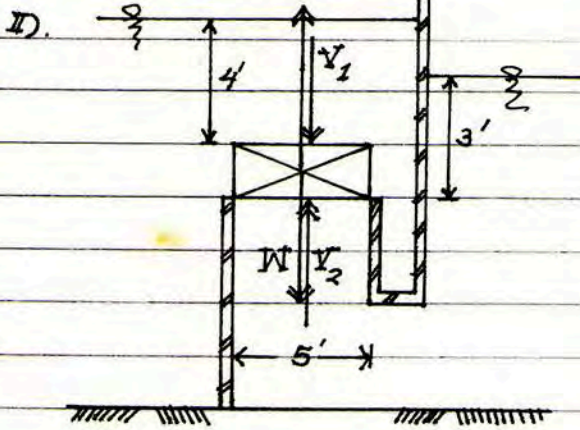
$$F = N_f + N$$

$$= 31,667 + 0,6$$

$$= \underline{\underline{32,267 \text{ Ton}}}$$



hal 127.



• Agar pintu tetap pada posisinya  $\Sigma V = 0$

$$F = W + Y_1 - Y_2$$

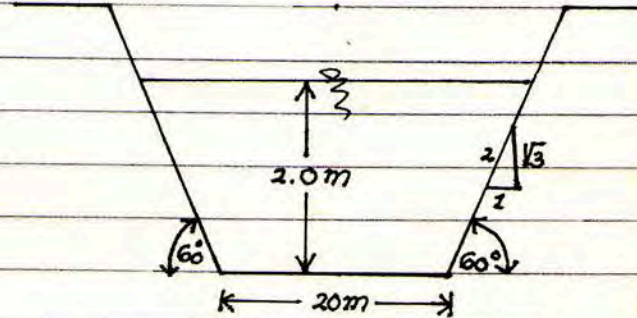
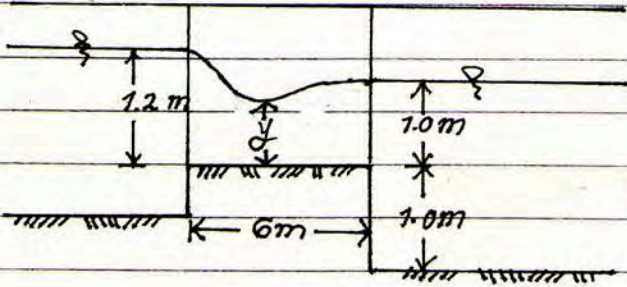
$$= 1000 + \frac{1}{4} \pi 5^2 \cdot 4 \cdot 62,4 - \frac{1}{4} \pi 5^2 \cdot 3 \cdot 64$$

$$= 2130,973 \text{ lbs}$$

Jadi gaya penahan pintu :

$$F = 2130,973 \text{ lbs}$$

Contoh sluiskoker pendek pada hal.



Diketahui :  $V_0 = 0$

$$b = 5 \text{ m}$$

$$m = 0,9$$

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

Ditanyakan :  $Q$

Hitungan :

$$\text{Rumus : } 1) V_1 = \sqrt{2g(H+k-y)}$$

$$2) Q = mbyV_1$$

$$3) V_2 = Q/A_2$$

$$4) y = H_1 - \frac{V_2^2}{g} \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

Trial & error :

a)  $y = \frac{2}{3} H = 0,8 \text{ m}$

$$V_1 = 2,828 \text{ m/det}$$

$$Q = 10,182 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V_2 = 0,241 \text{ m/det}$$

$$y = 0,938 \text{ m}$$

b)  $y = 0,953 \text{ m}$

$$V_1 = 2,221$$

$$Q = 9,527$$

$$V_2 = 0,225$$

$$y = 0,955 \text{ m}$$

c)  $y = 0,955 \text{ m}$

$$V_1 = 2,212$$

$$Q = 9,510$$

$$V_2 = 0,225$$

$$y = 0,955 \text{ m}$$

d)  $y = 0,9553 \text{ m}$

$$V_1 = 2,212 \text{ m/det}$$

$$Q = 9,51 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V_2 = 0,225 \text{ m}$$

$$y = 0,9553 \text{ m}$$



SOAL UJIAN SEMESTER GENAP TH. 1983 / 1984

MATAKULIAH : Hidrolika

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

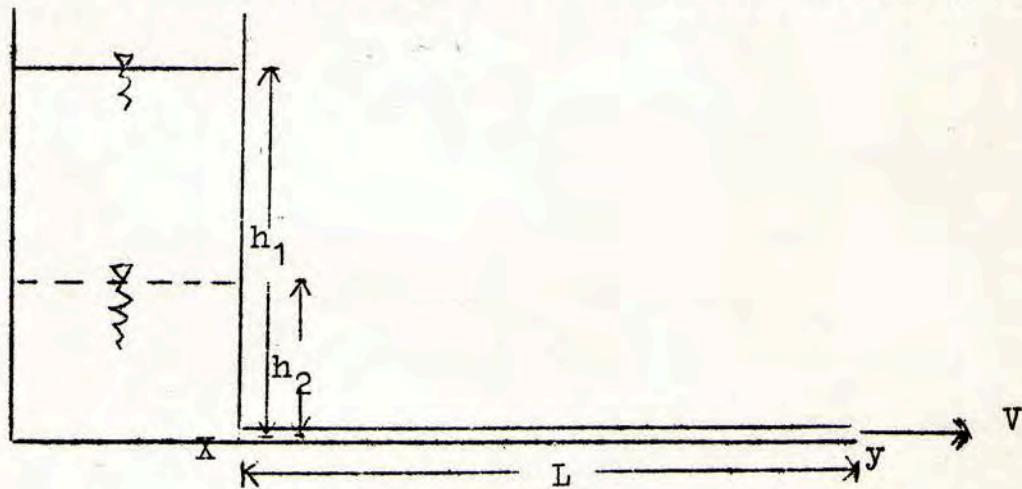
WAKTU/TANGGAL : 90 Menit/25 Juli 1984

SIFAT UJIAN : Buku tertutup

DOSEN PENGUJI : IR. DJOKO LUKNANTO

1. Sebuah rumah tangga mempunyai tandon air dengan elevasi muka air tetap pada + 120,00 m. Tandon air ini dihubungkan dengan sebuah air mancur dengan sebuah pipa berdiameter 1 inch (= 2,54 cm) Pipa penghubung mempunyai panjang 20 m dengan 3 buah belokan. Debit yang mengalir melalui pipa sebesar 20 liter/menit. Masing - masing belokan mempunyai koefisien kehilangan tenaga  $k=0,5$  Jika elevasi ujung pipa air mancur + 110,00 m, hitung tinggi air mancur yang terjadi ( dlm meter). (  $g = 9,81 \text{ m/det}^2$  , konstanta kekasaran pipa  $\lambda = 0,03$  )

2.



Sebuah bejana mempunyai tampang lintang tetap =  $A \text{ m}^2$ , dihubungkan dengan pipa dengan diameter =  $D \text{ m}$  , panjang =  $L \text{ m}$  dan konstanta kekasaran pipa =  $\lambda$  Kehilangan tenaga di titik  $x$  diabaikan.

Pertanyaan : a) Dengan menggunakan hukum Bernoulli, buktikan bahwa

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \lambda \frac{L}{D}}}$$

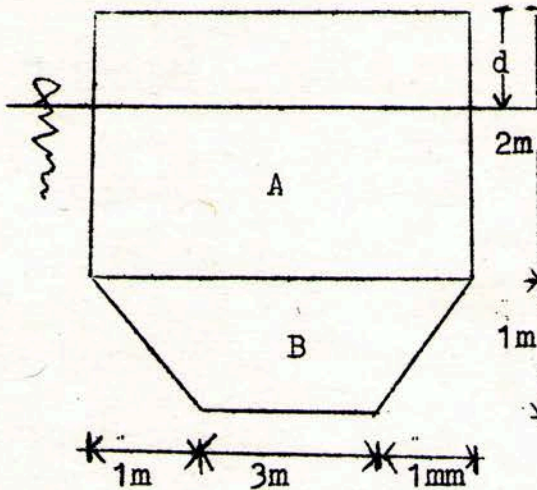
$h$  = selisih tinggi muka air dalam bejana dengan titik  $y$

b) Dengan menggunakan persamaan a), hitung waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan muka air dalam bejana dari  $h_1$  ke  $h_2$



3. Suatu benda seperti tergambar terdiri dari dua bagian yaitu :

- bagian A dengan berat jenis  $0,8 \text{ T/m}^3$
- bagian B dengan berat jenis  $0,9 \text{ T/m}^3$



Panjang benda 8 m Benda ini diapungkan dalam air dengan berat jenis  $1 \text{ T/m}^3$

Hitunglah.

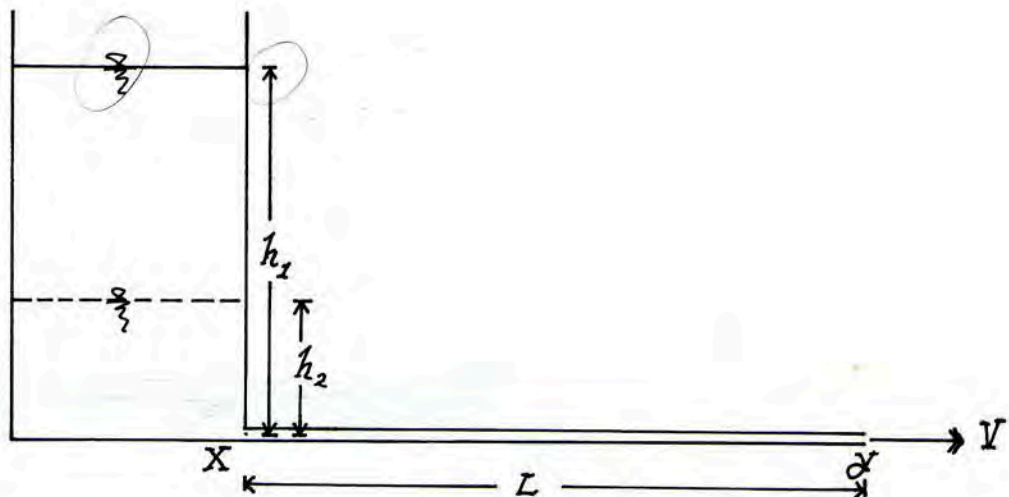
- a. Letak pusat berat benda ( dari sisi atas benda )
- b. Letak pusat apung (dari sisi atas benda )
- c. Jarak  $d$  ? ( lihat gambar )
- d. Tinggi metacentrum dan bagaimana sifat pengapungan.



Ujian Hidrolika I  
 Waktu : 90 menit  
 (CLOSED BOOK)

1. Sebuah rumah tangga mempunyai tandon air dengan elevasi muka air tetap pada +120,00 m. Tandon air ini dihubungkan dengan sebuah air mancur dengan sebuah pipa ber-diameter 1 inch (= 2,54 cm). Pipa penghubung mempunyai panjang 20 m dengan 3 buah belokan. Debit yang mengalir melalui pipa sebesar 20 liter/menit. Masing-masing belokan mempunyai koefisien kehilangan tenaga  $k = 0,5$ . Jika elevasi ujung pipa air mancur +110,00 m, hitung tinggi air mancur yang terjadi (dalam meter). ( $g = 9,81 \text{ m/det}^2$ , konstanta kekasaran pipa  $\lambda = 0,03$ ).

2.



Sebuah bejana mempunyai tampang lintang tetap =  $A \text{ m}^2$ , dihubungkan dengan pipa dengan diameter =  $D \text{ m}$ , panjang =  $L \text{ m}$  dan konstanta kekasaran pipa =  $\lambda$ . Kehilangan tenaga di titik  $X$  diabaikan.

Pertanyaan : a). Dengan menggunakan hukum Bernoulli, buktikan bahwa

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \lambda \frac{L}{D}}}$$

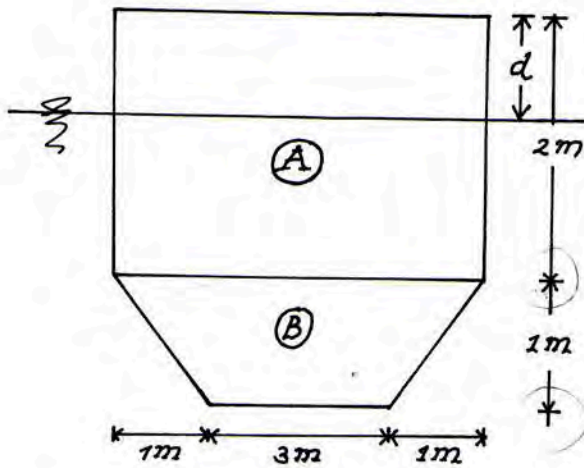
$h$  = selisih tinggi muka air dalam bejana dengan titik  $Y$

b). Dengan menggunakan persamaan a), hitung waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan muka air dalam bejana dari  $h_1$  ke  $h_2$



(2)

3. Suatu benda seperti tergambar terdiri dari dua bagian yaitu :



- bagian A dengan berat jenis  $0,8 \text{ T/m}^3$
- bagian B dengan berat jenis  $0,9 \text{ T/m}^3$

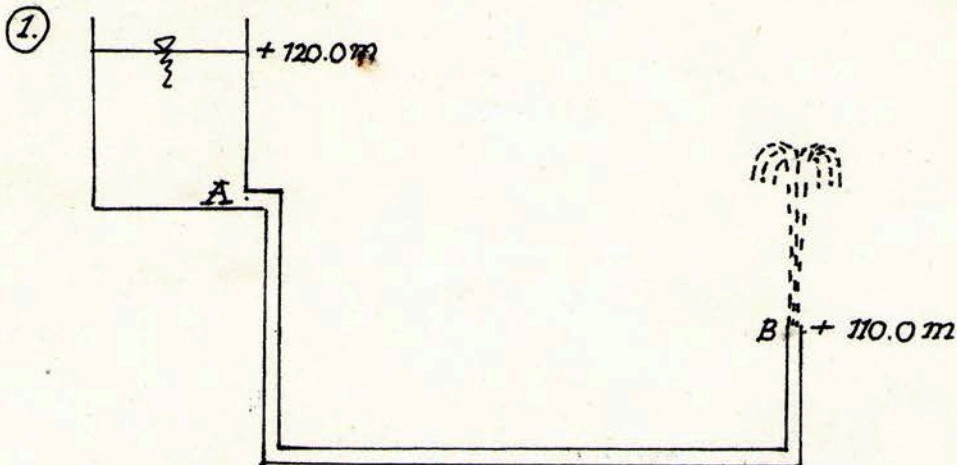
Lonjong benda 8 m. Benda ini mengapung  
kan dalam air dengan berat jenis  
 $1 \text{ T/m}^3$ .

Hitunglah :

- Letak pusat berat benda (dari sisi atas benda)
- Letak pusat apung (dari sisi atas benda)
- Jarak  $d$  ? (lihat gambar)
- Tinggi metacentrum dan bagaimana sifat pengapungannya.



Jawaban Ujian Hidrolika I  
FNT - UGM  
tanggal 25 Juli 1984



$$Q = 20 \text{ l/menit} = 333,333 \text{ cm}^3/\text{det}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 2,54^2 = 5,067 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{333,333}{5,067} = 65,78 \text{ cm/det}$$

$$= 0,658 \text{ m/det}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0,658^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,0221 \text{ m}$$

Kehilangan tinggi tenaga sepanjang AB adalah :

1. Kehilangan tenaga karena gesekan sepanjang AB

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0,03 \cdot \frac{20}{0,0254} \cdot 0,0221 = 0,521 \text{ m}$$

2. Kehilangan tenaga pada 3 belokan :

$$h_b = 3 \cdot k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$= 3 \cdot 0,5 \cdot 0,0221 = 0,033 \text{ m}$$

$$h_{\text{total}} = 0,554 \text{ m}$$

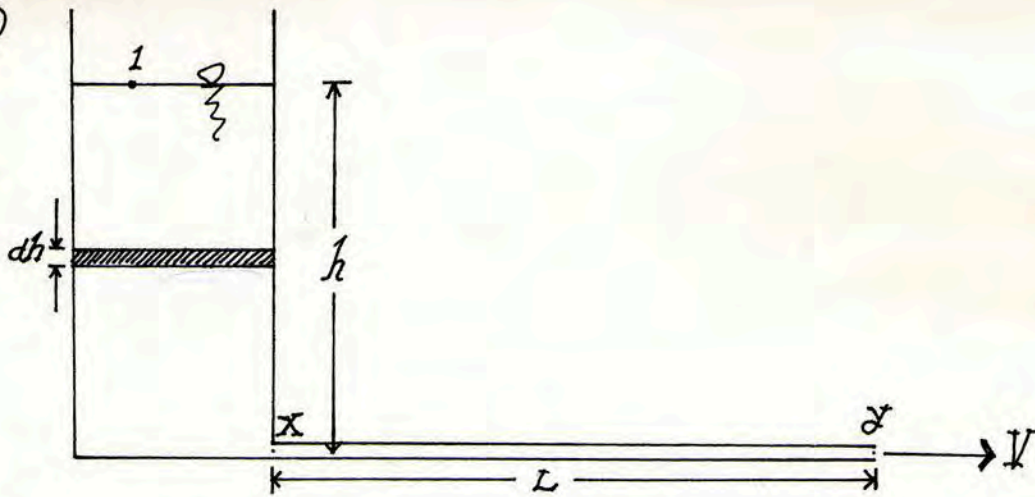
Jadi elevasi air mancur = +120,00 - 0,554 = +119,446 m ,

maka tinggi air mancur yang terjadi :

$$+119,446 - 110 = \underline{\underline{9,446 \text{ m}}}$$



②



a) Persamaan Bernoulli dititik 1 dan y

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_y + \frac{p_y}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + h_f$$

$$z_1 + \frac{A}{\gamma} + 0 = z_y + \frac{A}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$z_1 - z_y = \left(1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}\right) \frac{V^2}{2g}$$

Jadi 
$$V = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}} \quad (\text{terbukti})$$

b) Waktu penurunan

Misal air turun sebesar \$dh\$, maka volume air berkurang sebesar :  $d(\text{Vol}) = A \cdot dh \dots (I)$

Misal pada saat air turun \$dh\$ waktu yang dibutuhkan adalah \$dt\$ maka volume yang melalui lubang \$y\$ :

$$d(\text{Vol}) = Q dt$$

$$= a \cdot V \cdot dt \longrightarrow a = \text{luas tampang pipa } X-Y$$

$$= a \cdot \sqrt{\frac{2gh}{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}} \cdot dt \dots (II)$$

(I) harus = (II),

$$A \cdot dh = a \sqrt{\frac{2g}{1 + \lambda \frac{L}{D}}} h^{1/2} dt \longrightarrow dt = \frac{A}{a} \sqrt{\frac{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}{2g}} \frac{dh}{h^{1/2}}$$

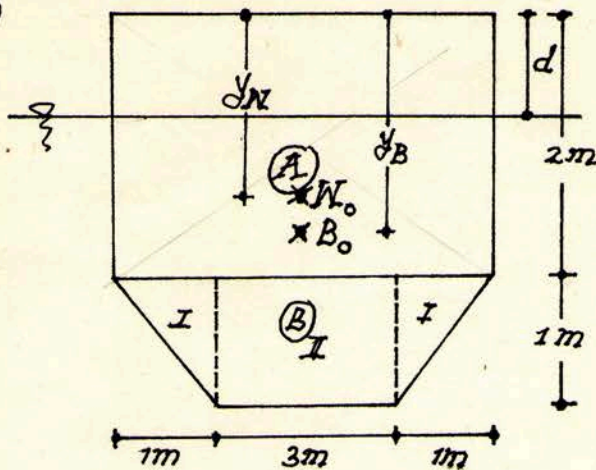
$$t = \frac{A}{\frac{1}{4} \pi D^2} \sqrt{\frac{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}{2g}} \int_{h_2}^{h_1} h^{-1/2} dh$$

$$= \frac{4A}{\pi D^2} \sqrt{\frac{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}{2g}} \left[ 2 h^{1/2} \right]_{h_2}^{h_1}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan air untuk turun \$h\_1 - h\_2 = \frac{8A}{\pi D^2} \sqrt{\frac{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D}}{2g}} (h\_1^{1/2} - h\_2^{1/2})\$



3



a) Mencari pusat berat terhadap sisi atas :

Bagian	Berat (Ton)	$y$ (m)	Berat $\times y$
A	$2.5.8.0,80 = 64$	1,0	64
$B_I$	$1.1.8.0,90 = 7,2$	2,333	16,8
$B_{II}$	$3.1.8.0,90 = 21,6$	2,5	54
$\Sigma W =$	92,8	$\Sigma W.y =$	134,8 Tm

Jadi berat benda ( $\Sigma W$ ) = 92,80 Ton

pusat berat  $y_N = \frac{\Sigma W.y}{\Sigma W}$

$$= \frac{134,8}{92,8} = \underline{\underline{1,453 \text{ m}}}$$

b). Mencari pusat spung terhadap sisi atas

Bagian	Gaya spung (T)	$y$ (m)	Gy. spung $\times y$ (Tm)
A	$(2-d).5.8.1 = 80 - 40d$	$d + \frac{1}{2}(2-d)$	$(80 - 40d)(1 + \frac{1}{2}d)$
$B_I$	$1.1.8.1 = 8$	2,333	18,667
$B_{II}$	$3.1.8.1 = 24$	2,50	60
$\Sigma B =$	$112 - 40d$	$\Sigma B.y =$	$78,667 + (80 - 40d)(1 + \frac{1}{2}d)$

Berat benda = gaya spung

$$92,8 = 112 - 40d \rightarrow d = 0,48 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Didapat } \Sigma B.y &= 78,667 + (80 - 40 \cdot 0,48)(1 + \frac{1}{2} \cdot 0,48) \\ &= 154,059 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi pusat spung  $y_B = \frac{\Sigma B.y}{\Sigma B}$

$$= \frac{154,059}{92,8} = \underline{\underline{1,66 \text{ m}}}$$



c)  $d \approx 0,48 \text{ m}$

d) Ternyata pusat berat benda diatas pusat apung (karena  $y_N < y_B$ )  
dengan jarak  $\overline{B_0N_0} = y_B - y_N$   
 $\approx 0,207 \text{ m}$

maka tinggi metacentrum :

$$m = \frac{I_{min}}{V} - \overline{B_0N_0} \rightarrow \text{ - karena } y_N < y_B$$

$$I_{min} = \frac{1}{12} bh^3$$
$$\approx \frac{1}{12} \cdot 8 \cdot 5^3 = 83,333 \text{ m}^4$$

$$V \approx 92,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi } m = \frac{83,333}{92,80} - 0,207 = \underline{\underline{0,691 \text{ m}}}$$

Karena  $m > 0$  maka sifat pengapungannya : stabil

---

29.08.84 *jud*