

X	Y	Z
7	1	0

TUGAS 2 HIDROLIKA

1. Air dengan kekentalan kinematik $1,11 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ dipompa dari kolam A menuju kolam B dengan selisih elevasi muka air sebesar 21 m, melalui pipa besi tuang ($K_o = 0,00018 \text{ m}$) sepanjang 1070 m dan diameter 0,21 m. Debit aliran adalah $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$. Setelah dipakai selama 10 tahun debit aliran berkurang menjadi $0,040 \text{ m}^3/\text{s}$. Apabila debit aliran pada 20 tahun berikutnya meningkat sebesar 24,17%. Berapakah biaya pompa yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, apabila efisiensi pompa 90%?

- Diket: $V = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ $D = 0,21 \text{ m}$ $Q_{20} = 0,05 + (24,17\% \times 0,05)$
 $K_o = 0,00018$ $Q = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ $= 0,05 + 0,012085$
 $H_s = 21 \text{ m}$ $Q_{10} = 0,040$ $= 0,062085 \text{ m}^3/\text{s}$
 $L = 1070$ $\eta = 90\%$ $P_{20} = ?$

Jawab:

$\rightarrow V = Q / A$ (kecepatan)
 $= 0,05 / (\frac{\pi}{4} \cdot (0,21)^2)$
 $= 0,05 / 0,0346185$
 $= 1,4443 \text{ m/detik} \approx 1,44 \text{ m/detik}$

$\rightarrow Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$ (angka reynolds)
 $= \frac{1,44 \cdot 0,21}{1,11 \times 10^{-6}}$
 $= \frac{3,024 \cdot 10^{-1}}{1,11 \times 10^{-6}}$
 $= 2,724 \times 10^5$

$\rightarrow \frac{K_o}{D}$ (kekasaran pipa)
 $= \frac{0,00018}{0,21}$
 $= 0,000857143$

Dari grafik moody diperoleh $f = 0,05$

$\rightarrow h_f = \frac{8 \cdot f \cdot L}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \cdot Q^2$ (kehilangan tenaga karena gesekan)
 $= \frac{8 \cdot 0,05 \cdot 1070}{9,81 \cdot (3,14)^2 \cdot (0,21)^5} \cdot (0,05)^2$
 $= \frac{8 \cdot 0,05 \cdot 1070}{9,81 \cdot 9,859 \cdot 0,000408} \cdot (0,05)^2$
 $= \frac{428 \cdot 0,0025}{0,0395}$

$\rightarrow H = H_s + h_f$ (tekanan total pipa)
 $= 21 + 27,08 = 48,08 \text{ m}$

$\rightarrow P = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75 \cdot \eta}$ (Daya pompa)
 $= \frac{0,05 \cdot 48,08 \cdot 1000}{75 \cdot 0,90}$
 $= \frac{2404}{67,5} = 35,61 \text{ hp}$

$\rightarrow Q_{10} = 0,040$

$\cdot V = \frac{Q}{A} = \frac{0,040}{\frac{\pi}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,21)^2} = \frac{0,040}{0,0346} = 1,156 \text{ m}^3/\text{s}$

$\cdot h_f = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$
 $27,08 = \frac{8 \cdot f_{10} \cdot 1070 \cdot (0,05)^2}{9,81 \cdot (3,14)^2 \cdot (0,21)^5}$

$27,08 = \frac{21,4 \cdot f_{10}}{0,0395}$

$f_{10} = \frac{1,07}{21,4} = 0,0499$

$\rightarrow Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1,44 \cdot 0,21}{1,11 \times 10^{-6}} = 0,272 \cdot 10^6$

Dari grafik moody diperoleh $K/D = 0,015$

$K_{10} = 0,015 \times 0,21$
 $= 0,00315$

$$\rightarrow K_{10} = K_0 + \alpha$$

$$0,00315 = 0,00018 + \alpha$$

$$\alpha = 0,00297 \text{ m/tahun}$$

$$\rightarrow K_{20} = K_0 + \alpha \times 20$$

$$= 0,00018 + 0,0594$$

$$= 0,05958 \text{ m}$$

$$R_{20} = 0,062085$$

$$\bullet V = \frac{Q}{A} = \frac{0,062085}{0,0346} = 1,79 \text{ m/d}$$

$$\bullet Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1,79 \times 0,21}{1,11 \times 10^{-6}} = 0,338 \times 10^6$$

$$\rightarrow \frac{K_{20}}{D} = \frac{0,05958}{0,21} = 0,2837 \text{ (kekasaran relatif)}$$

Dari grafik moody diperoleh $f_{20} = 0,067$

$$\rightarrow h_{f20} = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot (R_{20})^2}{9 \pi^2 \cdot D^5}$$

$$= \frac{D \cdot 0,067 \cdot 1070 \cdot (0,062)^2}{9,81 \cdot (3,14)^2 \cdot (0,21)^5}$$

$$= \frac{2,2046}{0,0395} = 55,813 \text{ m}$$

$$\rightarrow H_{20} = H_s + H_f$$

$$= 21 + 55,813$$

$$= 76,813 \text{ m}$$

$$\rightarrow P_{20} = \frac{R_{20} \cdot H_{20} \cdot \delta}{75 \cdot \eta}$$

$$= \frac{0,062 \cdot 76,813 \cdot 1000}{75 \cdot 0,9}$$

$$= \frac{4762,406}{67,5}$$

$$= 70,554 \text{ hp}$$

\therefore Jadi, setelah beroperasi 20 tahun, maka diperlukan pompa dengan daya minimal 70,554 hp.

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

• Diket: $D = 1,2 \text{ m}$ $Q = 2 \text{ m}^3/\text{detik}$ $L = 1000 \text{ m}$
 $V = 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ $hf = 5 \text{ m}$ $k = ?$

• Jawab:

$$\rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{2}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,2)^2}$$

$$= \frac{2}{0,984704}$$

$$= 2,0310672 \approx 2,031 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (\text{angka reynolds})$$

$$= \frac{2,031 \cdot 1,2}{1,12 \times 10^{-6}}$$

$$= 2,031 \cdot 10^6$$

$$\rightarrow hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (\text{tipe aliran turbulen})$$

$$5 = f \cdot \frac{1000}{1,2} \cdot \frac{(2,031)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$5 = f \cdot 832,85 \cdot 0,210$$

$$f = \frac{5}{187,5}$$

$$= 0,027$$

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

$$\frac{1}{\sqrt{0,027}} = \frac{2 \log 3,71 \cdot 1,2}{k}$$

$$\frac{1}{0,1643} = \frac{2 \log 4,155}{k}$$

$$\frac{1}{0,3286} = \frac{\log 4,155}{k}$$

$$k = 0,6185 \cdot 0,3286$$

$$= 0,2032 \text{ m}$$

3. Saluran pipa terbuat dari beton dengan diameter 1,0 m mengalirkan air dg kekentalan kinematik $1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ dengan debit $3,7 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kehilangan tenaga $4,70 \text{ m}$ tiap 1010 m panjang. Hitung kekasaran permukaan rerata pipa tsb.

• Diket: $D = 1 \text{ m}$ $Q = 3,7 \text{ m}^3/\text{detik}$ $L = 1010 \text{ m}$
 $\nu = 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ $hf = 4,70 \text{ m}$ $k = ?$

• Jawab:

$$\rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{3,7}{\frac{1}{4} \cdot (1)^2 \cdot \pi}$$

$$= \frac{3,7}{0,785}$$

$$= 4,713 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$$= \frac{4,713 \cdot 1}{1,12 \times 10^{-6}}$$

$$= 4,208 \cdot 10^6$$

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

$$4,70 = f \cdot \frac{1010}{1} \cdot \frac{(4,713)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$4,70 = f \cdot 1010 \cdot 1,3211$$

$$f = \frac{4,70}{1334,31}$$

$$= 0,00352$$

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

$$\frac{1}{\sqrt{0,00352}} = \frac{2 \log 3,71 \cdot 1}{k}$$

$$\frac{1}{0,0593} = \frac{2 \log 3,71}{k}$$

$$\frac{1}{0,1186} = \frac{\log 3,71}{k}$$

$$k = 0,5693 \cdot 0,1186$$

$$k = 0,0675 \text{ m}$$

1. Suatu pipa sepanjang 7,7 km dan diameter 71,5 cm menghubungkan dua buah kolam A dan B dengan elevasi muka air kolam B adalah 30,5 m dibawah kolam A. Di tengah-tengah pipa AB terdapat kran yg dapat mematikan air untuk mengisi kolam C. Koefisien gesekan pipa $f = 0,0067$. Kehilangan tenaga sekunder diabaikan, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Ditanyakan debit aliran menuju kolam B apabila :

- Kran menuju kolam C ditutup
- Kran dibuka dg debit 100 l/detik

• Diket : $L = 7,7 \text{ km} = 7700 \text{ m}$ $f = 0,0067$ $h_f = 30,5 \text{ m}$
 $D = 71,5 \text{ cm} = 0,715 \text{ m}$ $g = 9,81$ $Q(b) = 100 \text{ l/detik} = 0,1 \text{ m}^3/\text{detik}$

• Jawab :

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

$$30,5 = \frac{8 \cdot 0,0067 \cdot 7700 \cdot Q^2}{(3,14)^2 \cdot 9,81 \cdot (0,715)^5}$$

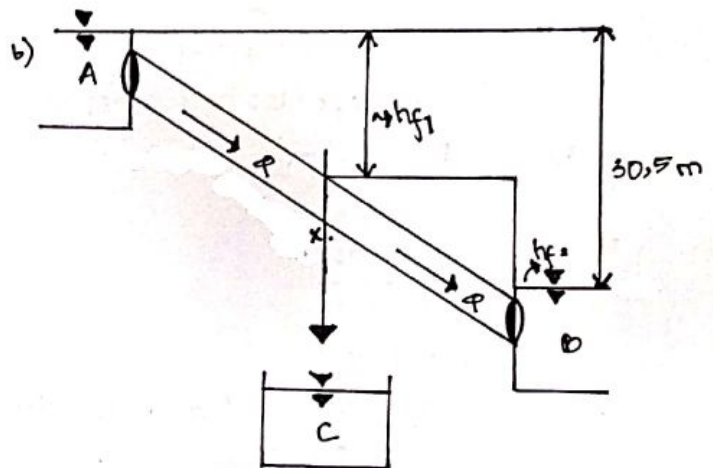
$$30,5 = \frac{412,72 \cdot Q^2}{9,859 \cdot 9,81 \cdot 0,18686}$$

$$551,211 = 412,72 \cdot Q^2$$

$$Q^2 = \frac{551,211}{412,72}$$

$$Q^2 = 1,33556$$

$$Q = 1,1556 \text{ m}^3/\text{d}$$



$$\rightarrow Q_{AX} = Q + 0,1 \quad , \quad Q_{XB} = 0,1 = Q$$

⇒ Kehilangan tenaga

$$\rightarrow h_{f1} + h_{f2} = 30,5$$

$$\frac{8 \cdot f \cdot L_1 \cdot (Q + 0,1)^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} + \frac{8 \cdot f \cdot L_2 \cdot (Q)^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 30,5$$

$$\frac{8 \cdot f \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \left((Q + 0,1)^2 + (Q)^2 \right) = 30,5$$

$$\frac{8 \cdot 0,0067 \cdot 3850}{(3,14)^2 \cdot 9,81 \cdot (0,715)^5} (2Q^2 + 0,2Q + 0,01) = 30,5$$

$$\frac{206,36}{18,0725} (2Q^2 + 0,2Q + 0,01) = 30,5$$

$$11,418 (2Q^2 + 0,2Q + 0,01) = 30,5$$

$$22,836 Q^2 + 2,2836 Q + 0,114 = 30,5$$

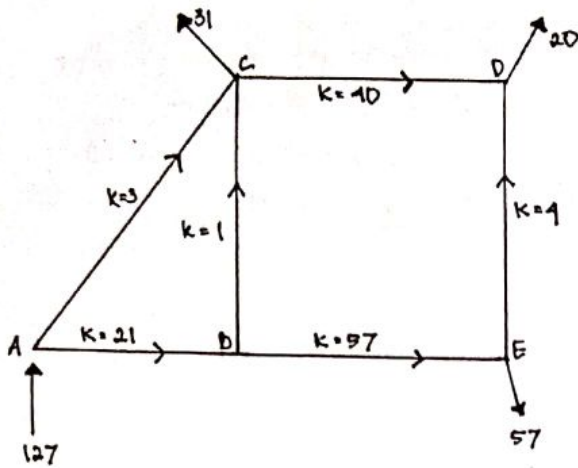
$$22,836 Q^2 + 2,2836 Q - 30,386 = 0$$

$$(Q + 1,20461) (Q - 1,10461) = 0$$

$$Q = -1,20461 \vee \boxed{Q = 1,10461}$$

$$\rightarrow \text{Jadi } Q_{keB} = \begin{aligned} & \bullet Q_{AX} = Q + 0,1 \\ & \bullet 1,10461 + 0,1 \\ & \bullet 1,20461 \text{ m}^3/\text{d} \\ & = \end{aligned} \quad \bullet Q_{XB} = Q = 1,10461 \text{ m}^3/\text{d}$$

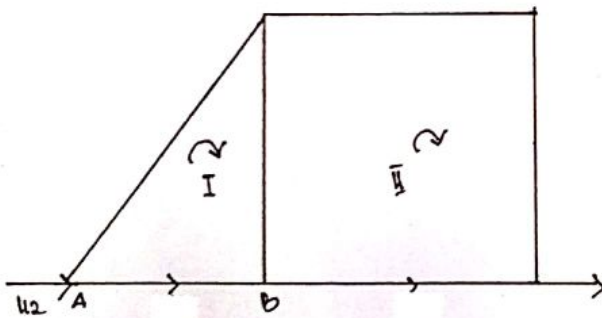
5. Jaringan pipa seperti terlampir. Hitung debit setiap pipa dengan cara Cross



→ Penyelesaian I

Pipa	$K \cdot R^2$	$ 2kR $
AB		
AC		
BC		

Pipa	$K \cdot R^2$	$ 2kR $
BE		
ED		
CD		
DC		



→ Pada data jaringan pipa yang terlampir, terdapat kesalahan, seharusnya $Q_{masuk} = Q_{keluar}$

Penyelesaian

- Mengasumsikan kapasitas aliran di pipa 1 - pipa 6 yg pedoman bahwa total aliran pada tiap titik pertemuan mempunyai jumlah aljabar yang sama dengan nol
- Menganalisa tiap loop tertutup dg membuat tabel perhitungan.
- Menghitung headloss dan setiap pipa dan menentukan arah aliran dan head loss. (+) untuk arah aliran yang searah dg jarum jam, (-) yg berlawanan dg arah jarum jam.
- Menghitung jumlah aljabar headloss pd tiap loop
- Menghitung total headloss per laju aliran, h_f / Q / tiap pipa dan menentukan jumlah aljabar dari pertambahan tsb u/ tiap loop.
- Menentukan koreksi aliran tiap loop $(\Delta Q) = \frac{\sum h_f}{1,85 \sum h \cdot L \cdot Q}$

dg ketentuan sbb tambahkan u/ aliran yg searah jarum jam dan dikurangi u/ aliran yg berlawanan arah jarum jam. Untuk pipa yg digunakan secara bersama-sama dg loop lain, koreksi aliran pd pipa tsb adalah harga total dari koreksi-koreksi u/ kedua loop.

- Mengulangi langkah 1-6 hingga nilai koreksi aliran sekecil mungkin.

C. Tentukan kedalaman aliran pada saluran trapesium dengan koefisien Manning $n = 0,010$, kemiringan lereng $0,027$, Debit yang terjadi $10,41$ cfs. Bila lebar bawah saluran adalah $3,7$ feet. Bunakan iterasi Newton dalam estimasi kedalaman aliran dengan debit yang terjadi. $1:z = 1:2,7$

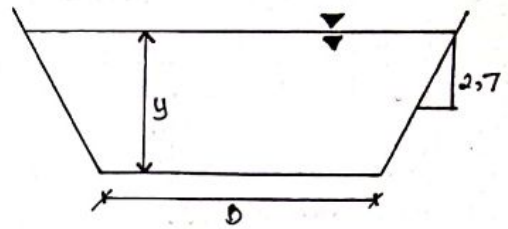
• Diket: $n = 0,01$

$$I = 0,027$$

$$D = 3,7 \text{ feet} \rightarrow 1,1 \text{ m}$$

$$Q = 10,41 \text{ cfs} \Rightarrow 0,2945 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$y = ?$$



• Jawab:

→ Luas tampang basah

$$\begin{aligned} A &= (D + (D + 2 \cdot z \cdot y) \cdot y/2) \\ &= (1,1 + (1,1 + 2 \cdot 2,7 \cdot y) \cdot y/2) \\ &= (2,2 + 5,4y) \cdot y/2 \\ &= 1,1 + 2,7y^2 \end{aligned}$$

→ Keliling basah

$$\begin{aligned} P &= D + 2(y\sqrt{1+z^2}) \\ &= 1,1 + 2(y\sqrt{1+2,7^2}) \\ &= 1,1 + 1,486y \end{aligned}$$

→ jari-jari

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,1 + 2,7y^2}{1,1 + 1,486y}$$

$$\Rightarrow Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$0,2945 = (1,1 + 2,7y^2) \cdot \frac{1}{0,010} \left(\frac{1,1 + 2,7y^2}{1,1 + 1,486y} \right)^{2/3} \cdot 0,027^{1/2}$$

$$0,002945 = (1,1 + 2,7y^2) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{1,1 + 2,7y^2}{1,1 + 1,486y} \right)^2} \cdot 0,164$$

$$0,01798 = (1,1 + 2,7y) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{1,1 + 2,7y^2}{1,1 + 1,486y} \right)^2}$$

$$y = \frac{0,01798}{(1,1 + 2,7y) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{1,1 + 2,7y^2}{1,1 + 1,486y} \right)^2}}$$

→ Iterasi Newton

y	Q
1	0,003088
1,011	0,002899
1,012	0,002891
1,013	0,002883
1,014	0,002875

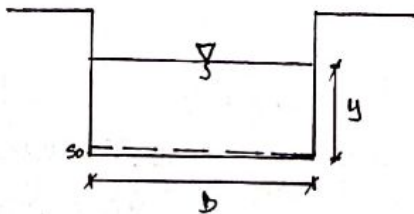
y	Q
1,015	0,002867
1,016	0,002859
1,017	0,002852
1,018	0,002844
1,019	0,002836

Sehingga \leftarrow
 $y = 1,018 \text{ m}$

7. Saluran segiempat lebarnya $4,1$ m dan kedalaman $3,7$ m mempunyai kemiringan dasar saluran $0,0017$. Hitung debit aliran menggunakan rumus Bazin bila koefisien $\gamma_b = 0,477$. Sketsa.

• Diket: $B = 4,1 \text{ m}$ $S_0 = 0,0017$ $R = ?$

$$y = 3,7 \text{ m} \quad \gamma_b = 0,477$$



• Jawab:

$$\begin{aligned} \rightarrow R &= \frac{A}{P} = \frac{b \cdot y}{b + 2y} \\ &= \frac{4,1 \cdot 3,7}{4,1 + 7,4} \\ &= \frac{15,17}{11,5} = 1,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow C = \frac{87}{1 + \gamma_b R}$$

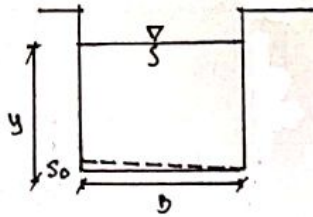
$$C = \frac{87}{1 + 0,561}$$

$$C = 63,923$$

$$\begin{aligned} \rightarrow Q &= CA \sqrt{R \cdot S_0} \\ &= 63,923 \cdot 15,17 \sqrt{1,32 \cdot 0,0017} \\ &= 969,71 \sqrt{0,002244} \\ &= 969,71 \cdot 0,0473 \\ &= 45,867 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

8. Saluran terbuka segiempat memiliki lebar 12,0 m dan kedalaman 3,7 m. Kemiringan dasar saluran 0,0015. Koefisien kutler 0,027. Hitung debit aliran. sketsa.

• Diket. $b = 12\text{ m}$ $S_0 = 0,0015$ $R = ?$
 $y = 3,7$ $n = 0,027$



$$\begin{aligned} \Rightarrow R &= \frac{A}{P} = \frac{b \cdot y}{b + 2y} \\ &= \frac{12 \cdot 3,7}{12 + 2 \cdot 3,7} \\ &= \frac{44,4}{19,4} \\ &= 2,288 \text{ m} \end{aligned}$$

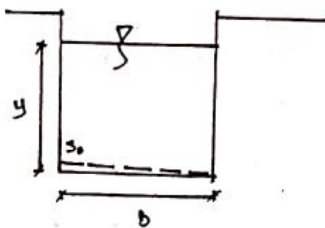
$$\begin{aligned} \Rightarrow C &= \frac{25 + \frac{0,00155}{S_0} + \frac{1}{n}}{1 + 23 + \frac{0,00155}{S_0} + \frac{n}{\sqrt{R}}} \\ &= \frac{25 + \frac{0,00155}{0,0015} + \frac{1}{0,027}}{1 + 23 + \frac{0,00155}{0,0015} + \frac{0,027}{\sqrt{2,288}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{25 + 103,33 + 37,03}{1 + 23 + 103,33 + 0,0178} \\ &= \frac{165,36}{127,3478} = 1,299 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow Q &= CA \sqrt{R \cdot S_0} \\ &= 25,265 \cdot 44,4 \sqrt{2,288 \cdot 0,0015} \\ &= 1126,206 \sqrt{0,00263} \\ &= 1126,206 \cdot 0,0512 = 57 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

9. Saluran terbuka berbentuk trapesium terbuat dari tanah (cari n tanah) dengan lebar 10,77 m dan kemiringan tebing 1 : m (vertikal : horizontal) dg $m = 27$. Kemiringan dasar saluran 0,000106, kedalaman sungai 6,7 m. Hitung debit. Sketsa.

• Diket. $b = 10,77$ $S_0 = 0,000106$ $n = 0,03$
 $m = 27$ $y = 6,7 \text{ m}$ $Q = ?$



$$\Rightarrow R = \frac{A}{P} = \frac{193,362}{49,362} = 3,917$$

$$\Rightarrow A R^{2/3} = \frac{n \cdot Q}{S_0^{1/2}}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow A &= (b + my)y \\ &= (10,77 + 27 \cdot 6,7) \cdot 6,7 \\ &= 193,362 \text{ m}^2 \\ \Rightarrow P &= (b + (2y \sqrt{m^2 + 1})) \\ &= (10,77 + (2 \cdot 6,7 \sqrt{(27)^2 + 1})) \\ &= 10,77 + (13,4 \sqrt{8,29}) \\ &= 10,77 + (13,4 \cdot 2,88) \\ &= 10,77 + 38,592 \\ &= 49,362 \text{ m} \end{aligned}$$

$$193,362 \cdot (3,917)^{2/3} = \frac{0,03 \cdot Q}{(0,000106)^{1/2}}$$

$$Q = \frac{193,362 \cdot (3,917)^{2/3} \cdot (0,000106)^{1/2}}{0,03}$$

$$= \frac{193,362 \cdot 2,484 \cdot 0,0103}{0,03}$$

$$= \frac{4,9472}{0,03}$$

$$Q = 164,9 \text{ m}^3/\text{d}$$