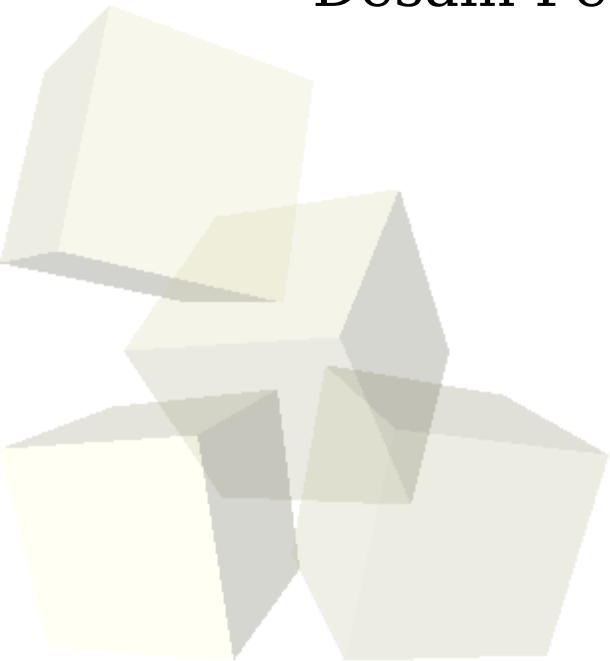




Mekanika Fluida II

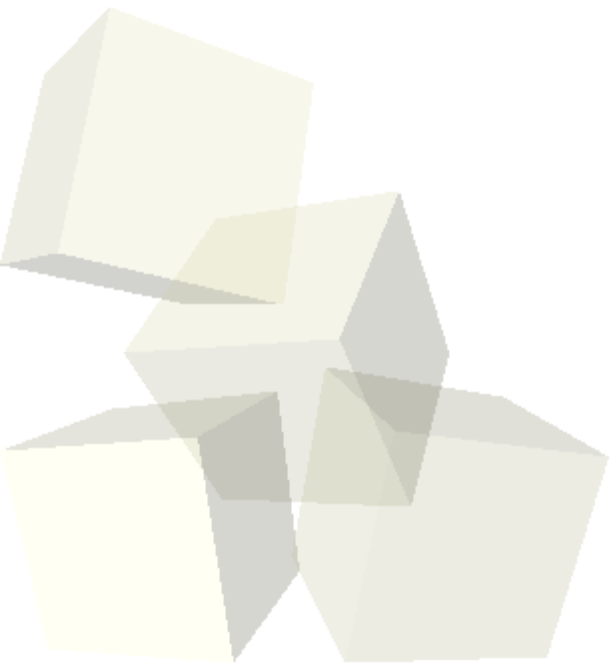
Desain Penampang Terbaik dan Daya hantar Aliran





Pengertian Penampang Terbaik

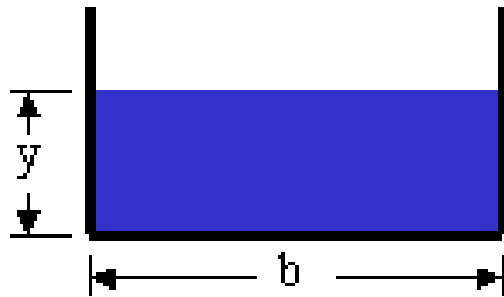
- Kriteria:
 - Penampang yang mempunyai keliling basah terkecil
 - Debit pengaliran lebih besar pada luas penampang tertentu untuk tipe penampang yang bersangkutan.
- Aplikasi: Untuk meminimalkan volume galian



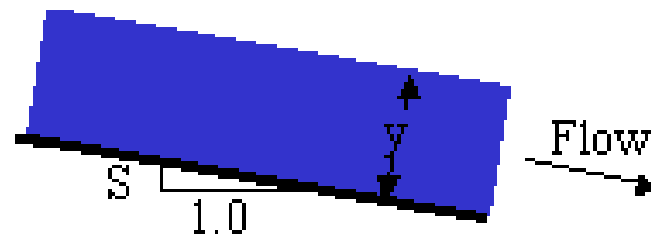


Perhitungan Saluran Persegipanjang

Cross-Section of Channel



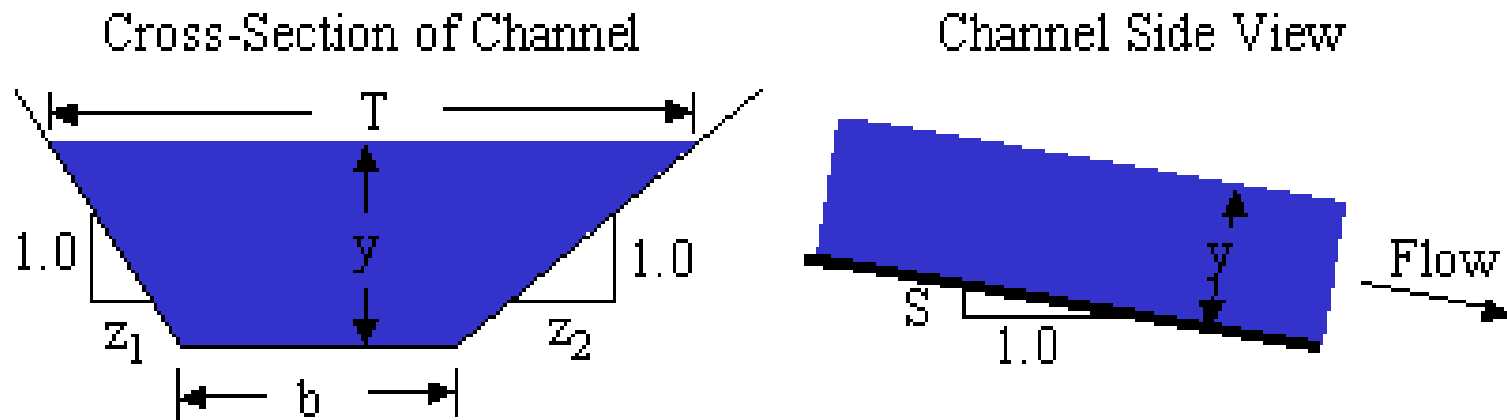
Cut-away Side View



$$Q=VA \quad V = \frac{k}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P} \quad A = yb \quad P = 2y + b \quad F = \frac{V}{\sqrt{g y \cos(\tan^{-1} S)}}$$

- k = faktor konversi satuan. jika satuan Inggris = 1.49; jika satuan metric= 1.0 Diperlukan karena pers. Manning adl pers. Empiris, unit satuannya tidak konsisten.
- y = Kedalaman normal saluran hingga dasar saluran [L]. Jika saluran memiliki slope yang kecil (S), memberikan nilai kedalaman vertikal memberikan kesalahan yang kecil.

Perhitungan Saluran Trapezoidal



$$Q = VA \quad V = \frac{k}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P} \quad A = \frac{y}{2} (b + T)$$

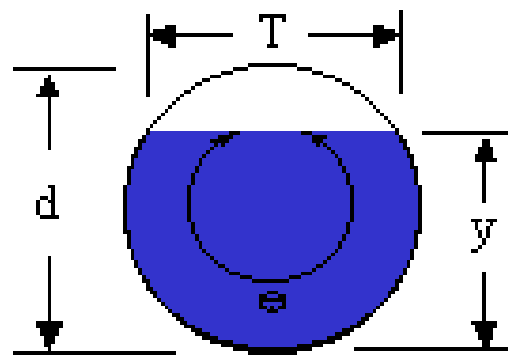
$$P = b + y \left(\sqrt{1 + z_1^2} + \sqrt{1 + z_2^2} \right) \quad T = b + y(z_1 + z_2)$$

$$F = V \sqrt{\frac{T}{gA \cos \theta}} \quad \theta = \tan^{-1}(S)$$

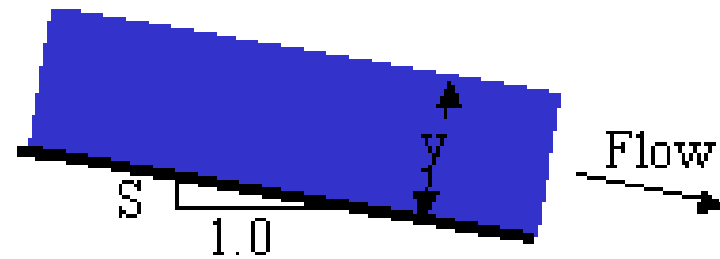
- T = Lebar atas dari aliran air [L].
- z_1, z_2 = Horizontal dari sisi miring dari saluran.
- θ = Sudut yang terbentuk oleh S .

Perhitungan Saluran Rounded

Cross-Section of Culvert



Cut-away Side View



$$Q = VA \quad v = \frac{k}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P} \quad A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin(\theta))$$

$$P = \frac{\theta d}{2} \quad y = \frac{d}{2} \left[1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right] \quad T = 2 \sqrt{y(d-y)} \quad F = V \sqrt{\frac{T}{gA \cos(\tan^{-1} S)}}$$

θ = Sudut yang mewakili seberapa penuh aliran dalam saluran [radian]. Saluran dengan $\theta=0$ radians (0°) tidak mengandung air, saluran dengan $\theta=\pi$ radians (180°) adalah setengah penuh, dan saluran dengan $\theta=2\pi$ radians (360°) saluran yang penuh.

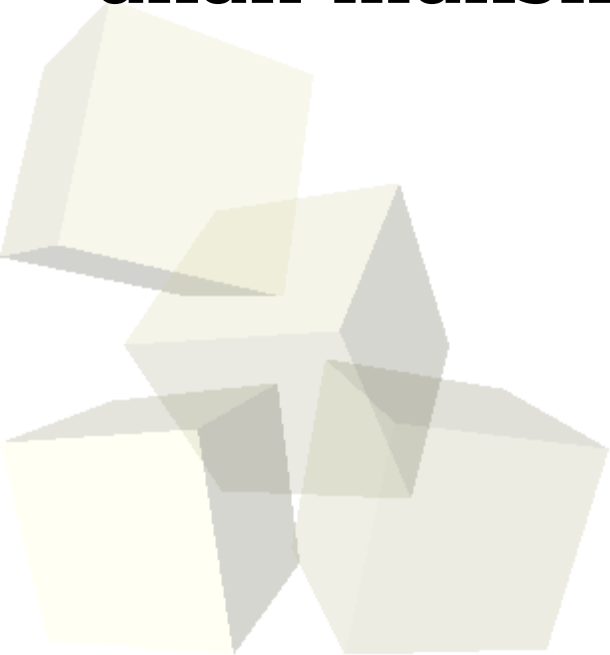


Prinsip Perhitungan

$$Q = A.V = A. (1/n). (R^{2/3}) . (S^{0,5})$$

$$R = A / P$$

Untuk nilai A, n, dan S yang konstan, debit akan maksimum bila R maksimum.



- Luas penampang basah

$$A = B \cdot y$$

Keliling basah

$$P = B + 2y$$
$$= A/y + 2y$$

Jari jari hidrolis = A / P

Debit aliran akan maksimum bila jari-jari hidrolis maksimum dan dicapai apabila keliling basah P minimum.

Untuk mendapatkan P minimum diferensial P terhadap y adalah nol.

$$dP/dy = -A/y^2 + 2 = 0$$

$$-B + 2y = 0$$

$$B = 2y$$

$$\rightarrow A = 2y^2, P = 4y \quad \text{dan} \quad R = A/P = y/2$$



Saluran trapesium (1)

$$A = y (b + x y) \rightarrow b = A/y - xy = (A - xy^2)/y$$

$$P = b + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$R = A/P$$

$$y (b + xy)$$

$$= \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$b + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$P = (A - xy^2)/y + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$



Saluran trapesium (2)

$$P = (A - xy^2)/y + 2y(1 + x^2)^{1/2}$$

Bila kemiringan tertentu

Nilai P akan minimum apabila $dP/dy = 0$ sehingga

$$dP/dy = -A/y^2 - x + 2(1 + x^2)^{1/2}$$

$$-y(b + xy)/y^2 - x + 2(1 + x^2)^{1/2} = 0 \quad (\text{dikali } y)$$

$$-b - 2xy + 2y(1 + x^2)^{1/2} = 0$$

$$b + 2xy = 2y(1 + x^2)^{1/2}$$

$$B \text{ (lebar atas)} = 2y(1 + x^2)^{1/2}$$



Jika x (faktor kemiringan) variable

$$A = y (b + x y)$$

$$P = b + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$R = A/P$$

$$y (b + xy)$$

$$= \frac{\quad}{\quad}$$

$$b + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$P = (A - xy^2)/y + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$



Saluran trapesium (4)

$$P = (A - xy^2)/y + 2y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$dP/dx = -y + \frac{1}{2} 2y (1 + x^2)^{-1/2} \cdot 2x$$

$$= -y + 2xy (1 + x^2)^{-1/2} = 0$$

$$y = 2xy (1 + x^2)^{-1/2}$$

$$2x = (1 + x^2)^{1/2}$$

$$4x^2 = (1 + x^2)$$

$$x = 1/\sqrt{3}$$

artinya sudut sisi saluran = 60°

$$P = 2\sqrt{3}y \quad b = (2/3)\sqrt{3}y \quad A = \sqrt{3}y^2$$

$$\text{Sehingga } R = \sqrt{3}y^2 / 2\sqrt{3}y = y/2$$



Saluran trapesium (5)

$$A = y (b + z y)$$

$$b = A/y - z y$$

$$P = b + 2y (1 + z^2)^{0,5}$$

$$= A/y - z y + 2y (1 + z^2)^{0,5}$$

$$dP/dy = -A/y^2 - z + 2 (1 + z^2)^{0,5} = 0$$

$$A = (2 (1 + z^2)^{0,5} - z) \cdot y^2$$

$$R \text{ maks} = \frac{(2 (1 + z^2)^{0,5} - z) \cdot y^2}{A/y - z y + 2y (1 + z^2)^{0,5}}$$

$$R \text{ maks} = \frac{(2 (1 + z^2)^{0,5} - z) \cdot y^2}{(2 (1 + z^2)^{0,5} - z) \cdot y^2 / y - z y + 2y (1 + z^2)^{0,5}}$$

$$R \text{ maks} = y / 2$$

Saluran trapesium (6)

- Untuk semua saluran trapesium, penampang hidrolis terbaik diperoleh bila $R = y/2$. Irisan simetrisnya akan merupakan setengah segi enam.
- Lingkaran mempunyai keliling yang paling kecil untuk sebuah luas tertentu. Sebuah saluran terbuka setengah lingkaran akan membuang lebih banyak air dibandingkan bentuk lain yang manapun (untuk luas, kemiringan dan faktor n yang sama).



Saluran setengah lingkaran

$$A = \frac{1}{2} \pi r^2$$

$$P = \pi r$$

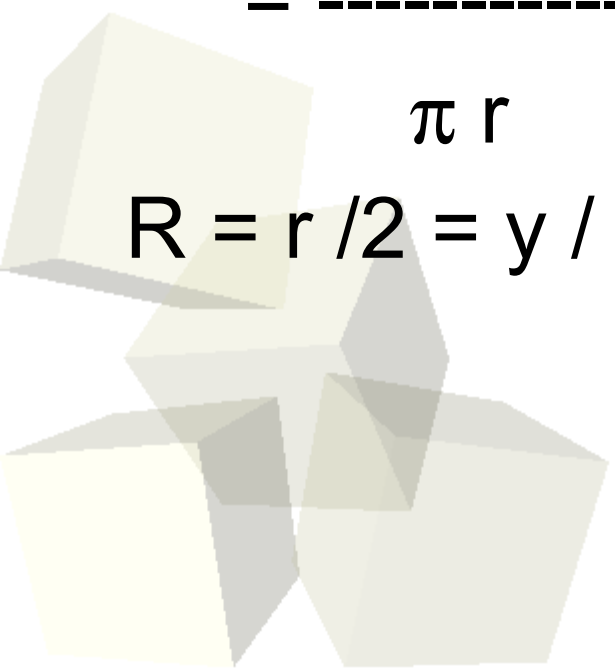
$$R = A/P$$

$$\frac{1}{2} \pi r^2$$

= -----

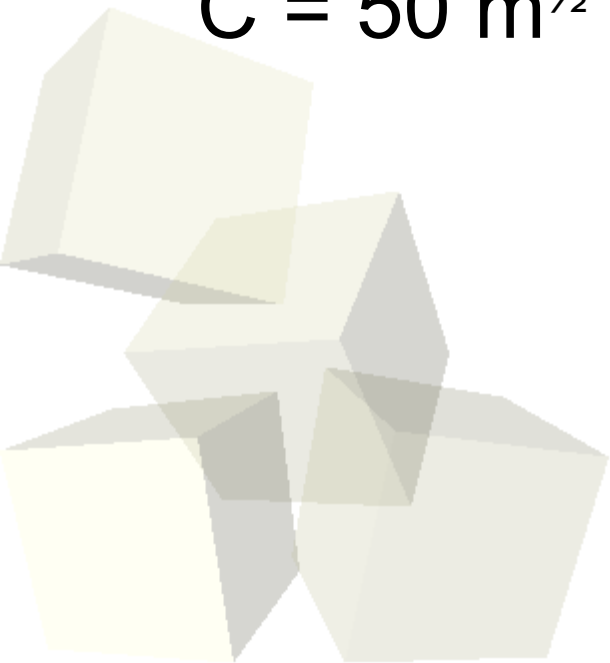
$$\pi r$$

$$R = r / 2 = y / 2$$





- Hitung saluran ekonomis berbentuk trapesium dengan kemiringan tebing 1 (horizontal) : 2 (vertikal) untuk melewati debit 50 m³/det dengan kecepatan rerata 1 m/det. Berapakan kemiringan dasar saluran bila koefisien Chezy $C = 50 \text{ m}^{1/2} / \text{d}$





Luas penampang aliran

$$A = (b + xy) y = (b + 0,5 y) y$$

Luas penampang aliran (dari kontinuitas)

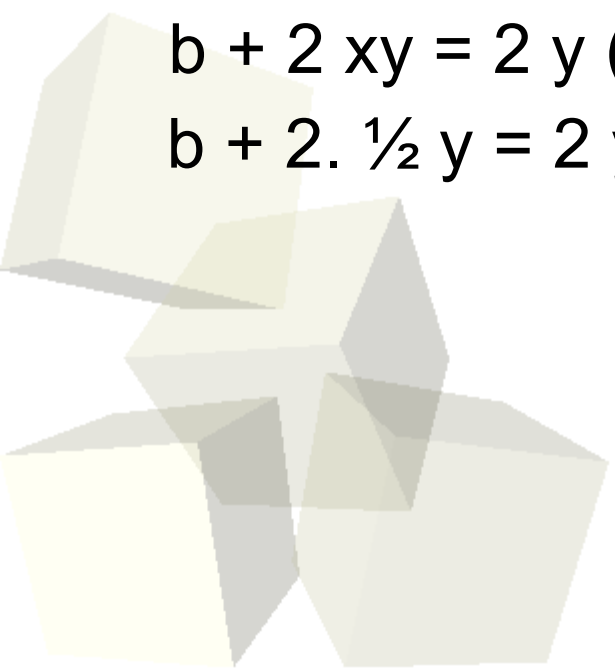
$$A = Q / V = 50 / 1 = 50 \text{ m}^2$$

$$(b + 0,5 y) y = 50 \text{ m}^2$$

Dari saluran ekonomis berbentuk trapesium

$$b + 2 xy = 2 y (1 + x^2)^{1/2}$$

$$b + 2 \cdot \frac{1}{2} y = 2 y (1 + \frac{1}{2}^2)^{1/2} \rightarrow b = 1,24 y$$





Dapat diperoleh

$$y = 5,36 \text{ m}$$

$$b = 6,65 \text{ m}$$

Menghitung kemiringan saluran, untuk tampang ekonomis R
 $= y / 2 \rightarrow R = 2,68 \text{ m}$

Dari rumus Chezy

$$V = C (R S)^{1/2}$$

$$S = 1 / (50^2 \times 2,68)$$

$$= 0,00015$$



Daya Hantar Aliran

- Definisi : kemampuan suatu saluran mengalirkan debit pada suatu kemiringan saluran tertentu
- Disimbolkan dengan Kn , dimana :

$$Kn = \frac{Q}{\sqrt{S}}$$

$$Q = v.A$$

v = kecepatan aliran (berdasarkan rumus Manning , Chezy , dll)

- Digunakan untuk menentukan perubahan debit pada saluran tertentu yang mengalirkan dua posisi yang berbeda head potensial.



Questions?

