



**Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta**

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

**Kolaborasi Pembelajaran
Program Studi Teknik Sipil Institut
Teknologi Nasional Yogyakarta
dengan
Universitas Papua**

IRIGASI

Sub-Materi

Dosen Pengampu :

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

Perencanaan Saluran menurut KP- 03

Tujuan Perkuliahan :

- Mahasiswa mampu menjelaskan tentang perencanaan saluran menurut KP-03

SISTEM IRIGASI

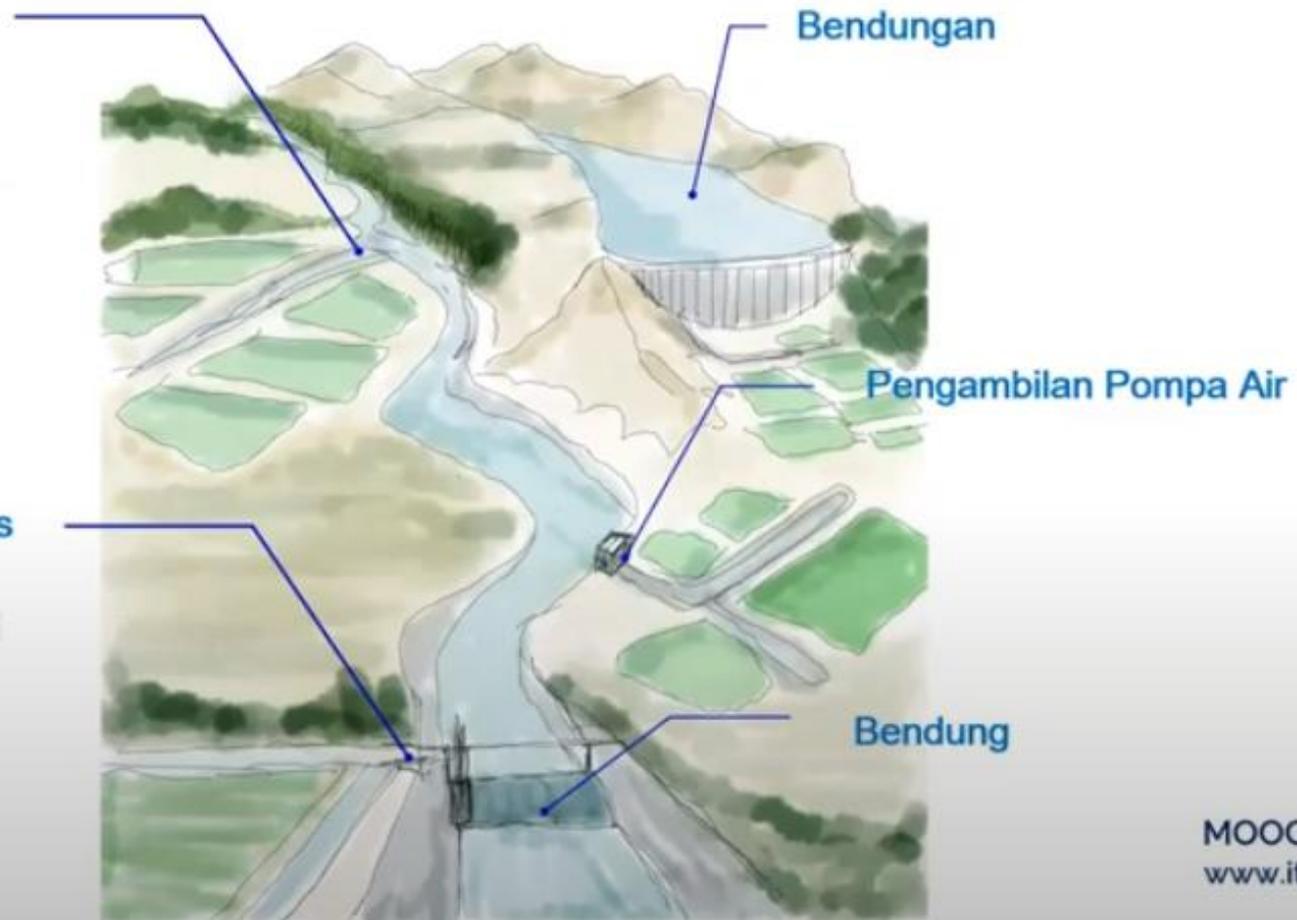
Intake Irigasi

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.



PERENCANAAN SALURAN

KP - 03 Kriteria Perencanaan Bagian Saluran

DALAM PERENCANAAN SALURAN IRIGASI diperlukan data-data sbb :

1. Data Topografi : PETA TOPOGRAFI, peta situasi trase saluran, profil memanjang, potongan melintang & Peta lokasi titik tetap/benchmark

2. Debit Rencana

3. Kebutuhan Air Di Sawah (NFR)

Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut :

$$Q = \frac{c \text{ NFR } A}{e} \dots\dots\dots 2-1$$

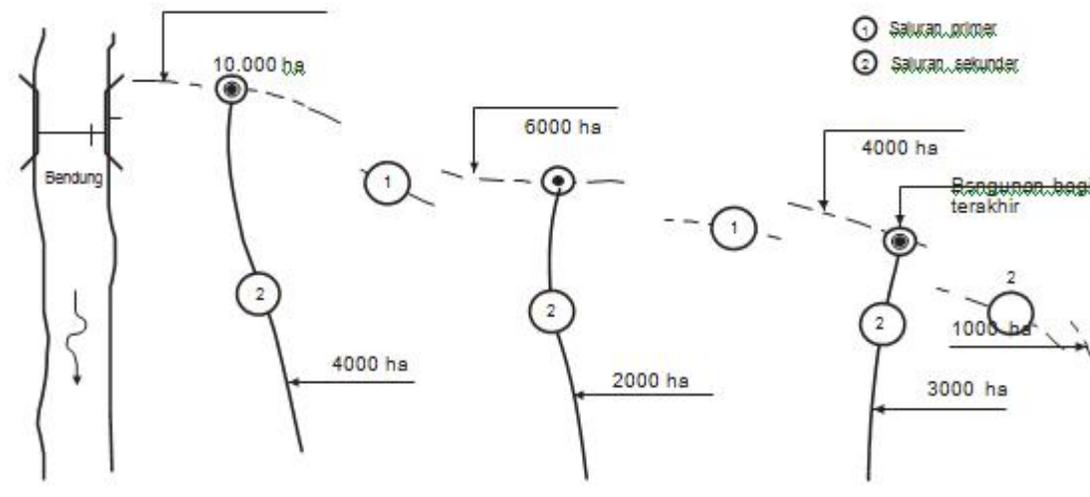
- Dimana :
- Q = Debit rencana, ltr/dt
 - c = Koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan, (lihat Subbab 2.2.4)
 - NFR = Kebutuhan bersih (*netto*) air di sawah, ltr/dt/ha
 - A = Luas daerah yang diairi, ha
 - e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan.

Jaringan Irigasi

SALURAN IRIGASI

Jaringan Irigasi Utama

- **Saluran primer** membawa air dari bendung ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir
- **Saluran sekunder** membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas ujung saluran ini adalah pada bangunan sadap terakhir.
- Saluran pembawa membawa air irigasi dari sumber air lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.
- **Saluran muka tersier** membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di seberang petak tersier lainnya. Saluran ini termasuk dalam wewenang Dinas Irigasi dan oleh sebab itu pemeliharaannya menjadi tanggung jawabnya.



Saluran-Saluran Primer dan Sekunder

Jaringan Saluran Irigasi Tersier

-**Saluran tersier** membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter. Batas ujung saluran ini adalah boks bagi kuarter yang terakhir.

-**Saluran kuarter** membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah.

-Perlu dilengkapi **jalan petani ditingkat jaringan tersier dan kuarter** sepanjang itu memang diperlukan oleh petani setempat dan dengan persetujuan petani setempat pula, karena banyak ditemukan di lapangan jalan petani yang rusak sehingga akses petani dari dan ke sawah menjadi terhambat, terutama untuk petak sawah yang paling ujung.

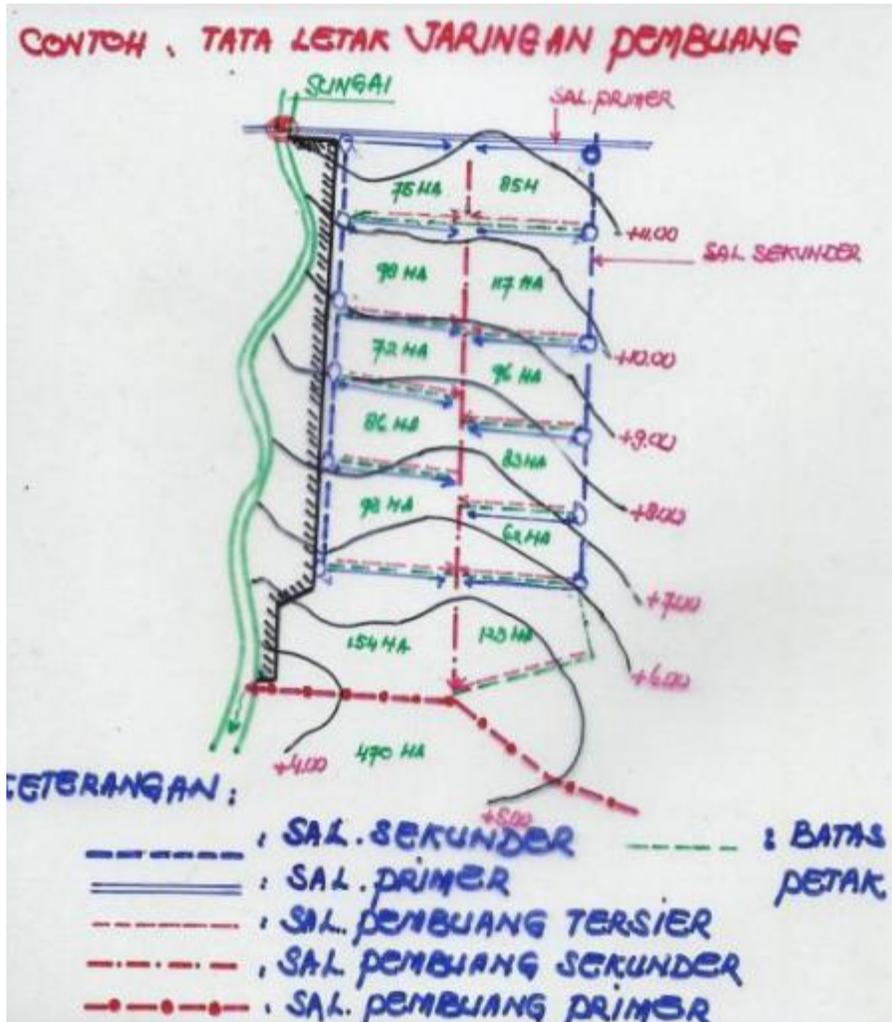
-**Pembangunan sanggar tani** sebagai sarana untuk diskusi antar petani sehingga partisipasi petani lebih meningkat, dan pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta diharapkan letaknya dapat mewakili wilayah P3A atau GP3A setempat.



Garis Sempadan Saluran

Dalam rangka pengamanan saluran dan bangunan maka perlu ditetapkan garis sempadan saluran dan bangunan irigasi yang jauhnya ditentukan dalam peraturan perundangan sempadan saluran.

Saluran Pembuang



Jaringan Saluran Pembuang Tersier

- **Saluran pembuang kuartier** terletak didalam satu petak tersier, menampung air langsung dari sawah dan membuang air tersebut kedalam saluran pembuang tersier.

- **Saluran pembuang tersier** terletak di dan antara petak-petak tersier yang termasuk dalam unit irigasi sekunder yang sama dan menampung air, baik dari pembuang kuartier maupun dari sawah-sawah. Air tersebut dibuang ke dalam jaringan pembuang sekunder.

Jaringan Saluran Pembuang Utama

- **Saluran pembuang sekunder** menampung air dari jaringan pembuang tersier dan membuang air tersebut ke pembuang primer atau langsung ke jaringan pembuang alamiah dan ke luar daerah irigasi.

- **Saluran pembuang primer** mengalirkan air lebih dari saluran pembuang sekunder ke luar daerah irigasi. Pembuang primer sering berupa saluran pembuang alamiah yang mengalirkan kelebihan air tersebut ke sungai, anak sungai atau ke laut.

SALURAN TANAH TANPA PASANGAN

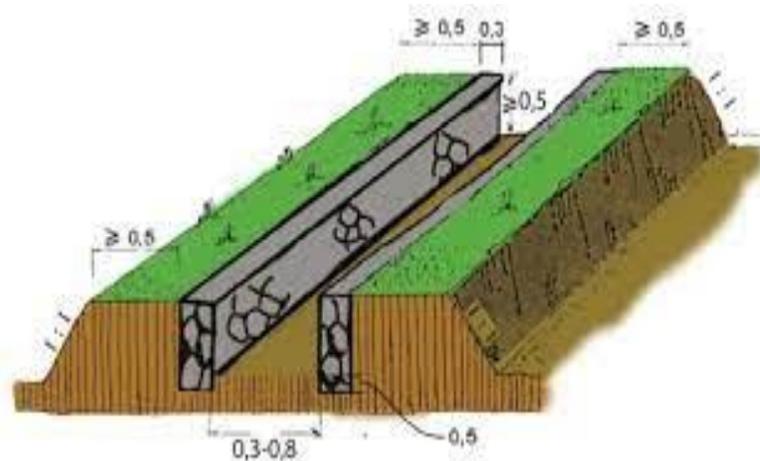
Sistem irigasi di Indonesia secara umum menerapkan **saluran irigasi tanpa pasangan** sejauh secara teknis bisa dipertanggung jawabkan. Pada ruas tertentu jika keadaan tidak memungkinkan dapat digunakan **saluran pasangan**.

Untuk pengaliran air irigasi, **saluran berpenampang trapesium tanpa pasangan** adalah bangunan pembawa yang paling umum dipakai dan ekonomis.

Perencanaan saluran harus memberikan penyelesaian **biaya pelaksanaan dan pemeliharaan yang paling rendah**.

Erosi dan sedimentasi di setiap potongan melintang harus minimal dan berimbang sepanjang tahun.

Ruas-ruas saluran harus mantap.



Untuk perencanaan saluran, ada tiga keadaan yang harus dibedakan sehubungan dengan terdapatnya sedimen dalam air irigasi dan bahan tanggul yaitu :

1. Aliran irigasi tanpa sedimen di saluran tanah : dipengaruhi kecepatan maks yg diijinkan
2. Air irigasi bersedimen di saluran pasangan : dipengaruhi kriteria angkutan sediman
3. Aliran irigasi bersedimen di saluran tanah : dipengaruhi oleh kriteria erosi & angkutan sedimen

Dalam Kriteria Perencanaan ini, dipakai **kecepatan aliran dengan harga-harga maksimum yang diizinkan**, bukan gaya geser, sebagai parameter untuk gaya erosi. Untuk perencanaan hidrolis sebuah saluran, ada dua parameter pokok yang harus ditentukan apabila kapasitas rencana yang diperlukan sudah diketahui, yaitu :

- perbandingan kedalaman air dengan lebar dasar
- kemiringan memanjang saluran

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

Koefisien Kekasaran Strickler bergantung kepada :

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

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

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

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

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

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

$$Q = v \times A$$

$$b = n \times h$$

Dimana :

Q = debit saluran, m^3/dt

v = kecepatan aliran, m/dt

A = potongan melintang aliran, m^2

R = jari – jari hidrolis, m

P = keliling basah, m

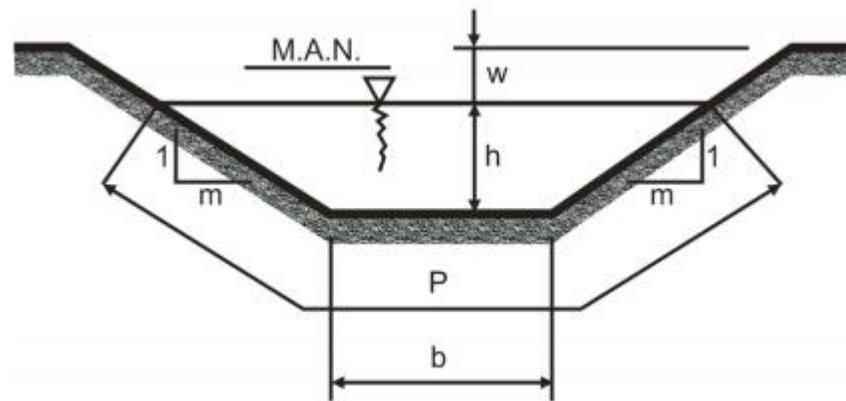
b = lebar dasar, m

h = tinggi air, m

I = kemiringan energi (kemiringan saluran)

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

m = kemiringan talut (1 vertikal : m horizontal)



Gambar 3-1. Parameter Potongan Melintang

SEDIMENTASI & EROSI

Perencanaan saluran harus mengikuti kriteria angkutan sedimen dan erosi.

Biasanya sedimentasi memainkan peranan penting dalam perencanaan saluran primer. Saluran ini sering direncana sebagai saluran garis tinggi dengan kemiringan dasar yang terbatas.

Saluran sekunder yang dicabangkan dari saluran primer dan mengikuti punggung sering mempunyai kemiringan dasar sedang dan dengan demikian kapasitas angkut sedimen relatif lebih tinggi, sehingga kriteria erosi bisa menjadi faktor pembatas.

Sedimentasi

- Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan terendah yang tidak akan menyebabkan pengendapan partikel dengan diameter maksimum yang diizinkan (0,088 mm).
- angkutan sedimen Einstein-Brown dan Englund Hansen

Erosi

- Kecepatan maksimum yang diizinkan adalah kecepatan aliran (rata-rata) maksimum yang tidak akan menyebabkan erosi di permukaan saluran.
- Konsep itu didasarkan pada hasil riset yang diadakan oleh US Soil Conservation Service (USDA - SCS, Design of Open Channels, 1977) dan hanya memerlukan sedikit saja data lapangan seperti klasifikasi tanah (Unified System), indeks plastisitas dan angka pori

Potongan melintang saluran

GEOMETRI

- Untuk mengalirkan air dengan penampang basah sekecil mungkin, potongan melintang yang berbentuk setengah lingkaran adalah yang terbaik.
- Usaha untuk mendapatkan bentuk yang ideal dari segi hidrolis dengan saluran tanah berbentuk trapesium, akan cenderung menghasilkan potongan melintang yang terlalu dalam atau sempit. Hanya pada saluran dengan debit rencana sampai dengan 0,5 m³/dt saja yang potongan melintangnya dapat mendekati bentuk setengah lingkaran.
- Saluran dengan debit rencana yang tinggi pada umumnya lebar dan dangkal dengan perbandingan b/h (n) sampai 10 atau lebih.

Kemiringan Saluran

- Untuk menekan biaya pembebasan tanah dan penggalian, talut saluran direncana securam mungkin.
- Bahan tanah, kedalaman saluran dan terjadinya rembesan akan menentukan kemiringan maksimum untuk talut yang stabil

Tabel 3-3. Kemiringan Minimum Talut untuk Berbagai Bahan Tanah

Bahan Tanah	Simbol	Kisaran Kemiringan
Batu		< 0,25
Gambut kenyal	Pt	1,00 – 2,00
Lempung kenyal, geluh, Tanah lus	CL, CH, MH	1,00 – 2,00
Lempung pasir, tanah pasiran kohesif	SC, SM	1,50 – 2,50
Pasir lanauan	SM	2,00 – 3,00
Gambar lunak	Pt	3,00 – 4,00

*Geluh : (foam) adalah campuran pasir, lempung dan Lumpur yang kira-kira sama banyaknya

Tabel 3-4. Kemiringan Talut Minimum untuk Saluran Timbunan yang Dipadatkan dengan Baik

Kedalaman Air + Tinggi Jagaan D (m)	Kemiringan Minimum Talut
D ≤ 1,0	1 : 1,0
1,0 < D ≤ 2,0	1 : 1,5
D > 2,0	1 : 2,0

Lengkung Saluran

Lengkung yang diizinkan untuk saluran tanah bergantung kepada:

- Ukuran dan kapasitas saluran
- Jenis tanah
- Kecepatan aliran

Tinggi Jagaan berguna untuk:

- menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum;
- mencegah kerusakan tanggul saluran.

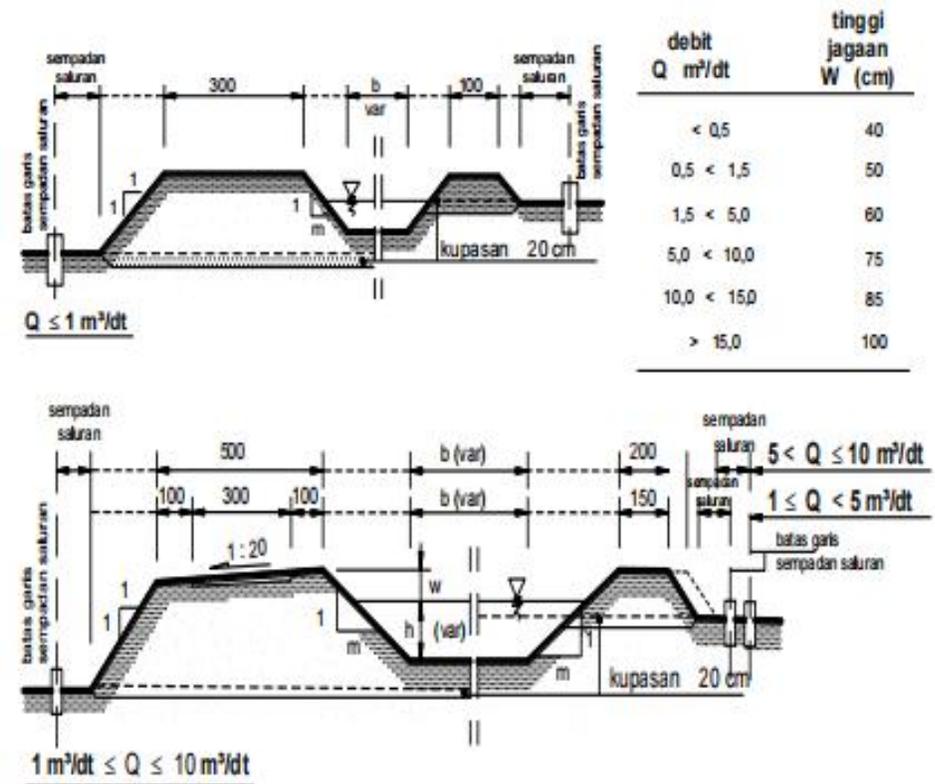
Meningginya muka air sampai di atas tinggi yang telah direncanakan bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba-tiba di sebelah hilir, variasi ini akan bertambah dengan membesarnya debit.

Meningginya muka air dapat pula diakibatkan oleh pengaliran air buangan ke dalam saluran.

- Tinggi jagaan minimum yang diberikan pada saluran primer dan sekunder dikaitkan dengan debit rencana saluran seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 3-5 dan Gambar 3-4.

Tabel 3-5. Tinggi Jagaan Minimum untuk Saluran Tanah

Q (m ³ /dt)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,40
0,5 – 1,5	0,50
1,5 – 5,0	0,60
5,0 – 10,0	0,75
10,0 – 15,0	0,85
> 15,0	1,00

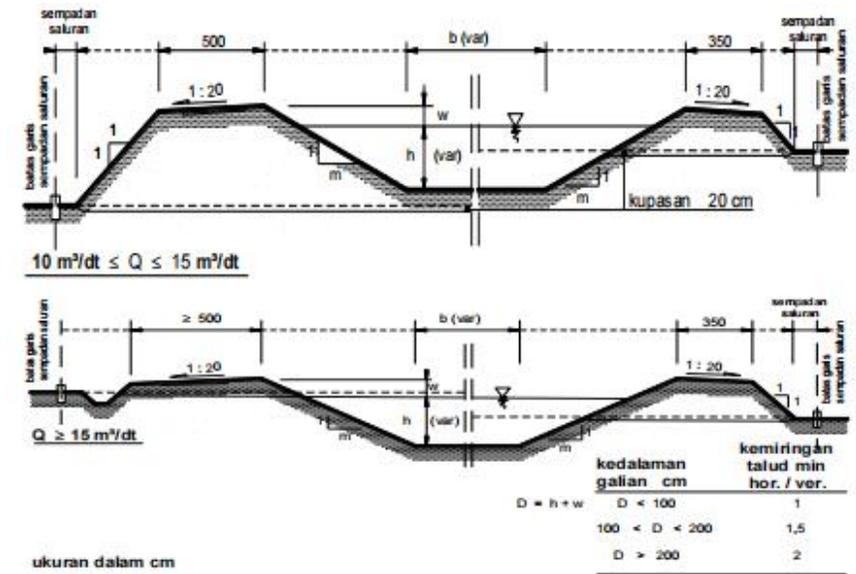


Lebar Tanggul

Untuk tujuan-tujuan eksploitasi, pemeliharaan dan inspeksi akan diperlukan tanggul di sepanjang saluran dengan lebar minimum spt pada tabel 3.6

Jalan inspeksi terletak ditepi saluran di sisi yang diairi agar bangunan sadap dapat dicapai secara langsung dan usaha penyadapan liar makin sulit dilakukan.

Lebar jalan inspeksi dengan perkerasan adalah 5,0 m atau lebih, dengan lebar perkerasan sekurang-kurangnya 3,0 meter.



Gambar 3-4. Tipe-Tipe Potongan Melintang Saluran Irigasi

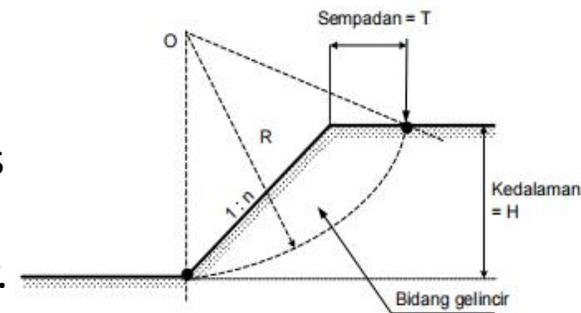
Tabel 3-6. Lebar Minimum Tanggul

Debit Rencana (m^3/dt)	Tanpa Jalan Inspeksi (m)	Dengan Jalan Inspeksi (m)
$Q \leq 1$	1,00	3,00
$1 < Q < 5$	1,50	5,00
$5 < Q \leq 10$	2,00	5,00
$10 < Q \leq 15$	3,50	5,00
$Q > 15$	3,50	$\approx 5,00$

Garis Sempadan Saluran

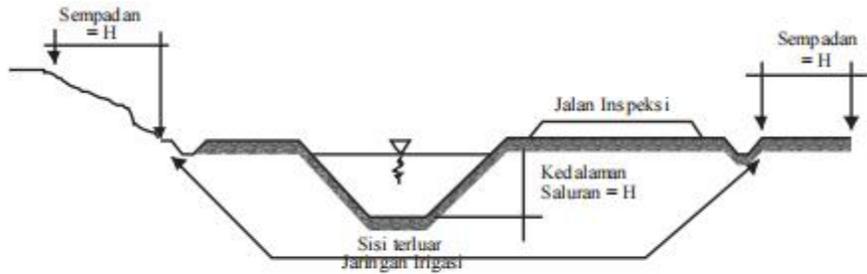
Penetapan garis sempadan jaringan irigasi ditujukan untuk menjaga agar fungsi jaringan irigasi tidak terganggu oleh aktivitas yang berkembang disekitarnya.

Prinsip dasar penentuan garis sempadan saluran adalah untuk memperoleh ruang keamanan saluran irigasi sehingga aktivitas yang berkembang diluar garis tersebut tidak mempengaruhi kestabilan saluran, yang ditunjukkan oleh batas daerah gelincir.

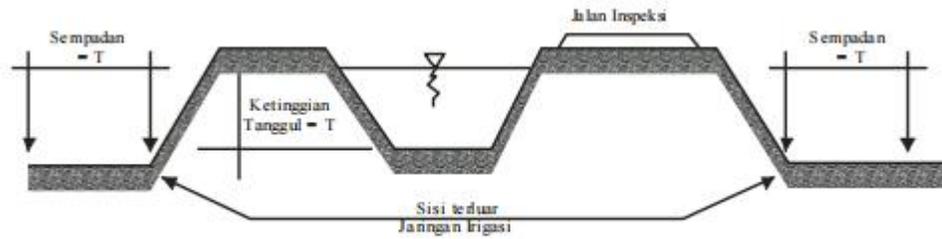


Gambar 3-5. Bidang Gelincir pada Tebing Saluran

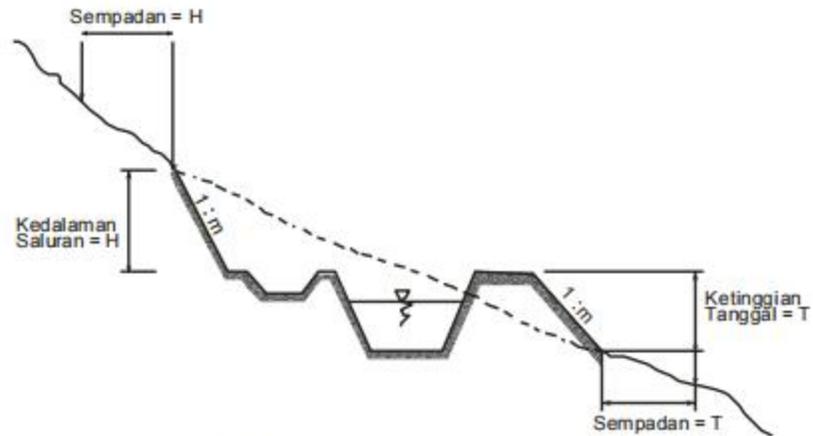
Garis sempadan saluran



Gambar 3-6. Sempadan Saluran Irigasi Tak Bertanggul



Gambar 3-7. Sempadan Saluran Irigasi Bertanggul



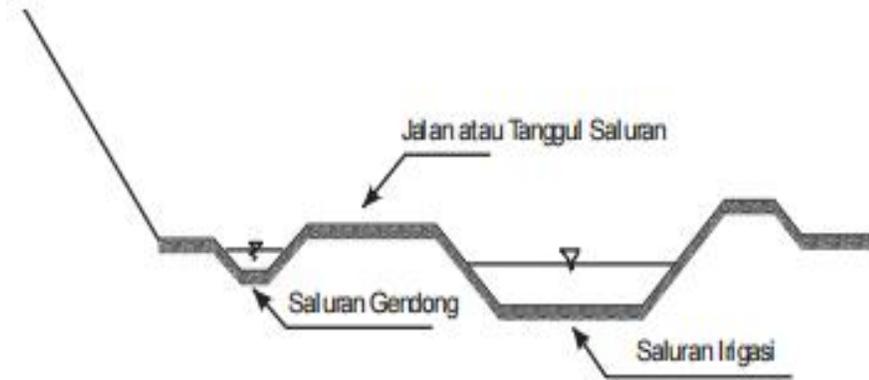
Gambar 3-8. Sempadan Saluran Irigasi di Lereng

Perencanaan Saluran Gendong

Saluran gendong adalah saluran drainase yang diletakkan sejajar dengan saluran irigasi. Saluran gendong ini berfungsi mencegah aliran permukaan (run off) di luar daerah irigasi (ekstern area) masuk kedalam saluran irigasi.

Air di saluran gendong ini dialirkan keluar ke saluran alam atau saluran drainase buatan yang terdekat.

Saluran gendong ini dibangun/dikonstruksi apabila suatu saluran irigasi melintasi suatu daerah-daerah di perbukitan.



Gambar 3-9. Potongan Melintang Saluran Gendong dan Saluran Irigasi

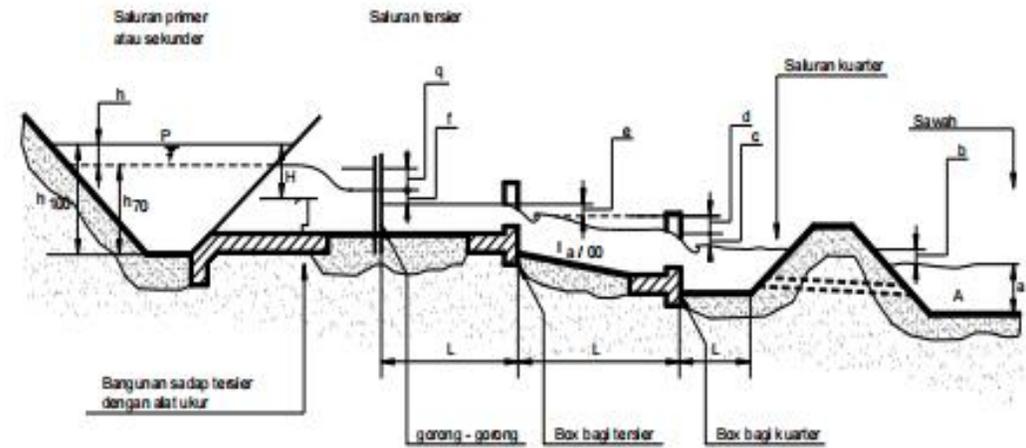
Kapasitas drainase untuk satu jenis daerah dataran tinggi (up land) atau dataran rendah (low land) umumnya menggunakan periode ulang curah hujan 5 tahunan. Sedang periode 20 tahunan khusus digunakan pada areal yang mempunyai dua jenis dataran yaitu dataran tinggi dan dataran rendah

Potongan Memanjang Muka Air yang Diperlukan

Tinggi muka air yang diinginkan dalam jaringan utama didasarkan pada tinggi muka air yang diperlukan di sawah-sawah yang diairi.

Prosedurnya adalah sbb :

1. menghitung tinggi muka air yang diperlukan di bangunan sadap tersier.
2. seluruh kehilangan di saluran kuarter dan tersier serta bangunan dijumlahkan menjadi tinggi muka air di sawah yang diperlukan dalam petak tersier.
3. Ketinggian ini ditambah lagi dengan kehilangan tinggi energi di bangunan sadap tersier dan longgaran (persediaan) untuk variasi muka air akibat eksploitasi jaringan utama pada tinggi muka air parsial (sebagian).



Gambar 3-10. Tinggi Bangunan Sadap Tersier yang Diperlukan

$$P = A + b + c + d + e + f + g + \Delta h + Z$$

dimana:

- P = muka air di saluran sekunder
- A = elevasi tertinggi di sawah
- a = lapisan air di sawah, ≈ 10 cm
- b = kehilangan tinggi energi di saluran kuarter ke sawah ≈ 5 cm
- c = kehilangan tinggi energi di boks bagi kuarter ≈ 5 cm/boks
- d = kehilangan tinggi energi selama pengaliran disaluran irigasi, $I \times L$
- e = kehilangan tinggi energi di boks bagi tersier, ≈ 10 cm
- f = kehilangan tinggi energi di gorong-gorong, ≈ 5 cm
- g = kehilangan tinggi energi di bangunan sadap tersier
- Δh = variasi tinggi muka air, $0,10 h_{100}$ (kedalaman rencana)
- Z = kehilangan tinggi energi di bangunan-bangunan tersier yang lain.

Perencanaan kemiringan saluran

Dalam perencanaan saluran, sebaiknya diikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tentukan debit rencana serta kemiringan yang terbaik untuk tiap ruas saluran berdasarkan kemiringan medan yang ada dan elevasi bangunan sadap tersier yang diperlukan.
2. Plotkan data-data Q-I untuk masing-masing ruas saluran berikutnya mulai dari bangunan utama hingga ujung saluran sekunder.
3. Tentukan harga kecepatan dasar yang diizinkan vba bagi setiap ruas saluran berdasarkan kondisi tanah dengan gambar 3-2.b dan 3-3.a.
4. Cek apakah garis $1\sqrt{R}$ semakin bertambah besar ke arah hilir.
5. Cek apakah kecepatan dasar rencana bvd tidak melampaui kecepatan dasar yang diizinkan vba.
6. Jika pada langkah 4 dan 5 tidak dijumpai masalah apa pun, maka perencanaan saluran akan diselesaikan dengan harga-harga kemiringan yang dipilih dari langkah 1.
7. Kemiringan saluran dapat dimodifikasi sebagai berikut:
 - Bila kecepatan rencana melebihi kecepatan yang diizinkan, maka besarnya kemiringan saluran akan dipilih dan mungkin akan diperlukan bangunan terjun.
 - Bila kemiringan saluran pada langkah 1 untuk suatu ruas tertentu akan lebih landai daripada yang diperlukan untuk garis $1\sqrt{R}$ maka kemiringan tersebut akan ditambah dan akan dibuat dalam galian.

Sipatan Penampang Saluran Tanah

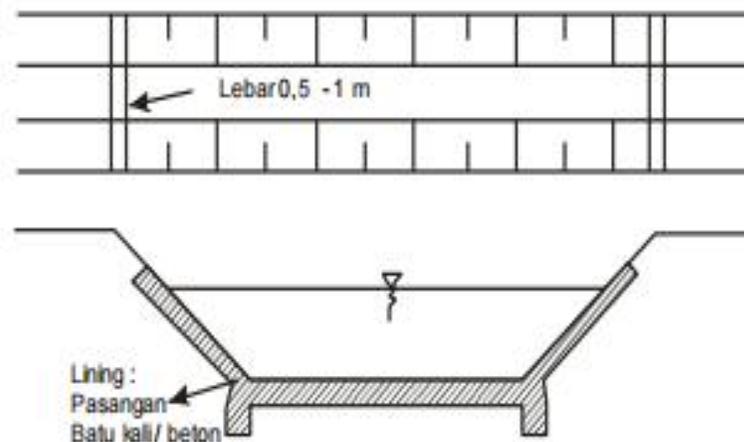
Sipatan penampang saluran tanah diperlukan dalam rangka mempermudah pemeliharaan saluran di kemudian hari.

Pada saluran tanah (tanpa pasangan) yang masih baru, as saluran, batas tanggul, lebar tanggul masih terlihat profilnya, namun dengan berjalannya waktu tanda – tanda tadi akan makin kabur, bahkan as saluran tidak pada as rencana saluran tadinya.

Dibeberapa tempat saluran sudah tidak lagi lurus atau pada belokan telah berubah jari – jari kelengkungannya. Hal ini akan merupakan kendala pada waktu akan dilakukan rehabilitasi saluran.

Sipatan penampang yang dimaksud dapat dilakukan dengan cara membuat sipatan lining dari pasangan batu/beton dengan lebar 0,5 – 1,00 m. Penempatan sipatan minimal 3 sipatan dalam 1 ruas saluran maksimum 300 m antar sipatan.

Pembuatan sipatan ini dimaksudkan bisa sebagai benchmark/acuan dari desain awal, dengan demikian untuk menelusuri saluran kembali sangat mudah dengan melihat pada posisi sipatan.



Gambar 3-11. Denah dan Tipe Potongan Melintang Sipatan

Lining Permukaan Keras

Lining permukaan keras, dapat terdiri dari plesteran pasangan batu kali atau beton.

Tebal minimum untuk pasangan batu diambil 30 cm.

Untuk beton tumbuk tebalnya paling tidak 8 cm, untuk saluran kecil yang dikonstruksi dengan baik (sampai dengan 6 m³/dt), dan 10 cm untuk saluran yang lebih besar.

Tebal minimum pasangan beton bertulang adalah 7 cm.

Tebal minimum pasangan beton Ferrocement adalah 3 cm.

Untuk pasangan semen tanah atau semen tanah yang dipadatkan, tebal minimum diambil 10 cm untuk saluran kecil dan 15 cm untuk saluran yang lebih besar.

Tanah

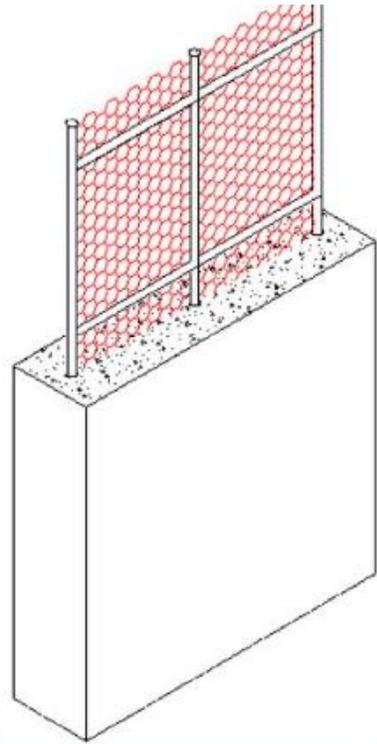
Tebal pasangan tanah diambil 60 cm untuk dasar saluran dan 75 cm untuk talut saluran.

Pasangan campuran (kombinasi) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-2. dapat dipakai juga. Pemilihan jenis pasangan akan bergantung kepada kondisi dan bahan yang tersedia.



FEROSEMEN

- **Ferosemen** adalah suatu tipe dinding beton bertulang, **tipis** (3,00) cm, yang dibuat dari **mortar semen hidrolis**, dengan perbandingan campuran 1 semen : (2-3) pasir, diberi **tulangan** ($\leq 6,0$ mm) dengan **lapisan kawat anyam** (wiremesh) ukuran $\leq 1,0$ mm, **terus-menerus** dan rapat.



Proses/pembuatan/pemeliharaan/perbaikan

- Metode pembuatan berbeda dengan beton bertulang
- Tidak memerlukan keahlian khusus.
- Sangat mudah dalam perawatan dan perbaikan
- Biaya konstruksi untuk aplikasi di laut lebih murah dibandingkan kayu, beton bertulang atau Material komposit

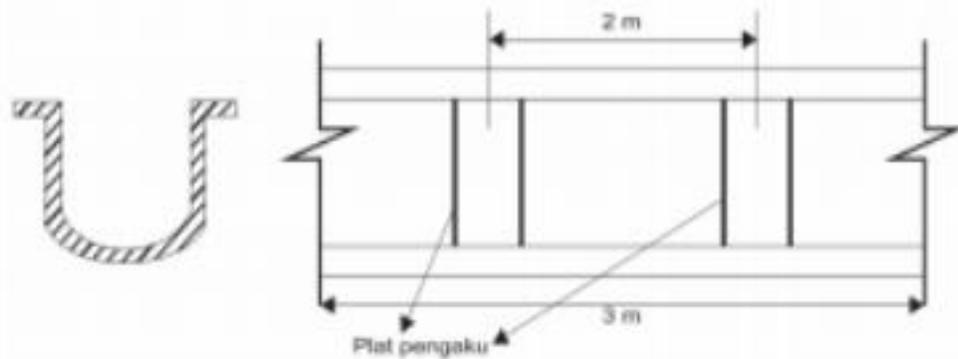
Uraian	Pas. Batu	Beton	Ferosemen
Biaya konstruksi	●●●	●●●●	●●
OP	●●●	●●●	●●
Umur teknis	●●	●●●●	●●●●
Keseragaman kualitas	●●	●●●	●●●●●
Life cycle cost	●●●	●●	●
Mobilisasi bahan	●●●	●●●	●●
Waktu pengerjaan	●●●	●●●●	●●●●
Kebutuhan tenaga kerja	●●●	●●●	●●●●●
Kehilangan air	●●●●	●●	●●

Bahan Ferrocement terdiri dari campuran semen, pasir yang diberi tulangan besi beton dengan diameter 6 mm atau 8 mm dan kawat anyam.

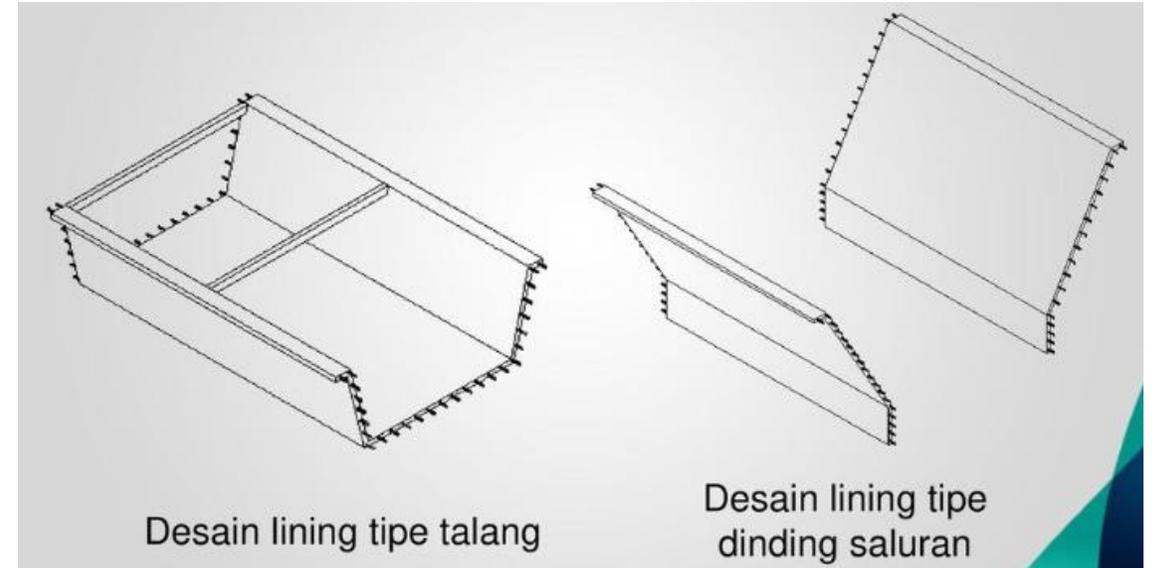
Perbandingan semen dan pasir yang umum digunakan adalah 1:3. Untuk lebih seksama perbandingan ditetapkan dari pengujian laboratorium.

Kelebihan dari lining saluran menggunakan Ferrocement ini antara lain:

- biaya konstruksi lebih rendah daripada lining konvensional lainnya
- dari segi kekuatan beton Ferrocement mempunyai kekuatan lebih tinggi
- dan dari segi berat konstruksi, beton Ferrocement mempunyai konstruksi lebih ringan sehingga dapat digunakan di tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah
- Bentuk yang umum dipakai dalam saluran irigasi adalah bentuk U (tapal kuda).



Gambar 4-1. Potongan Saluran Lining *Ferrocement* Berbentuk Tapal Kuda



Proses pemasangan ferroceement



- Untuk menghitung dimensi saluran lining Ferrocement tetap menggunakan parameter rumus Strickler dengan nilai kekasaran untuk beton ($k=70$).
- Dimensi maksimum penulangan Ferrocement ditentukan secara empiris pada bangunan-bangunan sejenis yang pernah dilaksanakan.
- Jari-jari penampang Ferrocement minimum adalah $r = 0,45$ m atau maksimum $b = 0,90$ m.

$$W = \text{tinggi jagaan (m)} = 0,1 - 0,2 \text{ m}$$

$$I = \text{kemiringan memanjang saluran}$$

$$h = \text{tinggi air dibagian tegak lurus}$$

$$r = \text{jari-jari kelengkungan (m)}$$

$$b = 2r$$

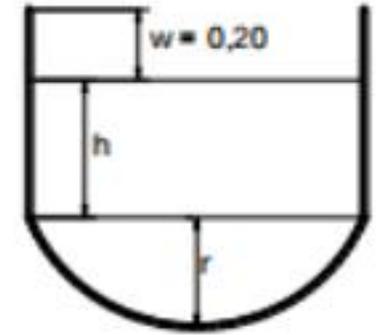
$$A = b \times h + \pi r^2$$

$$P = 2h + 2\pi r$$

$$R = A/P$$

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

$$Q = v \times A$$



Di dalam saluran Ferrocement dengan penampang tapal kuda ini disyaratkan tidak timbul atau terjadi endapan dalam saluran. Maka minimum kecepatan aliran ditetapkan $v > 0,6$ m/dt agar pasir atau lumpur tidak mengendap disepanjang saluran. Dimasa mendatang Ferrocement yang sudah terbukti andal dan ekonomis bisa digunakan bentuk-bentuk lain yang secara teknis ekonomis sosial dapat diterima.

Perencanaan Hidrolis

Kecepatan Maksimum

Kecepatan-kecepatan maksimum untuk aliran subkritis berikut ini dianjurkan pemakaiannya:

- pasangan batu max 2 m/dt
- pasangan beton max 3 m/dt
- pasangan tanah max
- Ferrocement max 3 m/dt

Di dalam saluran Ferrocement dengan penampang tapal kuda ini disyaratkan tidak timbul atau terjadi endapan dalam saluran.

Maka minimum kecepatan aliran ditetapkan $v > 0,6$ m/dt agar pasir atau lumpur tidak mengendap di sepanjang saluran.

Penghitungan bilangan Froude adalah penting apabila dipertimbangkan pemakaian kecepatan aliran dan kemiringan saluran yang tinggi.

Untuk aliran yang stabil bilangan Froude harus kurang dari 0,55 untuk aliran sub kritis atau lebih dari 1,40 untuk aliran superkritis.

Bilangan *Froude* untuk saluran ditentukan sebagai :

$$Fr = v \left(g \frac{A}{w} \right)^{-1/2} = v \left(gh \frac{m+n}{2m+n} \right)^{-1/2} \dots\dots\dots$$

Dimana :

Fr = bilangan *Froude*

v = kecepatan aliran, m/dt

w = lebar pada permukaan air, m

A = luas potongan melintang basah, m²

g = percepatan gravitasi, m/dt² (≈ 9,8m/dt²)

m = kemiringan talut saluran, 1 vertikal : m horizontal

n = perbandingan lebar dasar/kedalaman air

$$k = p^{2/3} \left(\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{k_i^{1/3}} \right)^{-2/3} \dots\dots\dots$$

Dimana:

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

p = keliling basah, m

P_i = keliling basah bagian i dari potongan melintang, m

k_i = koefisien kekasaran bagian i dari potongan melintang, m^{1/3}/dt.

Koefisien Kekasaran

Koefisien kekasaran Strickler k (m^{1/3}/dt) yang dianjurkan pemakaiannya 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)

- Saluran pasangan batu dan beton mempunyai koefisien Strickler yang lebih tinggi. Akibatnya potongan melintang untuk saluran-saluran tanpa pasangan ini akan lebih kecil daripada potongan melintang untuk saluran tanah dengan kapasitas debit yang sama.

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

Jenis Tanah	$h < 0,75 \text{ m}$	$0,75 \text{ m} < h < 1,5 \text{ m}$
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

- Untuk saluran pasangan, kemiringan talut bisa dibuat lebih curam.
- Untuk saluran yang lebih kecil ($h < 0,40 \text{ m}$) kemiringan talut dibuat vertikal.
- Saluran-saluran besar mungkin juga mempunyai kemiringan talut yang tegak dan direncanakan sebagai flum.
- Untuk saluran yang lebih besar, kemiringan samping minimum 1:1 untuk h sampai dengan 0,75 m. Untuk saluran yang lebih besar, harga-harga kemiringan talut pada Tabel 4-3. dianjurkan pemakaiannya.

Lengkung Saluran

- Jari-jari minimum lengkung untuk saluran pasangan diambil tiga kali lebar permukaan air. Jika dibutuhkan tikunganyang lebih tajam, maka mungkin diperlukankincir pengarah (guide vane) agar sebaran aliran di ujung tikungan itu lebih merata. Kehilangan tinggi energi tambahan juga harus diperhitungkan.

Tinggi Jagaan

- Harga-harga minimum untuk tinggi jagaan adalah seperti yang disajikan pada Tabel 4-4.
- Harga-harga tersebut diambil dari USBR. Tabel ini juga menunjukkan tinggi jagaan tanggul tanah yang sama dengan tanggul saluran tanah tanpa pasangan.

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