



Program Pembelajaran Daring Kolaboratif
Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Tahun 2023



Irigasi

Sub Materi: Perencanaan Dimensi Saluran

Tujuan Perkuliahan: Mahasiswa mampu merencanakan dimensi saluran

Dosen Pengampu:

1. Anggi Hermawan ST., M.Eng
2. Andrea Sumarah Asih ST., M.Eng
3. Ir. Sudarman ST., MT

Sistem Irigasi

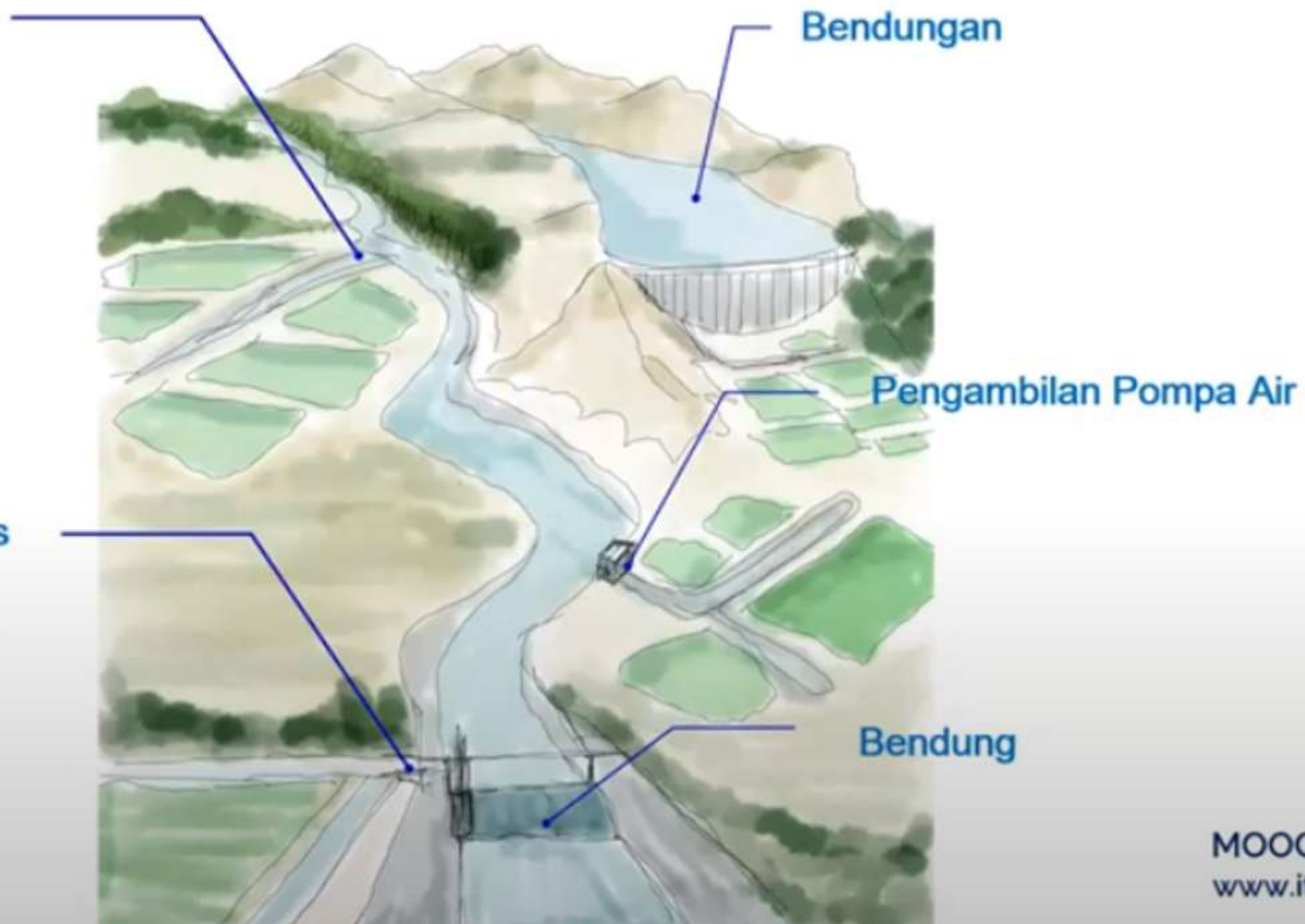
Intake Irigasi

Intake Pengambilan Bebas

- ❑ Bangunan pengambilan bebas terdiri dari:
Bagian yang menyalurkan/
menangkap saja, bila
tinggi muka air cukup

Intake Pengambilan Tak Bebas

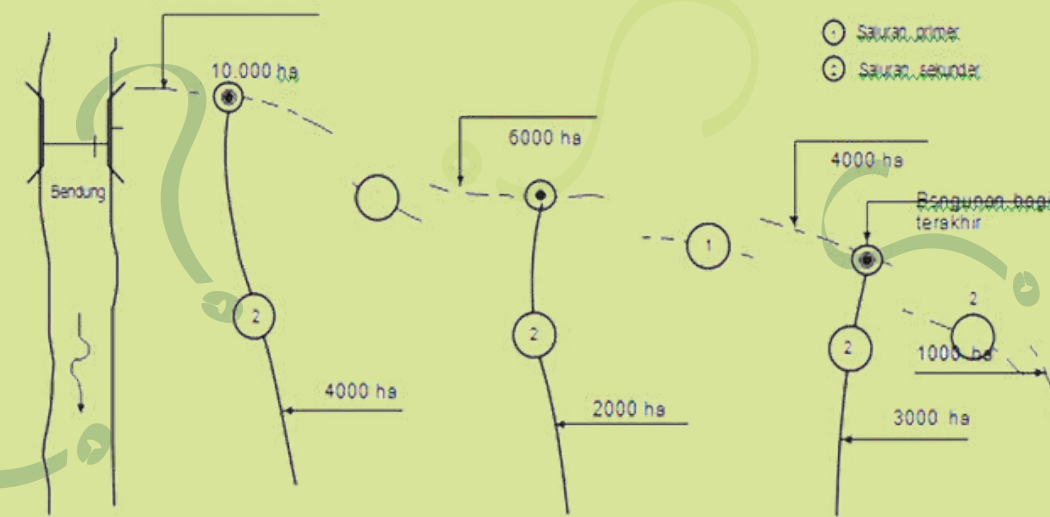
- Bila tinggi muka air kurang,
dipakai bangunan peninggi
taraf muka air yang
disebut bangunan
pengambilan tak bebas.



Saluran Irigasi

jaringan irigasi utama

SALURAN IRIGASI : dari intake sampai badan air (saluran pembuang), berupa saluran terbuka dengan sistem gravitasi, terdiri dari saluran pembawa & saluran pembuang.



Saluran-Saluran Primer dan Sekunder

SALURAN PEMBAWA:

- Saluran primer
- Saluran sekunder
- Saluran tersier

SALURAN PEMBUANG :

- Saluran pembuang tersier
- Saluran pembuang sekunder
- Saluran pembuang primer

KRITERIA HIDROLIS SALURAN

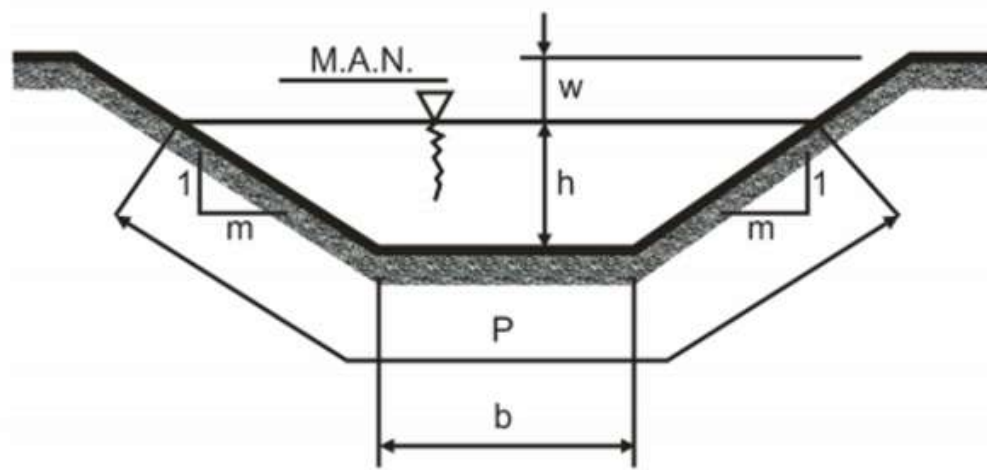
Untuk perencanaan ruas, aliran saluran dianggap sebagai aliran tetap & utk itu ditetapkan rumus Strickler

$$v = k R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$A = (b + mh)h$$

$$P = (b + 2h\sqrt{1 + m^2})$$



Gambar 3-1. Parameter Potongan Melintang

Dimana :

Q = debit saluran, m³/dt

v = kecepatan aliran, m/dt

A = potongan melintang aliran, m²

R = jari – jari hidrolis, m

P = keliling basah, m

b = lebar dasar, m

h = tinggi air, m

I = kemiringan energi (kemiringan saluran)

k = koefisien kekasaran *Strickler*, m^{1/3}/dt

m = kemiringan talut (1 vertikal : m horizontal)

Tabel 3-1. Harga-Harga Kekasaran Koefisien *Strickler*(k) untuk Saluran-Saluran Irigasi Tanah

Debit Rencana m ³ /dt	k m ^{1/3} /dt
Q > 10	45,0
5 < Q < 10	42,5
1 < Q < 5	40,0
Q < 1 dan saluran tersier	35,0

Koefisien Kekasaran Strickler bergantung pada :

- Kekasaran permukaan saluran
- Ketidakteraturan permukaan saluran
- Trase
- Vegetasi (tetumbuhan)
- Sedimen

$$Q = v \times A$$

KRITERIA HIDROLIS SALURAN TANAH

Tabel De Vos

Q (m ³ /dt)	KEMIRINGAN TALUD (1:m)	b/h	V (m/dt)	K
0,15	1,0	1	0,25-0,30	35
0,15-0,30	1,0	1	0,30-0,35	35
0,30-0,40	1,0	1,5	0,35-0,40	35
0,40-0,50	1,0	1,5	0,40-0,45	35
0,50-0,75	1,0	2	0,45-0,50	35
0,75-1,50	1,0	2	0,50-0,55	40
1,50-3,00	1,5	2,5	0,55-0,60	40
3,00-4,50	1,5	3	0,60-0,65	40
4,50-6,00	1,5	3,5	0,65-0,70	40
6,00-7,50	1,5	4	0,70	42,5
7,50-9,00	1,5	4,5	0,70	42,5
9,00-11,00	1,5	5	0,70	42,5
11,00-15,00	1,5	6	0,70	45
15,00-25,00	2,0	8	0,70	45
25,00-40,00	2,0	10	0,75	45
40,00-60,00	2,0	12	0,80	45

Tabel 4-3. Harga-Harga Kemiringan Talut untuk Saluran Pasangan

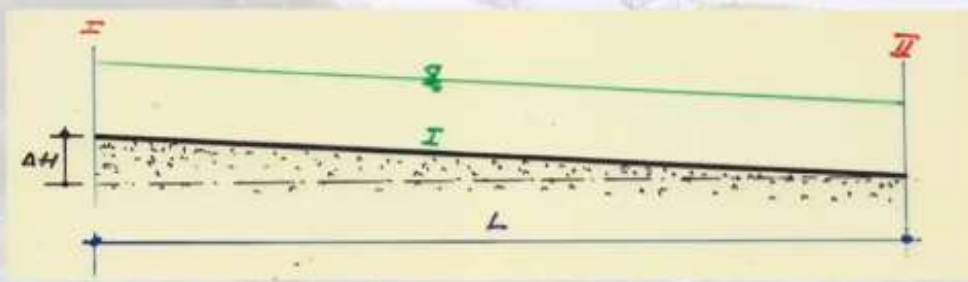
Jenis Tanah	h < 0,75 m	0,75 m < h < 1,5 m
Lempung pasiran		
Tanah pasiran kohesif	1,00	1,00
Tanah pasiran, lepas	1,00	1,25
Geluh pasiran, lempung berpori	1,00	1,50
Tanah gambut lunak	1,25	1,50

Tabel 4-4. Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan

Debit m ³ /dt	Tanggul (F) m	Pasangan (F1) m
< 0,5	0,40	0,20
0,5 - 1,5	0,50	0,20
1,5 - 5,0	0,60	0,25
0,5 - 10,0	0,75	0,30
10,0 - 15,0	0,85	0,40
> 15,0	1,00	0,50

Kemiringan Saluran (i atau S)

Harga I (Kemiringan Saluran)
 Harga I bila ditinjau dari kondisi lapangan dapat dihitung sebagai berikut:



$\Delta H = I \cdot L$
 atau
 $I = \Delta H / L$

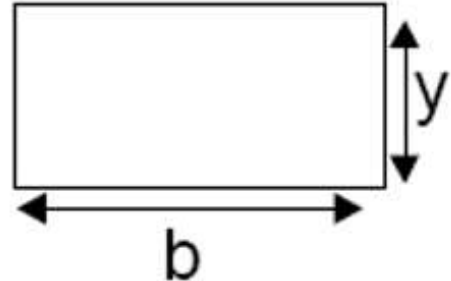
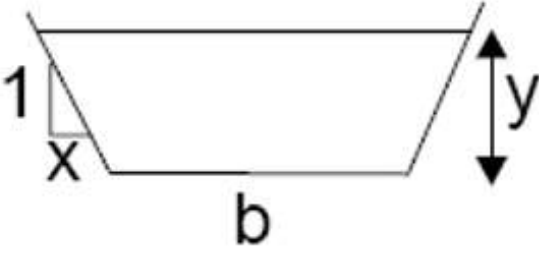
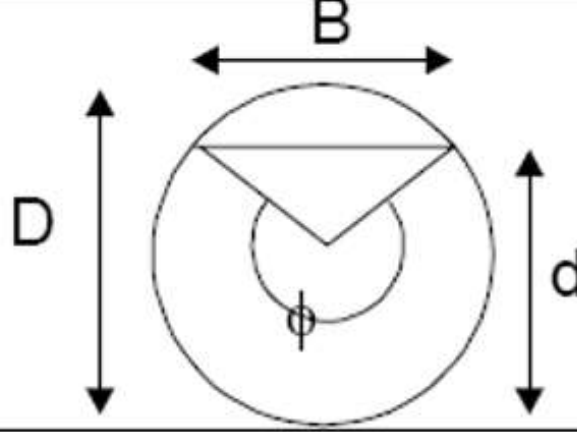
Di mana:

- I = kemiringan dasar saluran
- ΔH = beda tinggi antara titik I dan titik II
- L = panjang saluran

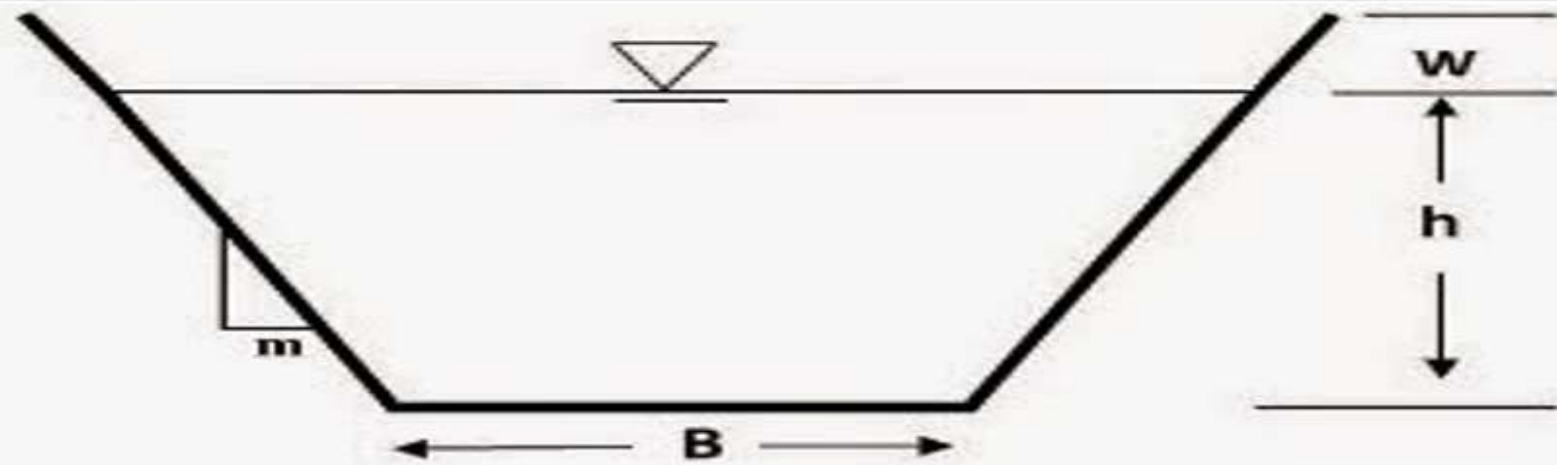
Koefisien kekasaran Strickler k (m^{1/3}/dt) utk saluran pasangan adalah:

- Pasang batu 60 (m^{1/3}/dt)
- Pasang beton 70 (m^{1/3}/dt)
- Pasang tanah 35 - 45 (m^{1/3}/dt)
- Ferrocement 70 (m^{1/3}/dt)

Persamaan untuk saluran persegi panjang, trapezoidal, dan lingkaran

	Rectangle	Trapezoid	Circle
			
Area, A	by	$(b+xy)y$	$\frac{1}{8}(\phi - \sin \phi)D^2$
Wetted perimeter P	$b + 2y$	$b + 2y\sqrt{1+x^2}$	$\frac{1}{2}\phi D$
Top width B	b	$b+2xy$	$(\sin \phi/2)D$
Hydraulic radius R	$by/(b + 2y)$	$\frac{(b + xy)y}{b + 2y\sqrt{1+x^2}}$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\sin \phi}{\phi}\right)D$
Hydraulic mean depth D_m	y	$\frac{(b + xy)y}{b + 2xy}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\phi - \sin \phi}{\sin(1/2\phi)}\right)D$

Saluran Trapesium



Ket :

W = tinggi jagaan

h = tinggi muka air

B = lebar dasar saluran

m = kemiringan dinding

*) Persamaan untuk menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + mh) h$$

*) Persamaan untuk menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0,5}$$

*) Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

dimana :

A = luas penampang basah (m^2)

B = lebar dasar saluran (m)

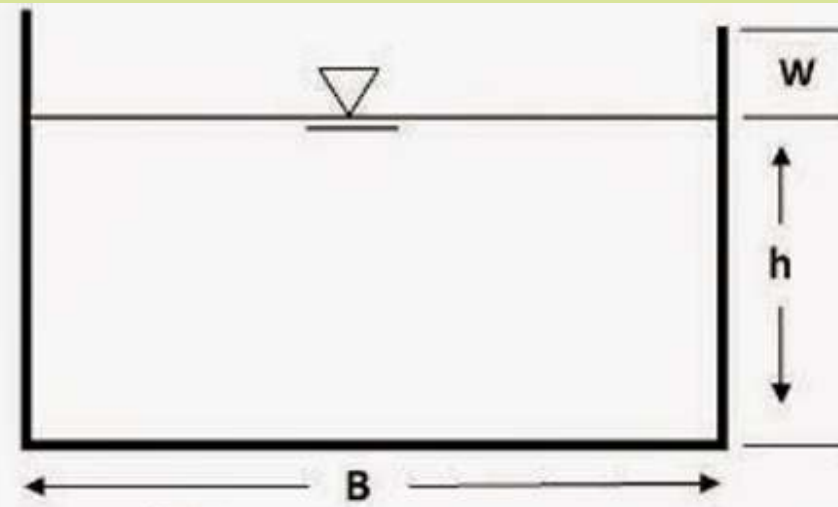
h = tinggi muka air (m)

m = kemiringan dinding saluran

R = jari-jari hidrolis (m)

P = keliling basah saluran

Saluran Persegi



Ket :
W = tinggi jagaan
h = tinggi muka air
B = lebar dasar saluran

*) Persamaan untuk menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

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

dimana :

Q = debit rencana (m³/det)

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan aliran (m/det)

*) Persamaan untuk menghitung luas penampang saluran (A)

$$A = B \times h$$

dimana :

A = Luas penampang basah (m²)

B = Lebar bawah (m)

h = Kedalaman saluran (m)

*) Persamaan untuk menghitung keliling basah saluran (P)

$$P = B + 2 \times h$$

dimana :

B = Lebar bawah (m)

h = Kedalaman saluran (m)

P = Keliling basah (m)

*) Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

dimana ;

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah (m)

*) Persamaan untuk menghitung kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

dimana :

V = Kecepatan aliran

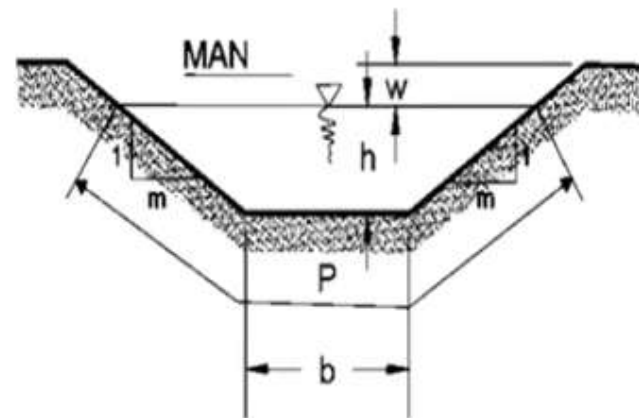
R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran

n = Kekasaran manning

Tabel 3.4. Tinggi jagaan minimum untuk saluran tanah

Q (m ³ / dt)	Tinggi Jagaan (m)	Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan	
< 0,5	0,40	DEBIT (m ³ /dt)	TINGGI JAGAAN (m)
0,5 – 1,5	0,50	< 0,5	0,20
1,5 – 5,0	0,60	0,5-1,5	0,20
5,0 – 10,0	0,75	1,5-5	0,25
10,0 – 15,0	0,85	5-10	0,30
> 15,0	1,00	10-15	0,40
		> 15	0,50



Tinggi jagaan

Debit rencana pembuang dari sawah dihitung sebagai berikut:

$$Q_d = 1,62 D_m A^{0,92}$$

Dimana :

- Q_d = Debit pembuang rencana (l/dt)
- D_m = modulus pembuang (l/dt/ha)
- A = Luas daerah yang dibuang airnya (ha)

Debit rencana saluran pembuang

Debit Pengambilan

$$Q = \frac{c \cdot NFR \cdot A}{e}$$

$c = 1 \rightarrow$ Untuk tanpa golongan

$c = 0,9 \sim \dots \rightarrow$ dengan golongan

$$Q = \frac{c \cdot NFR \cdot A}{8,64 \cdot e}$$

\rightarrow Konversi dari mm/hari \rightarrow lt/dt

Q = debit (m³/detik)

c = Koefisien reduksi akibat rotasi

NFR = Net Field Water Requirement

A = Luas sawah (Ha)

e = efisiensi saluran

(tersier = 0,80 ; sekunder = 0,72 ; primer = 0,65)

Efisiensi Pengaliran Pada Saluran

1. Kehilangan pada tingkat **tersier** berkisar antara 17,5 % - 22,5 % \rightarrow ditetapkan sebesar 20 % \rightarrow **efisiensi 80% (0,80)**
2. Kehilangan air pada tingkat **sekunder** berkisar antara 7,5 % sampai 12,5 % \rightarrow ditetapkan sebesar 10 % \rightarrow **efisien saluran 90 % (0,90)**
3. Kehilangan air pada tingkat **primer** berkisar antara 7,5 % sampai 12,5 % \rightarrow ditetapkan sebesar 10% \rightarrow **efisiensi 90% (0,90)**

□ Efisiensi Total Pada Setiap Tingkatan :

1. Tersier \rightarrow 0,80

2. Sekunder \rightarrow $0,80 \times 0,90 = 0,72$

3. Primer \rightarrow $0,80 \times 0,90 \times 0,90 = 0,65$

PROSES PERENCANAAN DIMENSI SALURAN

**Tabel Hasil Perhitungan NFR (1 Golongan)
(Kasus 1)**

BULAN	Re (mm/hari)	P (mm/hari)	Eto (mm/hari)	Kebutuhan Air Untuk Tanaman					POLA TANAM																						
				WLR (mm)	c1	c2	c rata - rata	Etc atau IR (LP)		NFR																					
1	2	3	4	5	6. NEDECO : Varietas Unggul			7	8	9																					
Agustus	1	5.00	1.9	3.80		LP	LP	LP	13.35	8.35	PADI																				
	2					1.2	LP	LP	13.35	8.35																					
September	1	1.80	1.9	3.80	1.8	1.27	1.2	1.235	4.69	6.59																					
	2				1.8	1.33	1.27	1.3	4.94	6.84																					
Oktober	1	2.30	1.9	3.80	1.8	1.3	1.33	1.315	5.00	6.90																					
	2				1.8	1.3	1.3	1.3	4.94	6.34																					
November	1	2.30	1.9	3.80		0	1.3	0.65	2.47	2.07																					
	2						0	0	0.00	-0.40																					
Desember	1	5.00	1.9	3.80		LP	LP	LP	11.7	7.90																					
	2					1.2	LP	LP	11.7	7.90																					
Januari	1	5.00	1.9	3.80	1.8	1.27	1.2	1.235	4.693	3.39																					
	2				1.8	1.33	1.27	1.3	4.94	3.64																					
Februari	1	5.00	1.9	4.60	1.8	1.3	1.33	1.315	6.049	4.75																					
	2				1.8	1.3	1.3	1.3	5.98	4.68																					
Maret	1	5.00	1.9	4.60		0	1.3	0.65	2.99	-0.11																					
	2						0	0	0	-3.10																					
April	1	4.30	1.9	4.60						POLOWIJO																					
2																															
Mei	1	4.30	1.9	4.60																											
	2																														
Juni	1	1.80	1.9	4.60																											
	2																														
Juli	1	1.80	1.9	4.60																											
	2																														
																										Maksimum	8.35 mm/hari				

▪ Dari hasil perhitungan NFR, kemudian diambil nilai NFR yang maksimum, yang akan digunakan untuk menghitung kebutuhan debit air irigasi pada saluran irigasi nantinya.

Perhitungan Debit Kebutuhan Air Irigasi

- Dari hasil perhitungan didapatkan nilai
- NFR max = 8,35 mm/hari

□ Kebutuhan Debit Air pada Saluran Irigasi

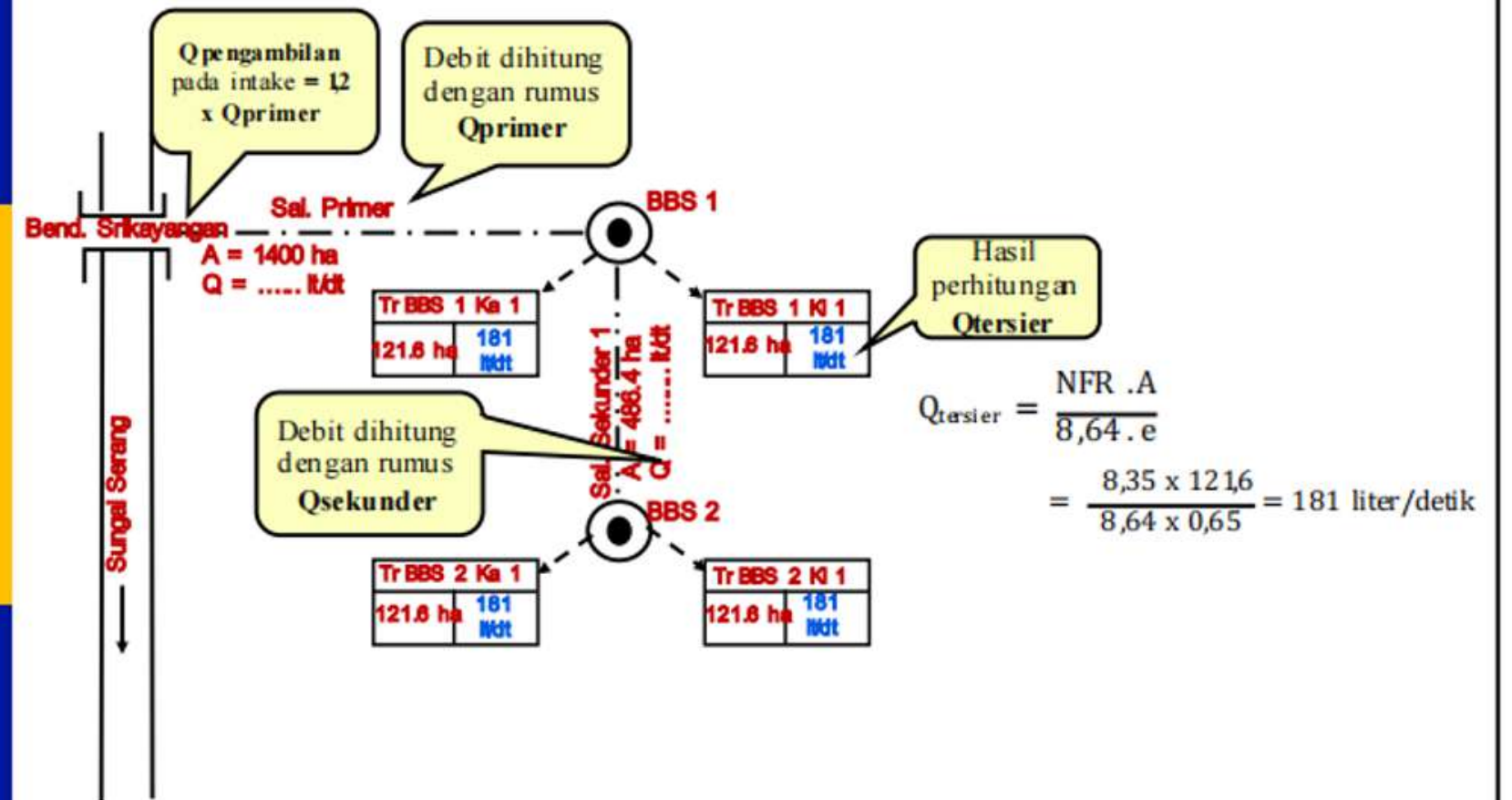
$$Q_{\text{primer}} = \frac{\text{NFR} \cdot A}{8,64 \cdot e} = \frac{8,35 \times 1400}{8,64 \times 0,65} = 2,735 \text{ lt/detik}$$

$$Q_{\text{sekunder}} = \frac{\text{NFR} \cdot A}{8,64 \cdot e} = \frac{8,35 \times \dots}{8,64 \times 0,72} = \dots \text{ liter/detik}$$

$$Q_{\text{tersier}} = \frac{\text{NFR} \cdot A}{8,64 \cdot e} = \frac{8,35 \times \dots}{8,64 \times 0,65} = \dots \text{ liter/detik}$$

- Luas (A) disesuaikan dengan masing masing luaspetak (Tersier, Sekunder, Primer)

Perhitungan Debit Kebutuhan Air Irigasi



- Luas (A) disesuaikan dengan masing masing luaspetak (Tersier, Sekunder, Primer)

Untuk debit tersier sebesar 181 liter/detik, perencanaan dimensi saluran tanah berbentuk persegi adalah sebagai berikut :

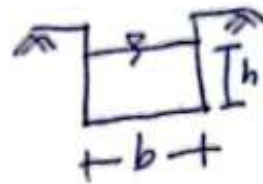
Diketahui $Q = 181$ liter/detik
 $Q = \frac{181}{1000} \text{ m}^3/\text{dt}$

Saluran tersier dari tanah \rightarrow lihat tabel De Vries
 $b/h = 1 \rightarrow b = h$
 $V = 0,3 - 0,35 \text{ m/dt}$
 $k = 35$

Jika i ditetapkan $0,0005$

Maka hitungan dimensi saluran sbb :

Direncanakan saluran persegi, maka $A = b \times h$
 $P = b + 2h$



$$Q = A \times V$$

$$Q = b \cdot h \times K R^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = h \cdot h \times K \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = h^2 \times K \left(\frac{h^2}{h+2h}\right)^{2/3} i^{1/2}$$

$$0,181 = h^2 \times 35 \times \left(\frac{h^2}{3h}\right)^{2/3} i^{1/2}$$

$$0,181 = h^2 \times 35 \times \left(\frac{h^2}{3h}\right)^{2/3} \times 0,0005^{1/2}$$

$$\frac{0,181}{35 \times 0,0005^{1/2}} = h^2 \times \left(\frac{h^2}{3h}\right)^{2/3}$$

$$0,231 = h^2 \times \frac{h^{4/3}}{3^{2/3} h^{2/3}}$$

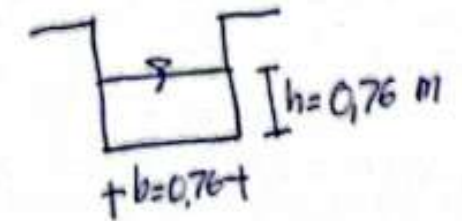
$$0,231 \times 3^{2/3} = \frac{h^{6/3} \times h^{4/3}}{h^{2/3}}$$

$$0,483 = \frac{h^{10/3}}{h^{2/3}} = h^{8/3}$$

$$h = 0,483^{3/8}$$

$$h = 0,761 \text{ m}$$

$$b = h = 0,761 \text{ m}$$



Cek $V = K \times R^{2/3} \times i^{1/2}$

$$A = h^2 = 0,579 \text{ m}^2$$

$$P = 3h = 2,283 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0,254$$

$$\rightarrow V = 35 \times 0,254^{2/3} \times 0,0005^{1/2}$$

$$= 0,31 \text{ m/dt} \rightarrow V = 0,3 - 0,35 \text{ m/dt}$$

$$Q = A \times V$$

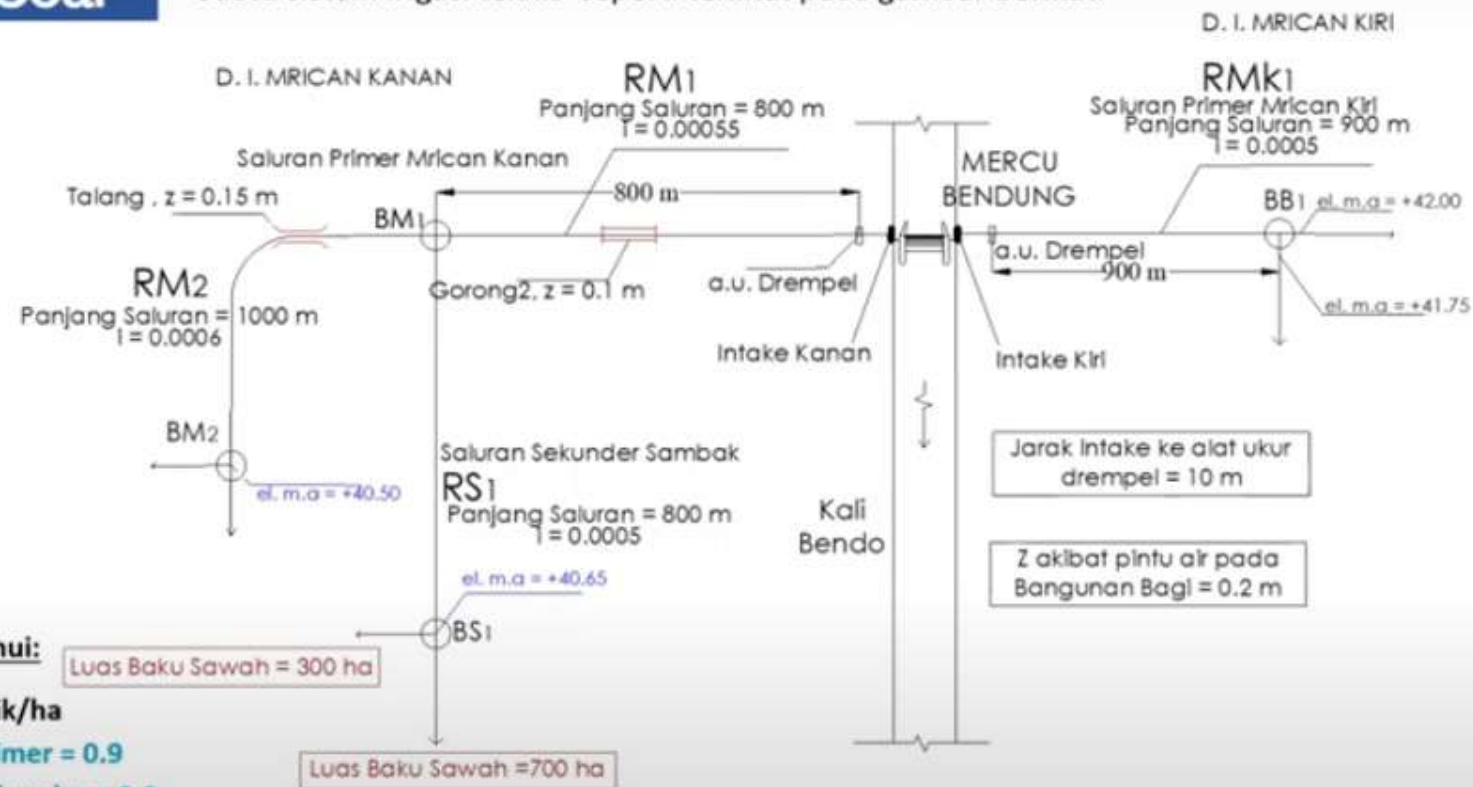
$$= 0,579 \times 0,31$$

$$= 0,180 \text{ m}^3/\text{dt} \rightarrow \text{OK}$$

Contoh Perencanaan Dimensi Saluran

Contoh Soal

Suatu sistem Irigasi teknis seperti terlihat pada gambar berikut.



Apabila diketahui:

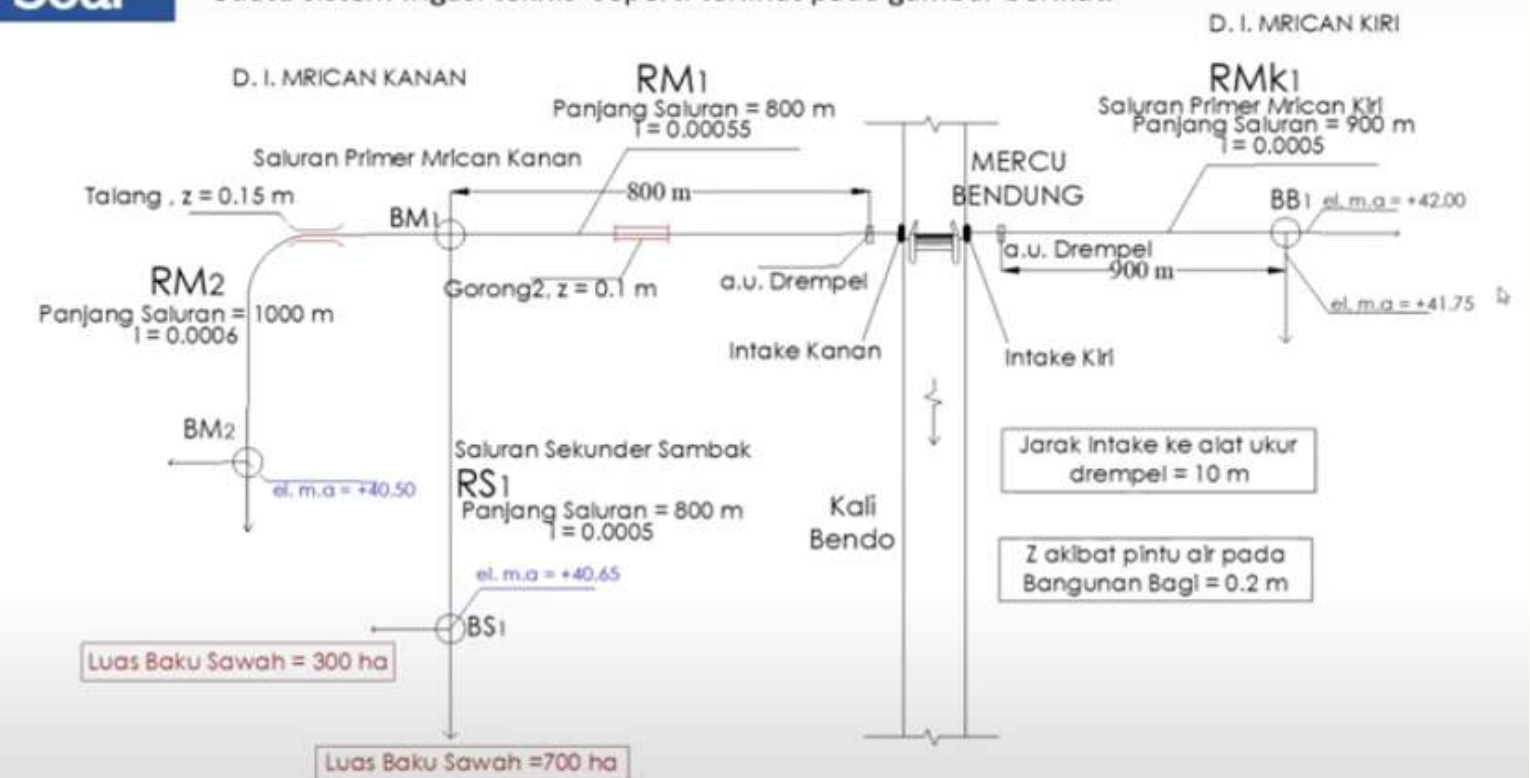
Luas Baku Sawah = 300 ha

Luas Baku Sawah = 700 ha

- NFR: 1.4 liter/detik/ha
- Efisiensi Irigasi Primer = 0.9
- Efisiensi Irigasi Sekunder = 0.9
- Efisiensi Irigasi Tersier = 0.85
- Data elevasi muka air, panjang saluran (l), kemiringan rencana saluran (i), luas daerah irigasi (A), diketahui seperti pada gambar diatas.

Contoh Soal

Suatu sistem Irigasi teknis seperti terlihat pada gambar berikut.



Q: Hitung tinggi air (h) di saluran sekunder RS_1 , dimana saluran berbentuk trapesium, material saluran dari pasangan batu kali ($K = 60$), sudut kemiringan tebing $\theta = 60^\circ$, dengan lebar (b) saluran = 1,5 meter. (Gambar dimensi salurannya).

Contoh Perencanaan Dimensi Saluran

□ Penyelesaian
 Saluran Sekunder RS1
 Diketahui =
 NFR = 1,4 lt/dl/ha
 A = 1000 ha
 >> Perhitungan Kapasitas Rencana
 $Q = \frac{NFR \cdot A}{ef}$
 - ef. sekunder = 0,9
 - ef. tersier = 0,85
 $Es = ef. \text{ sekunder} \cdot ef. \text{ tersier}$
 $= 0,9 \times 0,85$
 $= 0,765$
 $Q = \frac{NFR \cdot A}{Es} = \frac{1,4 \cdot 1000}{0,765}$
 $= 1,83 \text{ m}^3/\text{s}$

>> Perencanaan Dimensi Saluran
 $b = 1,5 \text{ m}$
 $i = 0,0005$
 - Saluran dengan perkuatan dari pasangan batu kali $k = 60$
 - Saluran pasangan penampang terbaik = $\theta = 60^\circ$ (sudut kemiringan tebing)



$$\text{tg } \angle = \frac{y}{x} = \frac{1}{z} \quad z = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{tg } 60^\circ = \frac{1}{z} \quad = 0,577$$

Dicoba $h = 1 \text{ m}$
 maka: $A = (b + zy) \cdot y = (1,5 + 0,57 \cdot 1) \cdot 1$
 $= 2,07 \text{ m}^2$
 $P = b + 2y\sqrt{1 + z^2} = 3,81 \text{ m}$
 $R = \frac{A}{P} = \frac{2,07}{3,81} = 0,54 \text{ m}$

Cek V saluran

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

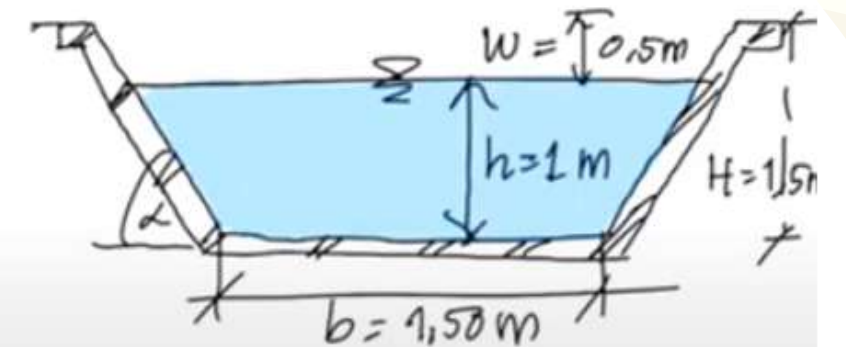
$$= 60 \cdot 0,54^{2/3} \cdot 0,0005^{1/2}$$

$$= 0,89 \text{ m/s}$$

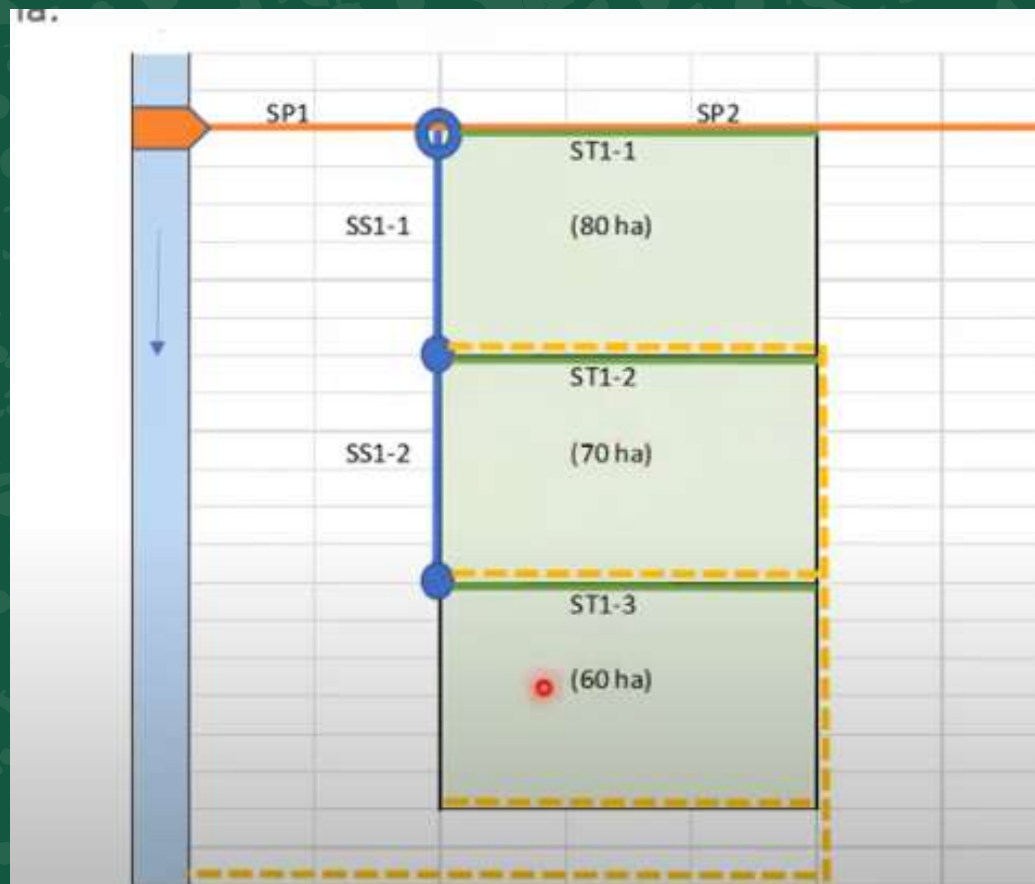
$$Q = V \cdot A$$

$$= 0,89 \text{ m/s} \cdot 2,07 \text{ m}^2$$

$$= 1,86 \text{ m}^3/\text{s} \approx Q \text{ kapasitas renc. } 1,83 \text{ m}^3/\text{s}$$



Contoh Perencanaan Dimensi Saluran



$$Q_{SS1-1} = \frac{1.5 \times (70 + 60)}{0.72} = 270.83 \text{ l/dt} = 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{SS1-2} = \frac{1.5 \times 60}{0.72} = 125 \text{ l/dt} = 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Saluran Primer

$$Q_{SP1} = \frac{1.5 \times (80 + 70 + 60)}{0.65} = 484.61 \text{ l/dt} = 0.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menghitung debit saluran pembuang

$$Q_d = 1.62 D_m A^{0.92}$$

$$\text{Petak 1: } Q_d = 1.62 \times 4 \times 80^{0.92} = 365 \text{ l/dt} = 0.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Petak 2: } Q_d = 1.62 \times 4 \times 70^{0.92} = 323 \text{ l/dt} = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Petak 3: } Q_d = 1.62 \times 4 \times 60^{0.92} = 280 \text{ l/dt} = 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kecepatan ijin untuk saluran tersier (tanah) = 0.3 - 0.35 m/s (Tabel De Vos)

Kecepatan ijin untuk saluran sekunder dan primer (pasangan batu) = 2 m/s

Contoh: saluran tersier ST1-1 ($Q = 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$)

Menurut Tabel De Vos, $m = 1$, $b/h = 1$, $v = 0.3 - 0.35 \text{ m/s}$, $k = 35$

$$Q = A.V$$

$$A = (b + mh)h = 2h^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} = h + 2h\sqrt{2}$$

$$n = 1/k = 1/35 = 0.028$$

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

$$Q = 2h^2 \frac{1}{n} \left(\frac{2h^2}{h + 2h\sqrt{2}} \right)^{2/3} I^{1/2}$$

$$0.15 = 2h^2 \frac{1}{0.028} \left(\frac{2h^2}{h + 2h\sqrt{2}} \right)^{2/3} 0.0005^{1/2}$$

$$0.188 = 2h^2 \left(\frac{2h^2}{h + 2h\sqrt{2}} \right)^{2/3}$$

$$h = 0.485 \text{ m}$$

Cek kecepatan aliran

$$A = (b + mh)h = 2h^2 = 0.47 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} = h + 2h\sqrt{2} = 1.857 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0.253 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.028} \times 0.253^{2/3} \times 0.0005^{1/2} = 0.32 \text{ m/s (OK!)}$$