

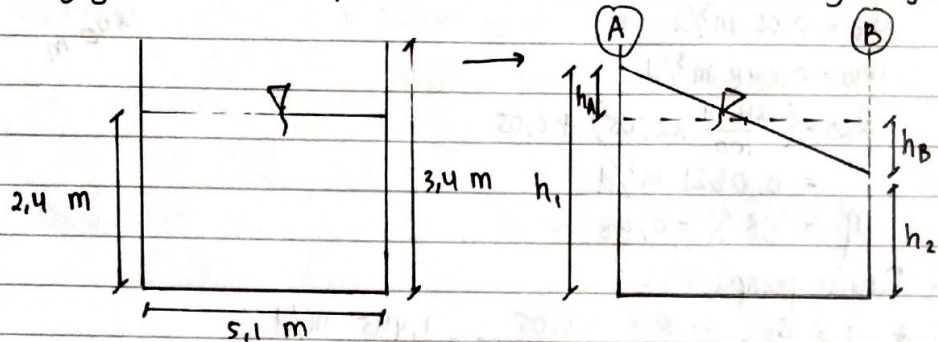
1. Zat cair dalam kesetimbangan relatif

Tangki segiempat dengan panjang 5,1 m lebar 1,8 m dan tinggi 3,4 m berisi air dengan kedalaman 2,4 m bergerak dengan percepatan horizontal $4,24 \text{ m/d}^2$ dalam arah panjang tangki. Cari kemiringan permukaan air dan gaya tekanan pada sisi muka dan belakang tangki.

$D_1; B = 1,8 \text{ m}$

$g = 9,81 \text{ m/d}^2$

$a_x = 4,24 \text{ m/d}^2$



$D_2; \theta = \dots?$

$F_A \text{ dan } F_B = \dots?$

$D_3; \bullet \text{ tg } \theta = \frac{a_x}{g}$

$= \frac{4,24}{9,81}$

$= 0,432$

$\theta = 23,364^\circ$

$\bullet h_A \text{ (sisi belakang)}$

$h_A = 2 \cdot \text{tg } \theta$

$= 2(0,432)$

$= 0,864$

$h_1 = 2,4 + 0,864$

$= 3,264 \text{ m}$

$\bullet h_A = h_B = 0,864$

$h_2 = 2,4 - 0,864$

$= 1,536 \text{ m}$

\bullet Gaya hidrostatis

belakang

$F_A = \frac{1}{2} h_1^2 \rho g B$

$= \frac{1}{2} (3,264)^2 (1000)(9,81)(1,8)$

$= 94061 \text{ N}$

$= 94,061 \text{ kN}$

Sisi muka

$F_B = \frac{1}{2} h_2^2 \rho g B$

$= \frac{1}{2} (1,536)^2 (1000)(9,81)(1,8)$

$= 20830 \text{ N}$

$= 20,83 \text{ kN}$

2. Aliran melalui pipa

Air dengan kekentalan kinematik $1,11 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$ dipompa dari kolam A menuju kolam B dengan selisih elevasi muka air sebesar 21 m, melalui pipa besi tuang ($K_0 = 0,00018 \text{ m}$) sepanjang 1840 m dan diameter 0,21 m. Debit aliran adalah $0,05 \text{ m}^3/\text{d}$. Setelah dipakai selama 10 tahun debit aliran berkurang menjadi $0,044 \text{ m}^3/\text{d}$. Apabila debit aliran pada 20 tahun berikutnya meningkat sebesar 24,14%. berapakah daya pompa yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, apabila efisiensi pompa 98%?

X Y Z
4 1 8

$D_1; v = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$

$H_s = 21 \text{ m}$

$K_0 = 0,00018 \text{ m}$

$L = 1840 \text{ m}$

$D = 0,21 \text{ m}$

$Q_0 = 0,05 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{10} = 0,048 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{20} = \left(\frac{24,14}{100} \times 0,05 \right) + 0,05$
 $= 0,0621 \text{ m}^3/\text{d}$

$\eta = 98\% = 0,98$

$D_2; \text{Daya pompa} = \dots ?$

$D_3; * v = \frac{Q_0}{A} = \frac{0,05}{\frac{1}{4}\pi(0,21)^2} = \frac{0,05}{0,0346} = 1,445 \text{ m/d}$

$* Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,445 \cdot 0,21}{1,11 \cdot 10^{-6}} = 0,2733 \cdot 10^6 = 2,733 \cdot 10^5$

$* \frac{K_0}{D} = \frac{0,00018}{0,21} = 0,00086$

* Dari grafik moody $f = 0,019$

* Kehilangan tenaga karena gesekan

$h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \cdot Q^2 = \frac{8(0,019)(1840)}{9,81(3,14)^2(0,21)^5} \cdot (0,05)^2 = \frac{0,6992}{0,0395} = 17,7 \text{ m}$

* Tinggi tekanan total

$H = H_s + h_f$
 $= 21 + 17,7$
 $= 38,7 \text{ m}$

* Daya pompa

$P = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75 \eta} = \frac{0,05(38,7)(1000)}{75(0,98)} = \frac{1935}{73,5} = 26,33 \text{ hp}$

Setelah berfungsi selama 10 tahun

* $Q_{10} = 0,048 \text{ m}^3/\text{d}$

* $v = \frac{Q_{10}}{A} = \frac{0,048}{\frac{1}{4}\pi(0,21)^2} = \frac{0,048}{0,0346} = 1,387 \text{ m/d}$

* $Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,387(0,21)}{1,11 \cdot 10^{-6}} = 0,2624 \cdot 10^6 = 2,624 \cdot 10^5$

X Y Z
4 1 8

$$* h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \cdot Q^2$$

$$f = \frac{h_f \cdot g \cdot \pi^2 \cdot D^5}{8 \cdot L \cdot Q^2}$$

$$= \frac{17,7(9,81)(3,14)^2(0,21)^5}{8(1840)(0,048)^2}$$

$$= \frac{0,6991}{33,915}$$

$$= 0,02$$

$$* \text{ Dari grafik moody } \frac{k_{10}}{D} = 0,001$$

$$k_{10} = 0,001 \times 0,21$$

$$= 0,00021$$

* Pertambahan ketasaran pipa

$$k_{10} = k_0 + \delta \cdot 10$$

$$0,00021 = 0,00018 + \delta \cdot 10$$

$$\delta = \frac{0,00021 - 0,00018}{10}$$

$$\delta = 0,000003 \text{ m/tahun}$$

Setelah berfungsi selama 20 tahun

$$k_{20} = k_0 + \delta \cdot 20$$

$$= 0,00018 + 0,000003(20)$$

$$= 0,00024$$

$$* \frac{k_{20}}{D} = \frac{0,00024}{0,21} = 0,0011$$

$$* Q_{20} = 0,0621 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$* V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0621}{\frac{1}{4}\pi(0,21)^2} = 1,795 \text{ m/d}$$

$$* Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1,795(0,21)}{1,11 \cdot 10^{-6}} = 3,39 \cdot 10^5$$

* Dari grafik moody $f = 0,02$

* Kehilangan tenaga

$$h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \cdot Q^2$$

$$= \frac{8(0,02)(1840)}{9,81(3,14)^2(0,21)^5} (0,0621)^2$$

$$= \frac{1,1353}{0,0395} = 28,74 \text{ m}$$

* Tinggi tetapan total

$$H = H_s + h_f$$

$$= 21 + 28,74$$

$$= 49,74 \text{ m}$$

* Daya pompa yang diperlukan setelah pipa berfungsi 20 tahun

$$P = \frac{Q H \gamma}{75 \eta}$$

$$= \frac{0,0621(49,74)(1000)}{75(0,98)}$$

$$= 40,36 \text{ hp} \approx 40 \text{ hp}$$

Jadi, daya pompa yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air setelah pipa berfungsi 20 tahun minimal sebesar 40 hp.

SENJA KARISMA PUTRI / 452141

X Y Z
4 1 8

3. Saluran pipa terbuat dari beton dengan diameter 1,12 m mengalirkan air dengan ketentalan kinematik $1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$ dengan debit $2 \text{ m}^3/\text{d}$ dan kehilangan tenaga 5 m tiap 1000 m panjang. Hitung kekasaran permukaan rerata pipa tersebut.

D₁; $D = 1,12 \text{ m}$

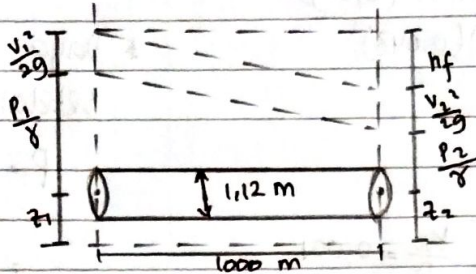
$\nu = 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$

$Q = 2 \text{ m}^3/\text{d}$

$h_f = 5 \text{ m}$

$L = 1000 \text{ m}$

D₂; $k = \dots?$



D₃; $* V = \frac{Q}{A} = \frac{2}{\frac{1}{4} \pi (1,12)^2} = \frac{2}{0,98} = 2,03 \text{ m/d}$

$* Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{2,03 (1,12)}{1,12 \cdot 10^{-6}} = 2,03 \times 10^{-6}$

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

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

$= \frac{5 (1,12) \cdot 2 (9,81)}{1000 (2,03)^2}$

$= 0,026$

$* \text{Dari grafik moody } \frac{k}{D} = 0,003$

$k = 0,003 \times 1,12$

$= 0,00336 \text{ m}$

$* \text{Jadi, kekasaran permukaan rerata pipa adalah } 0,00336 \text{ m}.$

4. Saluran pipa terbuat dari beton dengan diameter 1,0 meter mengalirkan air dengan ketentalan kinematik $1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$ dengan debit $3,4 \text{ m}^3/\text{d}$ dan kehilangan tenaga 4,48 m tiap 100 m panjang. Hitung kekasaran permukaan rerata pipa tersebut.

D₁; $D = 1 \text{ m}$

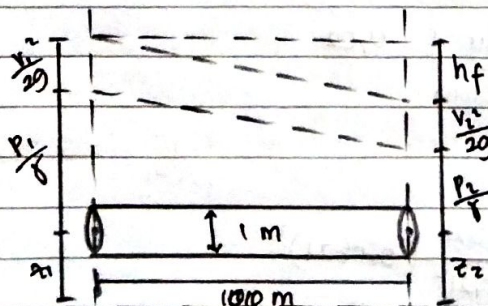
$\nu = 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$

$Q = 3,4 \text{ m}^3/\text{d}$

$h_f = 4,48 \text{ m}$

$L = 100 \text{ m}$

D₂; $k = \dots?$



x y z
4 1 8

$$D_3; * v = \frac{Q}{A} = \frac{3,4}{\frac{1}{4} \pi (1)^2} = \frac{3,4}{0,785} = 4,33 \text{ m/d}$$

$$* Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{4,33 (1)}{1,12 \cdot 10^{-6}} = 3,87 \times 10^6$$

$$* h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$f = \frac{h_f \cdot D \cdot 2g}{L \cdot v^2}$$

$$= \frac{4,48 \cdot 1 \cdot 2(9,81)}{1010 (4,33)^2}$$

$$= \frac{87,8976}{18936,389}$$

$$= 0,0046$$

$$= 0,0046$$

* kekasaran permukaan rerata pipa

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{3,71 \cdot D}{k}$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,0046}} = 2 \log \frac{3,71 \cdot 1}{k}$$

$$\frac{1}{2 \sqrt{0,0046}} = \log \frac{3,71}{k}$$

$$7,37 = \log \frac{3,71}{k}$$

$$10^{7,37} = \frac{3,71}{k}$$

$$k = \frac{3,71}{10^{7,37}}$$

$$k = 0,000000371 \text{ m}$$

5. Suatu pipa sepanjang 7,4 km dan diameter 71,5 cm menghubungkan dua buah kolam A dan B dengan elevasi muka air kolam B adalah 38,5 m dibawah kolam A. Di tengah-tengah pipa AB tersebut terdapat kran yang dapat melewatkan air untuk mengisi kolam C. koefisien gesekan pipa $f = 0,0064$. kehilangan tenaga sekunder diabaikan, percepatan gravitasi $g = 9,81 \text{ m/d}^2$. Ditanyakan debit aliran menuju kolam B apabila (a) kran menuju c ditutup
(b) kran menuju c dibuka dengan debit 180 l/d

SENJA KARISMA PUTRI / 457141

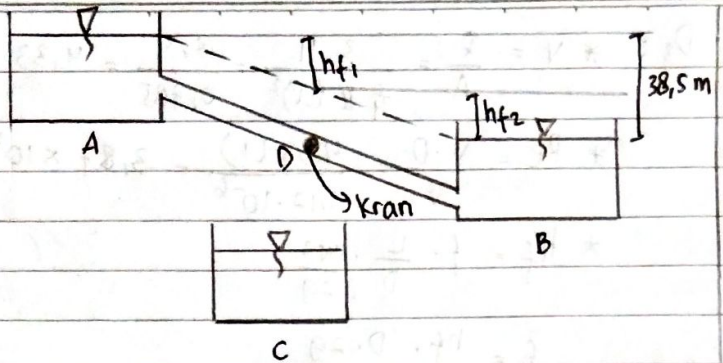
X Y Z
4 1 8

D₁; L = 7,4 km = 7400 m
D = 71,5 cm = 0,715 m
H = 38,5 m

f = 0,0064

g = 9,81 m/d²

Kehilangan tenaga sekunder diabaikan.



D₂; a.) Q kran ditutup

b.) Q kran dibuka dgn

Q_{kran} = 180 l/d = 0,18 m³/d

D₃; a.) Debit aliran menuju kolam B ketika kran menuju C ditutup

$$h_f = \frac{8 \cdot f \cdot L}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \cdot Q^2$$

$$Q^2 = \frac{h_f \cdot g \cdot \pi^2 \cdot D^5}{8 \cdot f \cdot L}$$

$$Q^2 = \frac{38,5 (9,81) (3,14)^2 (0,715)^5}{8 (0,0064) (7400)}$$

$$Q^2 = \frac{695,86}{378,88}$$

$$Q = \sqrt{1,8366}$$

$$Q = 1,355 \text{ m}^3/\text{d}$$

b.) Debit aliran menuju kolam B ketika kran dibuka dengan debit 180 liter/d (Q = 0,18 m³/d)

• Debit pada pipa AD ⇒ Q_{AD} = Q + 0,18

• Debit pada pipa DB ⇒ Q_{DB} = Q

Kehilangan tenaga akibat gesekan

$$h_{f1} + h_{f2} = 38,5$$

$$\left[\frac{8 f_1 L_1}{g \pi^2 D_1^5} \times (Q + 0,18)^2 \right] + \left[\frac{8 f_2 L_2}{g \pi^2 D_2^5} \times Q^2 \right] = 38,5 \Rightarrow \text{Karena sifat pipa AD dan DB Sama.}$$

$$\frac{8 \cdot f \cdot L}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \times ((Q + 0,18)^2 + Q^2) = 38,5$$

$$\frac{8 (0,0064) (7400)}{9,81 (3,14)^2 (0,715)^5} \times ((Q + 0,18)^2 + Q^2) = 38,5$$

$$20,96 \times (2Q^2 + 0,36Q + 0,0324) = 38,5$$

$$2Q^2 + 0,36Q + 0,0324 = 1,84$$

SENJA KARISMA PUTRI / 457141

X	Y	Z
4	1	8

$$2Q^2 + 0,36Q + 0,0324 = 1,84$$

$$2Q^2 + 0,36Q - 1,8076 = 0 \quad : 2$$

$$Q^2 + 0,18Q - 0,9 = 0$$

$$Q_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{-0,18 \pm \sqrt{(0,18)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-0,9)}}{2 \cdot 1}$$

$$= \frac{-0,18 \pm \sqrt{3,6324}}{2}$$

$$= \frac{-0,18 \pm 1,9}{2}$$

$$Q_1 = \frac{-0,18 + 1,9}{2} = 0,86 \rightarrow \text{memenuhi}$$

$$Q_2 = \frac{-0,18 - 1,9}{2} = -1,04$$

maka :

$$Q_{AD} = Q + 0,18$$

$$= 0,86 + 0,18$$

$$= 1,04 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{DB} = Q$$

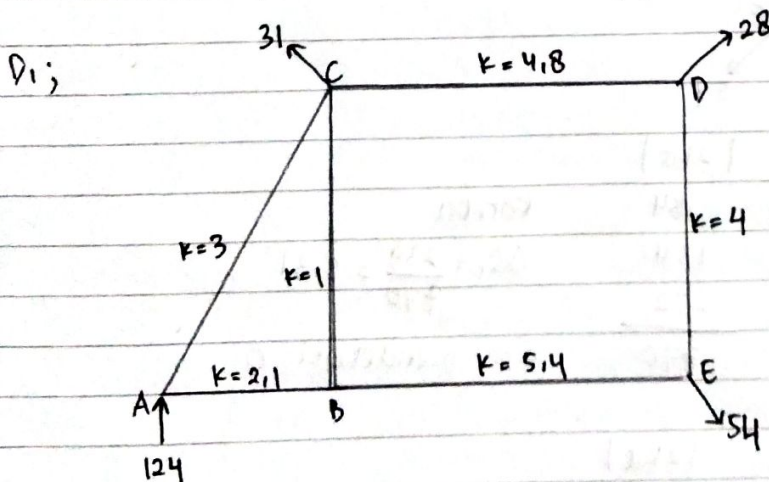
$$= 0,86 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{total}} = Q_{AD} + Q_{DB}$$

$$= 1,04 + 0,86$$

$$= 1,9 \text{ m}^3/\text{d}$$

6. Aliran mantap melalui sistem pipa

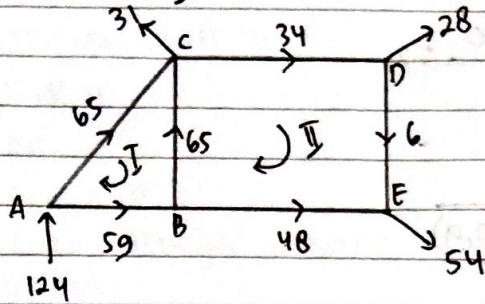


D_2 ; Hitung debit di tiap pipa menggunakan cara cross

SENJA KARISMA PUTRI / 457141

X Y z
4 1 8

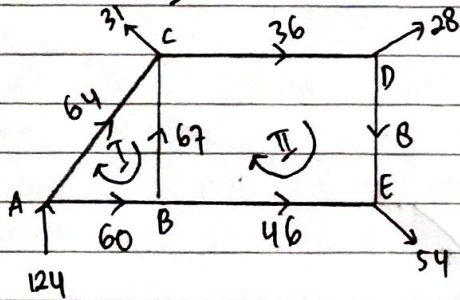
D_3 ; * Pendekatan I



Jaring I	kQ^2	$ 2kQ $	
AC	12675	390	Koreksi
CB	-4225	130	$\Delta Q_1 = \frac{1139,9}{767,8} = 1,48$
BA	-7310,1	247,8	
	<u>1139,9</u>	<u>767,8</u>	belum mendekati 0

Jaring II	kQ^2	$ 2kQ $	
BC	4225	130	Koreksi
CD	5548,8	326,4	$\Delta Q_2 = \frac{-2523,8}{1541,2} = -1,637$
DE	144	48	
EB	-12441,6	518,4	
	<u>-2523,8</u>	<u>1541,2</u>	belum mendekati 0

* Pendekatan II



Jaring I	kQ^2	$ 2kQ $	
AC	12288	384	Koreksi
CB	-4489	134	$\Delta Q_1 = \frac{239}{770} = 0,31$
BA	-7560	252	
	<u>239</u>	<u>770</u>	mendekati 0

Jaring II	kQ^2	$ 2kQ $	
BC	4489	134	Koreksi
CD	6220,8	345,6	$\Delta Q_2 = \frac{-460,6}{1040,4} = -0,4426$
DE	256	64	
EB	-11426,4	496,8	
	<u>-460,6</u>	<u>1040,4</u>	mendekati 0

x y z
4 1 8

7. Hidrolika Saluran terbuka

Tentukan kedalaman aliran pada saluran trapesium dengan koefisien Manning $n = 0,018$, kemiringan lereng $0,024$, dan debit yang terjadi adalah $18,41$ cfs. Bila lebar bawah saluran adalah $3,4$ feet.

Gunakan iterasi Newton dalam estimasi kedalaman aliran dengan debit yang terjadi. $1 : z = 1 : 2,4$

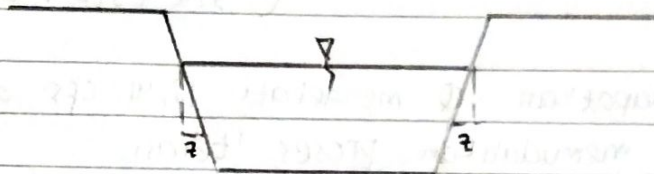
$D_1; n = 0,018$

$S_0 = 0,024$

$Q = 18,41$ cfs

$B = 3,4$ ft

$z = 2,4$



$D_2; y$ (kedalaman) = ...?

$D_3; \bullet$ luas tampang basah

$$A = (B + (B + 2zY)) \frac{Y}{2}$$

$$= (3,4 + (3,4 + 2 \cdot 2,4 \cdot Y)) \frac{Y}{2}$$

$$= (6,8 + 4,8Y) \frac{Y}{2}$$

$$A = 3,4Y + 2,4Y^2$$

\bullet keliling basah

$$P = B + 2 \left(Y \sqrt{1 + z^2} \right)$$

$$= 3,4 + 2 \left(Y \sqrt{1 + (2,4)^2} \right)$$

$$= 3,4 + 2 \left(Y \sqrt{6,76} \right)$$

$$= 3,4 + 2 \left(2,6Y \right)$$

$$= 3,4 + 5,2Y$$

\bullet jari-jari

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3,4Y + 2,4Y^2}{3,4 + 5,2Y}$$

- Debit aliran

$$Q = A \left(\frac{1,49}{n} \right) R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}$$

$$= (3,4 Y + 2,4 Y^2) \left(\frac{1,49}{0,018} \right) \left(\frac{3,4 Y + 2,4 Y^2}{3,4 + 5,2 Y} \right)^{\frac{2}{3}} (0,024)^{\frac{1}{2}}$$

$$= (3,4 Y + 2,4 Y^2) (82,8) \left(\frac{3,4 Y + 2,4 Y^2}{3,4 + 5,2 Y} \right)^{\frac{2}{3}} (0,1549)$$

- Untuk mendapatkan Q mendekati 18,41 cfs dihitung menggunakan Excel untuk memudahkan proses iterasi

Y	Q	
1	11,28	
1,1	15,075	
1,15	17,127	
1,16	17,74	
1,17	18,21	
1,174	18,41	✓
1,175	18,45	
1,18	18,69	

Jadi kedalaman

$$y = 1,174$$

SENJA K.P/457141