

DISAIN SALURAN IRIGASI

Effendy

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang – 30139

ABSTRAK

Air merupakan benda yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup di permukaan bumi ini. Oleh manusia, air digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk memasak dan minum, mencuci, pembersihan, pengairan dan irigasi, industri, sarana transportasi dan lain-lain. Oleh karena itu perlu pengelolaan sumber daya air, agar bermanfaat yang sebesar besarnya serta tidak membawa dampak yang merugikan bagi kepentingan makhluk hidup lainnya. Salah satu bentuk pengelolaan sumber daya air adalah pemanfaatannya secara teknis untuk keperluan pengairan atau irigasi, yaitu dengan suatu usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan-bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagi air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara teratur dan jumlah yang cukup, kemudian membuang air yang tidak diperlukan lagi. Pekerjaan yang harus dilakukan untuk usaha tersebut di atas adalah perencanaan saluran irigasi yang meliputi perencanaan saluran induk atau saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran kuartar. Perencanaan saluran yang dimaksud antara lain untuk mendimensi saluran dan kemiringan dasar saluran dengan model pendekatan-pendekatan. Dalam tulisan ini, untuk merencanakan saluran yang dimaksud digunakan standar dari Direktorat Jenderal Pengairan Kementerian Pekerjaan Umum dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Edisi Agustus 1980.

Kata kunci: disain, saluran, debit, irigasi, Manning.

PENDAHULUAN

Sejak zaman dahulu sampai sekarang bahkan sampai mendatang kebutuhan makhluk hidup yang paling utama adalah air. Air oleh manusia digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk memasak dan minum, mencuci, pembersihan, pengairan dan irigasi, industri, sarana transportasi dan lain-lain. Oleh karena itu perlu pengelolaan sumber daya air yang baik agar tidak membawa dampak yang merugikan bagi kepentingan makhluk hidup lainnya.

Dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi di era globalisasi ini yang diikuti dengan penambahan penduduk yang sangat pesat, maka kebutuhan akan pangan, sandang dan papan semakin meningkat. Untuk itu perlu adanya usaha-usaha untuk meningkatkan hasil-hasil pertanian terutama hasil pangan serta perluasan lahan pertanian tanaman pangan. Namun kadang-kadang jumlah lahan yang layak untuk pertanian, ketersediaan airnya terbatas. Oleh karena itu diperlukan usaha-usaha untuk memenuhi kebutuhan air secara efisien, sehingga tidak akan merugikan bagi kepentingan itu sendiri.

Salah satu usaha yang dilakukan oleh pemerintah guna pemenuhan kebutuhan pangan yaitu dengan usaha peningkatan produksi pangan di bidang

pertanian. Usaha pertanian yang paling produktif adalah usaha untuk pemanfaatan air untuk irigasi guna meningkatkan produktifitas di sektor pertanian. Untuk itu pengelolaan dan pengadaan air secara tepat, teratur dan cukup merupakan keharusan.

Irigasi dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan-bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagi air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan jumlah yang cukup, kemudian membuang air yang tidak diperlukan lagi.

Salah satu pekerjaan yang dilakukan untuk usaha-usaha tersebut di atas adalah perencanaan saluran irigasi. Saluran irigasi terdiri dari saluran induk atau saluran primer, saluran cabang induk yang disebut saluran skunder, saluran cabang sekunder yang disebut saluran tersier dan saluran sawah yang disebut saluran kuartar.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Perencanaan Saluran

Di dalam perencanaan saluran-saluran irigasi, akan dijumpai perhitungan dimensi dan kemiringan dasar saluran dengan cara pendekatan-pendekatan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan bentuk saluran yang stabil, murah dan memenuhi persyaratan hidrolis. Rumus-rumus pendekatan didasarkan atas percobaan ataupun penelitian dalam jangka waktu yang lama. Sebagai contoh, salah satu penelitian untuk mendapatkan kecepatan aliran yang optimum, telah dilakukan oleh Steevensz dengan rumus $V = 0,45 Q^{0,225}$, dimana Q = debit aliran dalam m³/detik (Chouw, 1992). Fortier dan Scobey juga membuat daftar kecepatan maksimal untuk berbagai jenis tanah atau lahan dengan debit yang direncanakan.

Ada lagi pendekatan lain, dengan membatasi kecepatan aliran tidak lebih dari 0,75 m/detik agar rumput-rumput tidak tumbuh, atau kecepatan aliran tidak lebih dari 0,40 m/detik agar nyamuk-nyamuk tidak berkembang (Robert Ch., 1992). Di Indonesia pendekatan-pendekatan telah dibuat sebagai standar perencanaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pengairan, Kementerian Pekerjaan Umum dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, 1980.

2. Standar Perencanaan

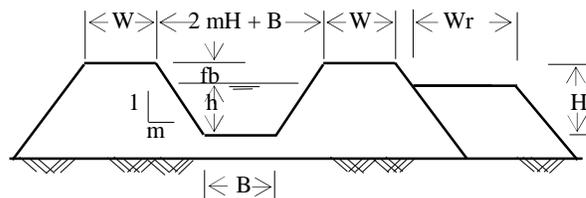
Standar perencanaan yang digunakan dalam merencanakan saluran irigasi adalah standar irigasi yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Pengairan Kementerian Pekerjaan Umum, dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, edisi Agustus 1980. Selain dari pada itu juga digunakan kriteria dari sumber-sumber lain yang terdapat dalam literatur-literatur. Berikut ini kriteria perencanaan untuk saluran primer, skunder, tersier dan kuarter berdasarkan buku standar diatas.

a. Saluran Primer dan Sekunder

(a) Bentuk Penampang

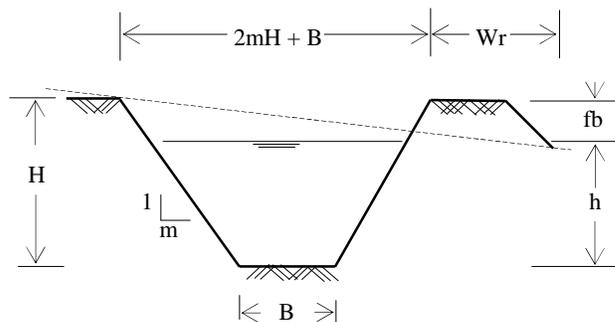
Pada prinsipnya bentuk penampang saluran direncanakan sebagai saluran terbuka (*open channel*) yang berbentuk trapesium, tanpa lapisan pelindung. Bentuk penampang melintang saluran dipilih sebagai berikut.

- Untuk daerah timbunan



Gambar 1. Bentuk penampang saluran di daerah timbunan

- Untuk daerah galian



Gambar 2. Bentuk penampang saluran di daerah galian

Keterangan:

- B = lebar dasar saluran, m.
- h = tinggi air, m.
- fb = tinggi jagaan (*freeboard*), m.
- H = tinggi total saluran, m.
- m = perbandingan sudut dalam saluran
- Ne = perbandingan sudut sebelah luar
- Nc = perbandingan sudut sebelah dalam
- Wr = lebar jalan inspeksi, m
- W = lebar atas tanggul, m.

(b) Perbandingan lebar saluran dan tinggi air (B/h)

Menurut buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, 1980; lebar dasar saluran minimum 30 cm. Perbandingan lebar dasar saluran dan tinggi air (B/h) sangat tergantung dari besar debit yang akan mengalir, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan (B/h)

Debit saluran (m ³ /det)	(B/h)
< 0,30	1
0,30 - 050	1,5
0,50 - 1,50	2
1,50 - 3,00	2,5
3,00 - 4,50	3
4,50 - 6,00	3,5
6,00 - 7,50	4
7,50 - 9,00	4,5
9,00 - 11,00	5

11,00 - 15,00	6
15,00 - 25,00	8
25,00 - 40,00	10
40,00 - 80,00	12

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

(c) Kemiringan lereng atau talud (m, Nc, Ne)

Kemiringan lereng atau talud adalah perbandingan antara panjang garis vertikal yang melalui puncak saluran dan panjang garis horisontal yang melalui tumit saluran. Kemiringan lereng atau talud juga tergantung dari jenis bahan atau material saluran yang digunakan. Dalam hal ini besar kohesi tanah c dan sudut geser dalam tanah (ϕ) yang dapat menjaga kesetabilan lereng saluran. Tinggi timbunan juga mempengaruhi terhadap stabilitas saluran, sehingga dalam menentukan besar kemiringan talud perlu dievaluasi terhadap stabilitas kelongsoran lereng. Untuk kondisi normal, standar irigasi memberikan harga kemiringan lereng seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Harga kemiringan lereng, m

Debit saluran (m ³ /det)	m	
	Dengan lapisan pelindung	Tanpa lapisan pelindung
< 1,50	1,0	0,5
1,50 - 15,00	1,5	1,0
> 15,00	2,0	1,5

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi.

Bila kedalaman galian lebih dalam dari tinggi saluran, maka diperlukan kemiringan dalam (Nc) dan kemiringan lereng luar (Ne).

Tabel 3. Harga kemiringan lereng dalam, Nc

Kedalaman galian, m	Nc	
	Tanah biasa	Batu cadas
< 3	1 : 1,0	1 : 0,5
≥ 3	1 : 1,5	1 : 0,5

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Tabel 4. Harga kemiringan lereng luar, Ne

Tinggi timbunan (m)	Tanpa lapisan pelindung
< 1,0	1,0
1,0 - 2,0	1,5
2,0 - 3,0	1,8
3,0 - 5,0	2,0

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

(d) Tinggi jagaan (*freeboard*), fb

Tinggi jagaan (*freeboard*), fb yaitu jarak vertikal tanggul saluran dengan tinggi muka air saat debit maksimum. Tinggi jagaan sebuah saluran, ditetapkan berdasarkan debit saat banjir. Tinggi jagaan

minimum untuk saluran menurut standar irigasi seperti pada Tabel 5.

Table 5. Tinggi jagaan, fb

Debit saluran (m ³ /det)	Tinggi jagaan, fb (m)
< 0,30	0,30
0,30 - 0,50	0,40
0,50 - 5,00	0,50
5,00 - 15,00	0,60
15,00 - 25,00	0,75
> 25,00	1,00

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

(e) Lebar atas tanggul W_r dan lebar berm W

Bila tanggul saluran digunakan sebagai jalan inspeksi, maka lebar dan ukuran tanggul tersebut direncanakan sebagai jalan inspeksi. Namun bila jalan inspeksi tidak dibuat diatas tanggul, maka tanggul dibuat sama seperti pada berm, seperti pada Tabel 6.

Table 6. Lebar atas tanggul dan berm

Saluran	Lebar atas tanggul W_r , (m)	Lebar berm, W (m)
Tersier	< 1,5	1,0
Sekunder	≥ 1,5	1,5
Primer		2,0

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

b. Perhitungan Saluran Primer dan Sekunder

(a) Rumus Pengaliran

Aliran yang terjadi di dalam saluran dianggap sebagai aliran seragam (*uniform flow*). Untuk menghitung kecepatan aliran dan kemiringan saluran (gradien hidrolis), dipakai rumus Manning.

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

Dimana:

V = kecepatan rata-rata aliran, m/det

n = nilai koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis, m

S = kemiringan atau gradien hidrolis

Debit yang mengalir di dalam saluran, dapat dihitung menurut rumus kontinuitas.

$$Q = A.V$$

Dimana:

Q = debit air yang mengalir, m³/det.

A = luas penampang basah saluran, m².

V = kecepatan rata-rata aliran, m/det.

(b) Nilai koefisien kekasaran dasar saluran menurut Manning dan Strickler

Nilai koefisien kekasaran dasar saluran (n) menurut Manning tergantung dari kondisi saluran.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran tersebut, baik untuk saluran alam maupun saluran buatan, antara lain:

1. Kekasaran permukaan saluran,
2. Ada tidaknya tanaman/tumbuhan dalam saluran,
3. Ketidakteraturan saluran,
4. Trase saluran,
5. Pengendapan dan penggerusan,
6. Hambatan di dalam saluran, misalnya adanya balok-balok, pilar jembatan dan lain-lain.

Sedang menurut Strickler besarnya nilai kekasaran dasar saluran (Kst) tergantung dari ukuran butiran sedimen atau ukuran butiran-butiran tanah saluran. Dari hasil percobaan menurut Strickler, diperoleh nilai Kst adalah:

$$Kst = \left(d^{1/6} \right) : (8,16\sqrt{g}) = (d^{1/6}) : 25,60$$

Dimana:

d = ukuran butir tanah saluran, mm.

g = gravitasi bumi (g = 9,81 m/det²).

Menurut standar irigasi, harga n atau Kst dilihat dari Tabel 7.

Tabel 7. Nilai koefisien kekasaran dasar saluran

Kondisi saluran	Koefisien kekasaran	
	n	Kst
1. Saluran tanpa pelindung		
- debit: > 10 m ³ /det	0,020	50,00
- debit: 5 – 10 m ³ /det	0,021	47,50
- debit: 1 – 5 m ³ /det	0,022	45,00
- debit: 0,2 – 1 m ³ /det	0,023	42,50
- debit: < 0,2 m ³ /det	0,025	40,00
2. Saluran dengan pelindung		
- Beton	0,015	66,70
- Pasangan batu	0,020	50,00
- Pipa beton	0,013	76,90

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

(c) Kecepatan aliran di dalam saluran

Untuk saluran yang tidak dilapisi, maka perlu dibatasi kecepatan aliran, baik kecepatan maksimum maupun minimum. Kecepatan minimum yang diijinkan, atau kecepatan tanpa pengendapan (*non settling velocity*) yaitu kecepatan aliran yang tidak menimbulkan pengendapan atau sedimentasi dan mendorong pertumbuhan tanaman air. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran. Sedangkan kecepatan maksimum yang diijinkan atau kecepatan tahan erosi (*non erodible velocity*) adalah kecepatan rata-rata terbesar yang tidak menimbulkan erosi pada tubuh saluran. Kecepatan minimum dan maksimum yang diijinkan menurut standar irigasi seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Kecepatan aliran yang diijinkan

Jenis Saluran	Minimum m/det	Maksimum m/det
Saluran tanah	0,25	0,80
Saluran pasang batu	0,25	2,00
Saluran beton	0,25	3,00

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Untuk mendimensi saluran yang digunakan kecepatan standar irigasi, sejauh hal ini masih memungkinkan dan layak. Namun jika kecepatan standar ini menghasilkan gradien hidrolis yang tidak mungkin karena kondisi topografi yang terlalu datar, maka dapat ditentukan kecepatan aliran yang memenuhi kecepatan minimum dan maksimum seperti di atas. Kecepatan standar yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 9.

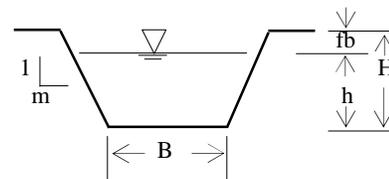
Tabel 9. Kecepatan aliran standar

Debit (m ³ /det)	Kecepatan aliran standar (m/det)
< 0,15	0,25 – 0,30
0,15 – 0,30	0,25 – 0,35
0,30 – 0,40	0,30 – 0,40
0,40 – 0,50	0,35 – 0,45
0,50 – 0,75	0,40 – 0,50
0,75 – 1,50	0,40 – 0,55
1,50 – 3,00	0,45 – 0,60
3,00 – 4,50	0,50 – 0,65
4,50 – 6,00	0,55 – 0,70
6,00 – 7,50	0,60 – 0,70
7,50 – 9,00	0,60 – 0,70
9,00 – 11,00	0,60 – 0,70
11,00 – 15,00	0,60 – 0,70
15,00 – 25,00	0,65 – 0,70

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

(d) Dimensi saluran

Saluran direncanakan sebagai saluran terbuka yang berbentuk trapesium.



Gambar 3. Penampang saluran primer dan sekunder

Unsur-unsur geografis dari penampang saluran yang berbentuk trapesium adalah:

A = luas penampang basah, m²

= h(B + m.h)

P = keliling basah, m

= B + 2h√(1 + m²)

R = jari-jari hidrolis, m
 = A : P
 = {h (B + m.h)} : {(B + 2h√1 + m²)}
 Q = debit saluran, m³/det
 = V.A

Langkah-langkah untuk mendimensi saluran:

- (1) Bila debit rencana sudah ditetapkan, pilih nilai kekasaran Manning (n), perbandingan (B/h), talud (m) dan kecepatan standar, lihat Tabel 7, Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 9.
- (2) Menghitung luas penampang basah, A.
 Dari rumus Q = V.A, maka:

$$A = \frac{Q \text{ rencana}}{V \text{ standar}}$$
- (3) Dari hubungan (B/h) seperti pada Tabel 1 dan luas penampang basah A = h(B + m.h), maka tinggi air (h) dapat ditentukan dan dilihat pula nilai lebar dasar saluran (B).
- (4) Tentukan nilai lebar dasar saluran baru (Bb) yang sesuai, agar praktis. Hal ini dilakukan karena sering didapat nilai B dalam bentuk bilangan yang tidak bulat, sehingga susah nantinya dilaksanakan di lapangan. Dengan nilai lebar dasar saluran baru Bb, maka dari persamaan A = h(Bb + m.h) di dapat nilai tinggi air yang baru, hb.
- (5) Dari rumus Manning, dapat ditentukan gradient hidraulik saluran.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}, \text{ maka } S^{1/2} = \frac{n.V}{R^{2/3}}$$

$$S = \frac{n^2 . V^2}{R^{4/3}}$$

Dimana:

S = gradien hidrolis.

V = kecepatan aliran standar, m/det.

n = nilai koefisien kekasaran Manning.

R = jari-jari hidrolis, m.

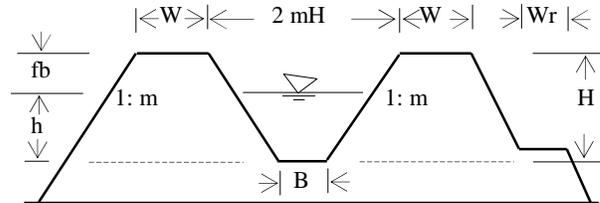
$$= hb (Bb + m.hb) : (Bb + 2 hb \sqrt{1 + m^2})$$

- (6) Tambahkan tinggi jagaan dari Tabel 5 yang sesuai dengan debit rencana, maka diperoleh tinggi total saluran.
- (7) Untuk tujuan praktis, maka dibuat dimensi-dimensi standar sehingga dimensi saluran yang direncanakan tidak terlalu banyak tipe.

c. Saluran Tersier dan Kuarter

- (1) Bentuk penampang saluran

Untuk saluran tersier dan kuarter, seluruhnya direncanakan sebagai saluran terbuka (*open channel*) tanpa pasangan dan berbentuk trapesium.



Gambar 4. Bentuk penampang saluran tersier-kuarter

Besaran-besaran untuk dimensi saluran tersier dan kuarter seperti pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Dimensi saluran tersier dan kuarter

Uraian	Tersier	Kuarter
Perbandingan (B/h)	1,0	1,0
Talud dalam (m)	1,0	1,0
Tinggi jagaan minimum (fb)	0,30 m	0,20 m
Lebar jalan tanggul (Wr)	2,00 m	-
Lebar tanggul (W)	0,50 m	0,40 m
Talud luar (n)		
- untuk dh < 1,0 m	1,0	1,0
- untuk dh ≥ 1,0 m	1,5	-

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Catatan: H adalah tinggi tanggul dari elevasi tanah asli (sawah) yang disyaratkan, tidak boleh kurang dari 0,30 m, hal ini untuk menjamin terlayannya sawah dengan memuaskan.

- (2) Disain hidrolis saluran

Ada beberapa perhitungan dan asumsi sebagai berikut:

- a. Rumus pengaliran dan koefisien pengaliran

Untuk mendimensi saluran, digunakan rumus pengaliran seragam (*uniform flow*) dari Manning.

$$Q = A.V$$

$$= A.1/n . R^{2/3} . S^{1/2}$$

Pendimensionan saluran sama dengan cara mendimensi saluran primer dan skunder. Nilai koefisien kekasaran Manning, untuk saluran tersier dan kuarter diambil n = 0,025 atau Kst = 40.

- b. Perhitungan dimensi saluran

Untuk keperluan praktis baik perencanaan maupun pelaksanaan, maka dibuat 5 (lima) tipe saluran seperti pada Tabel 11. Dalam memilih tipe saluran tersier dan kuarter yang layak, maka perlu diperhatikan kecepatan pengaliran yang menyebabkan pengendapan maupun erosi. Untuk itu ditetapkan besarnya kecepatan standar, kecepatan minimum dan kecepatan maksimum seperti pada Tabel 12.

Tabel 11 Tipe saluran, lebar dasar, tinggi aliran dan tinggi jagaan.

Tipe	Lebar dasar B, (m)	Tinggi aliran h, (m)	Tinggi jagaan fb, (m)
I	0,30	0,30	0,30
II	0,40	0,40	0,30
III	0,50	0,50	0,30
IV	0,60	0,60	0,30
V	0,70	0,70	0,30

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Tabel 12. Kecepatan standar, minimum dan maksimum pada saluran tersier dan kuarter.

Saluran	Debit (m3/dt)	Kecepatan aliran, m/det		
		Standar	Min.	Mak.
Tersier	≤ 0,25	0,25 – 0,35	0,20	0,60
	≤ 0,15	0,20 – 0,30	0,20	0,60
Kuarter	-	0,15 – 0,25	0,10	0,40

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Langkah-langkah untuk mendimensi saluran:

1. Bila debit rencana sudah diketahui, pilih kecepatan standar seperti pada Tabel 12, kemudian hitung $A = Q/V$.
2. Karena perbandingan $(B/h) = 1$ dan talud $m = 1$, maka $A = h(B + mh) = 2h^2$, sehingga $h = \sqrt{A/2}$.
3. Pilih tipe saluran yang sesuai dari Tabel 11.
4. Hitung gradien hidrolis, dari rumus:

$$S = n^2 \cdot V^2 / R^{4/3}$$

Dimana:

$$n = 0,25.$$

V = kecepatan aliran standar, Tabel 12.

R = jari-jari hidrolis.

S = gradien hidrolis.

PEMBAHASAN

Berikut ini diberikan contoh perhitungan-perhitungan dalam merencanakan saluran irigasi, meliputi saluran primer, sekunder, tersier dan kuarter.

1. Saluran Primer

Debit rencana, $Q = 24 \text{ m}^3/\text{det}$.

Kecepatan standar, $V = 0,70 \text{ m/det}$ (lihat Tabel 9).

Perbandingan, $B/h = 8$ (lihat Tabel 1).

Talud, $1 : m = 2$ (lihat Tabel 2), maka $m = 2$.

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang basah, } A &= Q : V \\ &= 24 : 0,70 \\ &= 34,2857 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Dari nilai $B/h = 8$, maka $B = 8h$, dan $m = 2$

Sehingga $A = h(B + m.h)$

$$34,2857 = h(8h + 2h)$$

$$34,2857 = 10.h^2$$

$$h^2 = 3,42857$$

$$h = \sqrt{3,42857} = 1,581 \text{ m.}$$

$$B = 8h$$

$$= (8)(1,581) = 12,648 \text{ m.}$$

Ambil lebar dasar saluran baru, $Bb = 13 \text{ m}$, maka tinggi air yang baru dapat dicari sebagai berikut:

$$A = (hb)(Bb + m.hb)$$

$$34,2857 = (hb)(13 + 2.hb)$$

$$34,2857 = 13.hb + 2(hb)^2$$

$$2(hb)^2 + 13(hb) - 34,2857 = 0$$

Dengan rumus abc, diperoleh nilai $hb = 2 \text{ m}$.

Tinggi jagaan, $fb = 0,75 \text{ m}$ (lihat Tabel 5).

$$\begin{aligned} \text{Tinggi saluran } H &= hb + fb \\ &= 2 + 0,75 \\ &= 2,75 \text{ m.} \end{aligned}$$

Kemiringan saluran atau gradien hidrolis:

$$S = n^2 V^2 : R^{4/3}$$

$$n = 0,020 \text{ (lihat Tabel 7).}$$

$$R = (hb)(Bb.m.hb) : (Bb + 2hb \sqrt{1 + m^2})$$

$$\begin{aligned} &= (2)(13 + 2.2) : (13 + 2.2 \sqrt{1 + 2^2}) \\ &= 34 : 21,944 \end{aligned}$$

$$= 1,5493 \text{ m.}$$

$$S = (0,020)^2 (0,70)^2 : (1,5493)^{4/3}$$

$$= (0,000196) : (1,792726)$$

$$= 0,0109 \text{ \%}.$$

2. Saluran Sekunder

Debit rencana, $Q = 3,684 \text{ m}^3/\text{det}$.

Kecepatan standar, $V = 0,50 \text{ m/det}$ (lihat Tabel 9).

Perbandingan $B/h = 3$ (lihat Tabel 1).

Talud, $1 : m = 1,5$ (lihat Tabel 2), maka $m = 1,5$.

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang basah, } A &= Q : V \\ &= 3,684 : 0,50 \\ &= 7,368 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Dari nilai $B/h = 3$, maka $B = 3h$ dan $m = 1,5$.

Sehingga $A = h(B + m.h)$

$$7,368 = h(3h + 1,5h)$$

$$7,368 = 4,5 h^2$$

$$h^2 = 1,637$$

$$h = \sqrt{1,637} = 1,279 \text{ m.}$$

$$B = 3h$$

$$= (3)(1,279)$$

$$= 3,837 \text{ m.}$$

Ambil lebar dasar saluran baru $Bb = 4 \text{ m}$, maka tinggi air yang baru dapat dicari sebagai berikut:

$$A = hb(Bb + m.hb)$$

$$7,368 = hb(4 + 1,5.hb)$$

$$1,5.hb^2 + 4.hb - 7,368 = 0$$

Dengan rumus abc, diperoleh $hb = 1,2531 \text{ m}$.

Tinggi jagaan, $fb = 0,50 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi saluran } H &= hb + fb \\ &= 1,2531 + 0,50 \\ &= 1,7531 \text{ m.} \end{aligned}$$

Ambil $H = 1,80$ m.

Kemiringan saluran, S

$$S = (n^2 V^2) : (R^{4/3})$$

$n = 0,022$ (lihat Tabel 7)

$$R = hb(Bb + m.hb) : (Bb + 2.hb) \sqrt{1+m^2}$$

$$= 1,2531(4+1,5.1,2531) : (4+2.1,2531 \sqrt{1+1,5^2})$$

$$= 0,865 \text{ m.}$$

$$S = (0,022)^2 (0,50)^2 : (0,865)^{4/3}$$

$$= 0,01468 \text{ \%}$$

3. Saluran Tersier

Debit rencana, $Q = 0,166 \text{ m}^3/\text{det}$.

Kecepatan standar, $V = 0,25 \text{ m/det}$ (lihat Tabel 12).

Perbandingan $B/h = 1$ (lihat Tabel 10).

Talud dalam, $m = 1$ (lihat Tabel 10).

$$\text{Luas penampang basah, } A = Q : V$$

$$= 0,166 : 0,25$$

$$= 0,664 \text{ m}^2$$

Dari nilai $B/h = 1$ dan $m = 1$, maka:

$$A = h (B + m.h)$$

$$= h (h + 1.h)$$

$$= 2 h^2$$

$$\text{Sehingga: } h = \sqrt{A/2}$$

$$= \sqrt{0,664/2}$$

$$= 0,5761 \text{ m} \sim 0,60 \text{ m}$$

Dari Tabel 11, didapat saluran tipe V dengan:

$B = 0,60$ m

$h = 0,60$ m

$fb = 0,30$ m

Kemiringan saluran (gradien hidrolis), S

$$S = (n^2 V^2) : (R^{4/3})$$

$n = 0,025$

$$R = h(B + m.h) : (B + 2h \sqrt{1+m^2})$$

$$= 0,60(0,60 + 1,60) : (0,60 + 2.0,60 \sqrt{1+1^2})$$

$$= 0,72 : 2,297$$

$$= 0,3134 \text{ m.}$$

$$\text{Maka, } S = (0,025)^2 (0,25)^2 : (0,3134)^{3/4}$$

$$= 0,0183 \text{ \%}$$

4. Saluran Kuartier

Debit rencana, $Q = 0,034 \text{ m}^3/\text{det}$

Kecepatan standar, $V = 0,15 \text{ m/det}$ (lihat Tabel 12)

Perbandingan $B/h = 1$ (lihat Tabel 10)

Talud dalam, $m = 1$ (lihat Tabel 10)

$$\text{Luas penampang basah, } A = Q : V$$

$$= 0,034 : 0,15$$

$$= 0,2266 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi air, } h = \sqrt{A/2}$$

$$= \sqrt{\frac{0,2266}{2}}$$

$$= 0,3366 \text{ m} \sim 0,40 \text{ m}$$

Dari Tabel 11 didapat saluran tipe II, dengan:

$B = 0,40$ m.

$h = 0,40$ m.

$fb = 0,30$ m.

Kemiringan saluran (gradien hidrolis), S .

$$S = (n^2 V^2) : (R^{4/3})$$

$n = 0,025$

$V = 0,15 \text{ m/det}$.

$$R = h (B + mh) : (B + 2h \sqrt{1+m^2})$$

$$= 0,40 (0,40 + 1.0,40) : (0,40 + 2.0,40 \sqrt{1+1^2})$$

$$= 0,32 : 1,5313$$

$$= 0,2089 \text{ m.}$$

$$\text{Maka, } S = (0,025)^2 (0,15)^2 : (0,2089)^{4/3}$$

$$= 0,0113 \text{ \%}$$

KESIMPULAN

Dari uraian-uraian tersebut diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Air oleh manusia digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk memasak dan minum, mencuci, pembersihan, irigasi, industri, sarana transportasi dan lain-lain.
2. Salah satu usaha dari pemerintah untuk meningkatkan hasil-hasil pertanian adalah pemanfaatan air untuk irigasi guna peningkatan produksi pangan.
3. Pada umumnya bentuk saluran irigasi (saluran primer, sekunder, tersier dan kuartier) adalah saluran terbuka (*open channel*) berbentuk trapesium tanpa lapisan pelindung (*lining*).
4. Dalam merencanakan saluran irigasi, yaitu dalam menentukan dimensi saluran, kemiringan dasar saluran, kecepatan aliran, serta menghitung debit aliran pada saluran, dilakukan dengan pendekatan-pendekatan.
5. Di Indonesia untuk merencanakan saluran irigasi, digunakan standar dari Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, dalam buku Pedoman Kriteria Pernencanaan Teknis Irigasi, Agustus 1980.

DAFTAR PUSTAKA

-----, 1984. *Buletin Pengairan*, No.4 April 1984. Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.

-----, 1980. *Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi*. Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.

-----, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi*. Sub Direktorat Perencanaan Teknik, Direktorat Irigasi, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.

Chouw, V.T. & Nensi Rosalina, 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Robert Ch., 1992. *Konstruksi Saluran Irigasi pada Tanah Gambut*. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

RIWAYAT PENULIS

Ir. Effendy, M.T. adalah Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, **email: effendy.susilo@ymail.com**. Mata Kuliah yang diampu adalah Drainase, Mekanika Tanah 1, Mekanika Tanah 2, Rekayasa Pondasi 1 dan Rekayasa Pondasi 2. Dengan profesi sebagai Profesional Ahli Madya, aktif di asosiasi profesi Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) Cabang Palembang.