

**Buku Saku
Petunjuk Konstruksi**
— **Drainase
& Irigasi**



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
DIREKTORAT PENGEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN

KATA PENGANTAR

Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman (PISEW dan KOTAKU) pada prinsipnya merupakan kegiatan pembangunan dan peningkatan kualitas infrastruktur dasar baik di kawasan perdesaan maupun kawasan perkotaan yang dilaksanakan oleh kelompok masyarakat melalui pendekatan partisipatif. Untuk memastikan tercapainya kualitas hasil pembangunan infrastruktur yang sesuai dengan standar teknis dan penyelenggaraan IBM berjalan dengan baik, maka disusun pedoman bagi seluruh pemangku kepentingan, melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Cipta Karya Nomor: 13/SE/DC/2022 tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat Direktorat Jenderal Cipta Karya yang tata kelola pelaksanaannya dirincikan ke dalam Petunjuk Teknis Pelaksanaan Kegiatan PISEW dan KOTAKU.

Selaras dengan pedoman teknis dan petunjuk teknis pelaksanaan tersebut, maka telah disusun pula kumpulan buku saku yang bertujuan untuk mendukung kelancaran dan kemudahan bagi tim pelaksana di lapangan. Buku saku tersebut berisi rincian terkait mekanisme pengendalian, perencanaan dan pembangunan fisik yang terdiri dari:

1. Buku Saku Pengendalian Kegiatan PISEW;
2. Buku Saku Pengendalian Kegiatan KOTAKU;
3. Buku Saku Petunjuk Umum Konstruksi;
4. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Jalan;
5. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Jembatan;
6. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Air Minum;
7. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Sanitasi;
8. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Drainase dan Irigasi;
9. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Bangunan Sederhana;

10. Buku Saku Petunjuk Proteksi Kebakaran;
11. Buku Saku BKAD;
12. Buku Penyelenggara Swakelola KOTAKU;
13. Buku Saku Penentuan Capaian Luas Kawasan Terlayani Infrastruktur Terbangun;
14. Buku Saku Identifikasi dan Penilaian Lokasi Kumuh;
15. Buku Saku Pemanfaatan dan Pemeliharaan Infrastruktur Berbasis Masyarakat;
16. Buku Saku Sistem Informasi Manajemen dan Sistem Informasi Laporan Keuangan dan Aset kegiatan IBM Direktorat PKP.

Diharapkan dengan adanya kumpulan buku saku ini dapat menjadi panduan praktis bagi para pelaku kegiatan IBM Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman di lapangan, mulai dari tahap persiapan hingga pelaksanaan pembangunan infrastruktur sesuai pedoman/standar yang telah ditetapkan, serta dapat memberikan kontribusi positif terhadap penerapan aturan/kaidah teknis pada pembangunan infrastruktur berbasis masyarakat. Namun demikian, tim penulis tetap mengharapkan saran dan kritikan dari seluruh pemakai buku saku ini untuk penyempurnaan lebih lanjut secara substansi.

Jakarta, Maret 2022

**Tim Pelaksana Pengawasan dan Pengendalian Pusat
Kegiatan IBM Direktorat PKP**

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Tabel.....	viii
I. PENGANTAR.....	1
II. PETUNJUK PELAKSANAAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DRAINASE	2
2.1. Standar Umum Perencanaan.....	2
2.2. Standar Teknis Perencanaan.....	3
2.2.1 Survei Rancang Teknik Sistem Drainase	3
2.2.2 Kriteria Perencanaan Hidrologi	5
2.2.3 Kriteria Perencanaan Hidrolika	9
2.2.4 Kriteria Perencanaan Struktur.....	12
2.3. Pola Jaringan Drainase	13
2.4. Konstruksi Saluran Drainase.....	14
III. PETUNJUK PELAKSANAAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR IRIGASI	18
3.1 Kriteria Umum.....	18
3.1.1 Peta Ikhtisar	19
3.1.2 Petak Tersier, Sekunder, dan Primer.....	19
3.2 Kriteria Teknis.....	21
3.2.1 Perencanaan.....	21
3.2.2 Persyaratan Bahan Bangunan.....	41

IV. JENIS-JENIS KONSTRUKSI SALURAN IRIGASI.....	43
4.1 Bangunan Utama (Head Works)	43
4.1.1 Bendung Tetap.....	44
4.1.2 Bendung Gerak Vertikal	45
4.1.3 Bendung Karet (Bendung Gerak Horisontal)	46
4.1.4 Bendung Saringan Bawah	46
4.1.5 Pompa	47
4.1.6 Pengambilan Bebas	47
4.1.7 Pengambilan dari Waduk (Reservoir)	48
4.1.8 Bendung Tipe Gergaji	48
4.2 Bagian-Bagian Bangunan Utama.....	49
4.2.1 Bangunan Bendung	49
4.2.2 Bangunan Pengambilan.....	53
4.2.3 Pembilas.....	53
4.2.4 Kantong Lumpur.....	55
4.2.5 Bangunan Perkuatan Sungai	55
4.2.6 Bangunan Pelengkap.....	56
4.3 Bangunan Pengukur dan Pengatur.....	57
4.3.1 Bangunan Pengukur Debit	57
4.3.2 Bangunan Pengatur Muka Air.....	64
4.4 Bangunan Pelengkap	65
4.4.1 Bangunan Pembawa.....	65
4.4.2 Bangunan Lindung	77
4.4.3 Jalan dan Jembatan	78
4.4.4 Bangunan Pelengkap Lainnya	82

4.5	Bangunan Saluran Irigasi	83
4.5.1	Saluran Tanah.....	83
4.5.2	Saluran Pasangan Batu	86
4.5.3	Saluran Beton.....	87
4.5.4	Saluran Beton Modular	88
4.5.5	Boks Bagi	89
V.	PENUTUP	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Perhitungan Equivalent Slope S3	8
Gambar III.1	Pengukuran Topografi untuk Menentukan Arah dan Elevasi Saluran	22
Gambar III.2	Saluran-saluran Primer dan Sekunder	32
Gambar III.3	Parameter Potongan Melintang.....	35
Gambar IV.1	Denah dan Potongan Melintang Bendung Bawah Gerak dan Potongan Bendung Saringan Bawah	51
Gambar IV.2	Pengambilan dan Pembilas.....	52
Gambar IV.3	Geometri Pembilas	54
Gambar IV.4	Alat Ukur Ambang Lebar dengan Mulut Pemasukan yang Dibulatkan.....	58
Gambar IV.5	Alat Ukur Ambang Lebar dengan Pemasukan Bermuka Datar dan Peralihan Penyempitan.....	59
Gambar IV.6	Alat Ukur Orifice Constant Head	60
Gambar IV.7	Alat Ukur Long Throated Flume	60
Gambar IV.8	Potongan Memanjang Alat Ukur Long Throated Flume	61
Gambar IV.9	Alat Ukur Romijn dengan pintu bawah	61
Gambar IV.10	Alat Ukur Romijn.....	62
Gambar IV.11	Perencanaan yang dianjurkan untuk Alat Ukur Crump-de-Gruyter.....	63
Gambar IV.12	Bangunan Sadap Pipa Sederhana.....	64
Gambar IV.13	Bangunan Terjunan	66
Gambar IV.14	Bagian-Bagian dalam Got Miring	67

Gambar IV.15	Standar Gorong-gorong untuk Saluran Kecil	69
Gambar IV.16	Talang	71
Gambar IV.17	Bangunan Akhir di Saluran Kuarter	75
Gambar IV.18	Detail Pasangan	76
Gambar IV.19	Jembatan pada Jalan Petani dan Jalan Inspeksi...	81
Gambar IV.20	Ukuran saluran berbentuk trapesium (luas areal 10 ha – 50 ha).....	83
Gambar IV.21	Saluran Irigasi Pasangan Batu (luas areal 10-50 ha).....	86
Gambar IV.22	Pembangunan Saluran Irigasi dengan Pasangan Batu.....	87
Gambar IV.23	Saluran Irigasi Beton Modular (luas areal 10-50 ha)	88
Gambar IV.24	Pembangunan Saluran Irigasi dengan Beton Modular	89
Gambar IV.25	Penggalian Tanah untuk Boks Bagi Dua dan Tiga Arah	90
Gambar IV.26	Boks Bagi Dua Arah dan Tiga Arah	90
Gambar IV.27	Boks dengan Ambang Lebar	93
Gambar IV.28	Boks Tanpa Ambang	94
Gambar IV.29	Pintu Sorong atau Pembilas	95
Gambar IV.30	Layout Boks Bagi Tersier dan Kuarter	96

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Koefisien Kekasaran Bazin.....	10
Tabel II.2	Koefisien Manning	11
Tabel II.3	Bentuk Saluran Berdasarkan Fungsinya.....	17
Tabel III.1	Klasifikasi Jaringan Irigasi	18
Tabel III.2	Parameter Perencanaan	25
Tabel III.3	Parameter Perencanaan Evapotranspirasi	26
Tabel III.4	Banjir Rencana	27
Tabel III.5	Debit Andalan	29
Tabel III.6	Kriteria Perencanaan untuk Saluran Irigasi Tanpa Pasangan	36
Tabel III.7	Kriteria Perencanaan Saluran Pembuang.....	41
Tabel IV.2	Dimensi Saluran Tanah yang Disarankan.....	83
Tabel IV.3	Dimensi Saluran Pasangan Batu yang Disarankan.....	86
Tabel IV.4	Dimensi Saluran Beton yang Disarankan.....	87
Tabel IV.5	Dimensi Saluran Beton yang Disarankan.....	88

Tidak akan mungkin menjadi bangsa yang berdaulat di bidang pangan, kalau jumlah bendungan dan saluran irigasi yang mengairi lahan-lahan pertanian kita di seluruh penjuru Tanah Air, sangat terbatas. – Joko Widodo

I. PENGANTAR

Sistem drainase pada dasarnya tidak berbeda jauh dengan sistem irigasi. Keduanya merupakan elemen utama dari proyek tata ruang, konstruksi, dan pertanian yang digunakan untuk menghindari banjir dan kerusakan lainnya. Namun secara fungsi, kedua sistem memiliki perbedaan tujuan.

Secara sederhana, perbedaan antara irigasi dan drainase adalah sebagai berikut:

1. Sistem Irigasi:
 - a. Usaha untuk menambahkan/mengalirkan air ke lahan pertanian
 - b. Dilakukan pada lahan yang kekurangan air (lahan kering);
 - c. Memasok air ke sawah;
 - d. Semakin ke hilir, ukurannya semakin mengecil;
 - e. Kemiringan dasar saluran dibuat landai, agar dapat mengaliri sawah seluas mungkin
 - f. Muka air saluran lebih tinggi dari muka tanah (sawah)
2. Sistem drainase
 - a. Usaha pengurangan/pengambilan air pada lahan pertanian
 - b. Dilakukan pada lahan yang berlebihan air (banjir)
 - c. Menampung air dari perumahan
 - d. Semakin ke hilir, ukurannya semakin membesar
 - e. Saluran dasar dibuat curam, agar dapat mengeringkan air secepat mungkin
 - f. Muka air saluran lebih rendah dari muka tanah (perumahan).

Pada buku ini, akan diuraikan proses perencanaan dan pembangunan kedua sistem tersebut.

II. PETUNJUK PELAKSANAAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DRAINASE

2.1. STANDAR UMUM PERENCANAAN

Dalam lingkup rekayasa sipil, drainase dibatasi sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal sesuai dengan kepentingan. Dalam tata ruang, drainase berperan penting untuk mengatur pasokan air demi pencegahan banjir. Drainase juga bagian dari usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Berkaitan dengan pembangunan sistem drainase berwawasan lingkungan, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014, Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1) Rencana induk sistem drainase disusun dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Rencana pengelolaan sumber daya air

Rencana induk sistem drainase merupakan bagian dari rencana pengelolaan sumber daya air. Perencanaan sistem drainase harus dilaksanakan secara terintegrasi dengan pengelolaan sumber daya air agar dalam memberikan pelayanan dapat memberikan daya guna yang optimal.

b. Konservasi air

Perencanaan sistem drainase harus memperhatikan kelestarian lingkungan hidup terkait dengan ketersediaan air

tanah maupun air permukaan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya konservasi air agar ketersediaan air tanah dan air permukaan tetap terjaga.

- c. Kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal
Partisipasi masyarakat yang berbasis pada kearifan lokal.
- 2) Pembangunan sistem drainase harus berwawasan lingkungan.
- 3) Bangunan pelengkap yang dibangun pada saluran dan sarana drainase kapasitasnya minimal 10% lebih tinggi dari kapasitas rencana saluran dan sarana drainase.

2.2. STANDAR TEKNIS PERENCANAAN

2.2.1 SURVEI RANCANG TEKNIK SISTEM DRAINASE

Kegiatan survei rancang teknik sistem drainase meliputi:

1. Pengumpulan data sekunder, meliputi:

- a. Data Spasial:

Data spasial adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase, diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain:

- Data peta yang terdiri dari peta dasar (peta daerah kerja), peta sistem drainase dan sistem jaringan jalan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi masing-masing berskala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 25.000 atau disesuaikan dengan tipologi wilayah.
- Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan.
- Rencana Tata Ruang wilayah (RTRW).

b. Data Hidrologi:

Data hidrologi merupakan data yang menjadi dasar dari perencanaan kegiatan pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) di wilayah sungai, seperti perencanaan bangunan irigasi, bangunan air, pengelolaan sungai, pengendalian banjir dan lain-lain. Data ini meliputi;

- Data hujan minimal sepuluh tahun terakhir;
- Data tinggi muka air, debit sungai, pengaruh air balik, peil banjir, dan data pasang surut.

c. Data Teknik Lainnya:

Data prasarana dan fasilitas yang telah ada dan yang direncanakan antara lain: jaringan jalan, jaringan drainase, jaringan air limbah, TPS (Tempat Pengolahan Sampah Sementara), TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), jaringan telepon, jaringan listrik, jaringan pipa air minum, jaringan gas (jika ada) dan jaringan utilitas lainnya.

d. Data Non-Teknik:

Data pembiayaan termasuk biaya OP, peraturan-peraturan terkait, data institusi/ kelembagaan, data sosial ekonomi dan budaya (kearifan lokal), data peran serta masyarakat serta data keadaan kesehatan lingkungan permukiman.

2. Persiapan peralatan;

3. Pengumpulan data primer, meliputi:

a. *Survei Hidrolika Air Permukaan*, untuk mengetahui:

- Mendapatkan debit maksimum, debit minimum, debit rata-rata, debit andalan dan debit penggelontoran;
- Besarnya sedimentasi (*sediment transport*);
- Infiltrasi, evaporasi, limpasan (*run off*).
- Data arah aliran dan kemampuan resapan.

- b. *Survei Topografi*, untuk mengetahui:
- Beda tinggi dan jarak antara sumber dengan pelayanan;
 - Rencana jalur saluran;
 - Potongan melintang saluran;
 - Rencana tapak bangunan meliputi: data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan.
- c. *Survei Penyelidikan Tanah*, untuk mengetahui:
- Mengetahui karakteristik tanah;
 - Mengetahui struktur tanah.
- d. *Survei Sistem Drainase Eksisting*:
- Data ini diperlukan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase *existing* serta permasalahan yang ada sebelumnya. Data ini meliputi:
- Data kuantitatif banjir/genangan: luas genangan, lama genangan, kedalaman rata-rata genangan, dan frekuensi genangan serta hasil rencana induk pengendalian banjir wilayah sungai di daerah tersebut.
 - Data saluran dan bangunan pelengkap.
 - Data sarana drainase lainnya seperti kolam tandon, kolam resapan, sumur-sumur resapan.

2.2.2 KRITERIA PERENCANAAN HIDROLOGI

Kriteria perencanaan hidrologi adalah sebagai berikut:

1. Hujan Rencana:
 - a. Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian rata-rata maksimum

tahunan, dengan lama pengamatan sekurang-kurangnya 10 tahun terakhir dari minimal 1(satu) stasiun pengamatan.

b. Apabila dalam suatu wilayah terdapat lebih dari 1(satu) stasiun pengamatan, maka perhitungan rata-rata tinggi curah hujan harian maksimum tahunan dapat ditentukan dengan tiga metode yang umum digunakan, yaitu:

- (i) Metode Aritmatik,
- (ii) Metode Polygon Thiessen, dan
- (iii) Metode Ihsohyet.

Pemilihan dari ketiga metode tersebut tergantung pada jumlah dan sebaran stasiun hujan yang ada, serta karakteristik DAS.

c. Analisis frekuensi terhadap curah hujan, untuk menghitung hujan rencana dengan berbagai kala ulang (1, 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun), dapat dilakukan dengan menggunakan metode Gumbel, log normal (LN), atau log Pearson tipe III (LN3).

d. Untuk pengecekan data hujan, lazimnya digunakan metode kurva masa ganda atau analisis statistik untuk pengujian nilai rata-rata.

e. Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe atau yang sesuai. Rumus Intensitas curah hujan digunakan Persamaan Mononobe, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Bila:

I = intensitas curah hujan dalam mm/jam.

R_{24} = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun (mm).

t_c = waktu konsentrasi dalam jam.

2. Debit Banjir Rencana:

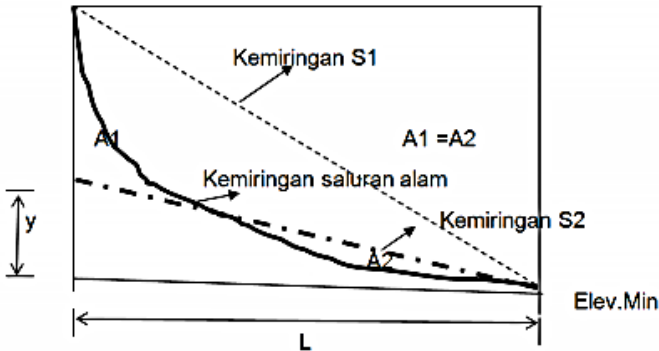
- a. Hubungan antara probabilitas atau peluang dan risiko dari suatu debit banjir rencana, yang berkaitan dengan umur layan bangunan didasarkan pada rumus seperti berikut:

$$r = 1 - (1 - p)^{L_y} \quad p = 1/T$$

Keterangan: T = Kala ulang dalam tahun
L_y = Umur layan bangunan dalam tahun
r = Risiko terjadinya banjir
p = Probabilitas

- b. Debit banjir rencana drainase perkotaan dihitung dengan metode rasional, metode rasional yang telah dimodifikasi, dan/atau *typical hydrograf for urban areas*, atau cara lain yang sesuai dengan karakteristik DPSal dan data yang tersedia.
- c. Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan.
- d. Waktu konsentrasi adalah jumlah waktu pengaliran di permukaan yang diperlukan air untuk mencapai debit maksimum dari titik saluran yang terjauh sampai titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich atau lainnya.
- e. Saluran primer dalam kota yang mempunyai kemiringan dasar saluran yang berbeda-beda, maka perhitungan kemiringan ekuivalennya, *equivalent slope*, S₃ digunakan rumus *equivalent slope* S₃, seperti dalam Gambar berikut;

Elevasi Max



Sumber: Dokumen Informasi PPIP

Gambar II.1 Perhitungan *Equivalent Slope S3*

- f. Kemiringan dasar saluran (S) dikelompokkan menjadi tiga kelompok:
- (1) Kelompok pertama adalah kemiringan saluran yang diperoleh dari elevasi dasar saluran yang paling tinggi (maximum elevation) dan dasar saluran yang paling rendah (minimum elevation) disebut kemiringan dasar saluran (channel gradient) S_1 .
 - (2) Kelompok kedua adalah kemiringan saluran di bagian atas (A_1) sama dengan daerah di bagian bawah (A_2), kemiringan tersebut disebut kemiringan konstan (constant slope) S_2 ;
 - (3) Kelompok ketiga adalah kemiringan saluran yang diperoleh dari resultan kemiringan saluran dari masing-masing sub daerah pengaliran (subreach length), kemiringan dasar saluran ini disebut kemiringan dasar saluran ekuivalen (equivalent slope), S_3 , yang dinyatakan dengan persamaan matematik sebagai berikut:

$$S_3 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i}{S_i^2} \right)} \right]^2$$

S_3 = Kemiringan dasar saluran ekuivalen
(*equivalent slope*)

L_i = Panjang saluran pada masing
masing sub-DPS/DPSal

n = Jumlah sub-DPS/DPSal

S_i = Kemiringan dasar saluran pada
masing-masing sub-DPS/DPSal

- g. Kala ulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
- Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran di mana bangunan pelengkap ini berada ditambah 10% debit saluran.
 - Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir (mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan).

2.2.3 KRITERIA PERENCANAAN HIDROLIKA

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut:

- a. Bentuk saluran drainase umumnya: trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, dan segitiga atau kombinasi dari masing-masing bentuk tersebut.
- b. Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Chezy, Bazin, Manning atau Strickler.

Rumus Chezy

$$V = C\sqrt{RI},$$

Bila :

V = kecepatan aliran dalam m/dt

C = koefisien Chezy;

R = jari-jari hidrolis dalam m;

A = profil basah saluran dalam m²;

P = keliling basah dalam m;

I = kemiringan dasar saluran.

Rumus Bazin

Bazin mengusulkan rumus berikut ini :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{gB}{\sqrt{R}}}$$

dengan gB adalah koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding. Nilai gB untuk beberapa jenis dinding saluran dapat dilihat dalam Tabel 14.

Tabel II.1 Koefisien Kekasaran Bazin

Jenis Dinding	gB
Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan, batu, bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : "Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir"

rumus Manning

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

Bila :

n = koefisien Manning dapat dilihat dalam Tabel 15;

R = jari-jari hidrolis dalam m;

A = profil basah saluran dalam m²;

P = keliling basah dalam m;

I = kemiringan dasar saluran.

Tabel II.2 Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : "Hidrolika", Prof.Dr.Ir. Bambang Triatmodjo, CES, DEA

Rumus Strickler

Strickler mencari hubungan antara nilai koefisien n dari rumus Manning sebagai fungsi dari dimensi material yang membentuk dinding saluran. Untuk dinding saluran dari material yang tidak koheren, koefisien Strickler, ks diberikan oleh rumus :

$$ks = \frac{1}{n}, \text{ sehingga rumus kecepatan aliran menjadi :}$$

$$V = ks R^{2/3} I^{1/2}$$

- c. Apabila di dalam satu penampang saluran existing terdapat nilai kekasaran dinding atau koefisien Manning yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran ekuivalen (neq).

- d. Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number, $Fr=1$; aliran sub-kritis apabila Froude number, $Fr < 1$.

2.2.4 KRITERIA PERENCANAAN STRUKTUR

Perlu diperhatikan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu hanya dapat digunakan untuk ketinggian yang tidak terlalu besar (<5m). Untuk dinding penahan tanah dari beton bertulang tidak ada batasnya.

- a. Teori Dasar Dinding penahan tanah gravitasi umumnya dibuat dari pasangan batu. Perencanaan dinding penahan dilakukan dengan metode “coba-coba/*trial and error*” untuk memperoleh ukuran yang paling ekonomis. Prosedur perencanaan dilakukan berdasarkan analisis terhadap gaya-gaya yang bekerja pada penahan tanah tersebut. Dinding juga harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tidak ada tegangan tarik pada tiap titik pada dinding untuk setiap kondisi pembebanan.

Tiap-tiap potongan dinding horizontal akan menerima gaya-gaya antara lain sebagai berikut:

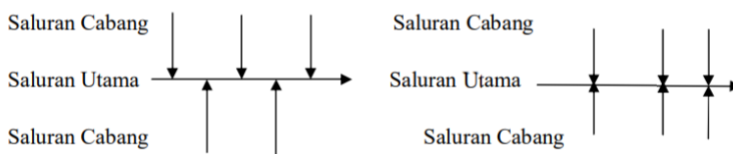
- Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah.
 - Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah.
 - Gaya akibat tekanan tanah aktif.
 - Gaya akibat tekanan tanah pasif.
- b. Analisis Yang Diperlukan Pada perencanaan dinding penahan tanah, beberapa analisis yang harus dilakukan adalah:
- Analisis kestabilan terhadap guling.
 - Analisis ketahanan terhadap geser.
 - Analisis kapasitas daya dukung tanah pada dasar dinding penahan.

2.3. POLA JARINGAN DRAINASE

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase pada suatu kawasan atau wilayah tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut:

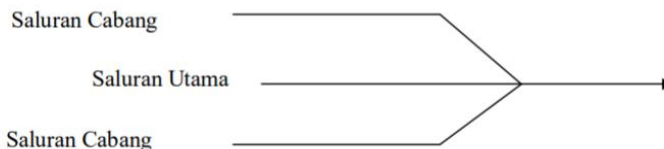
1. Jaringan Drainase Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah permukiman



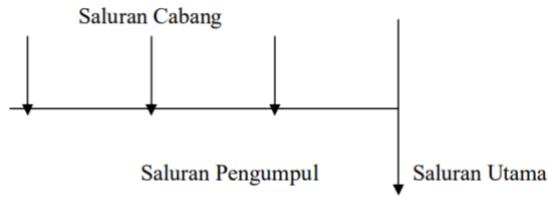
2. Jaringan Drainase Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan permukiman, saluran-saluran akan menyesuaikan



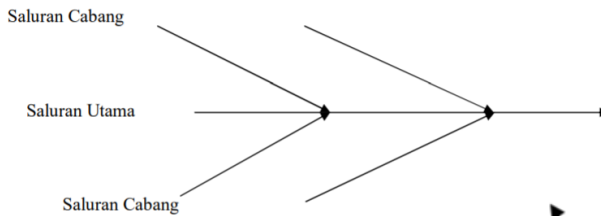
3. Jaringan Drainase Grid Iron

Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir permukiman, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



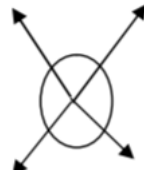
4. Jaringan Drainase Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



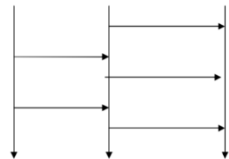
5. Jaringan Drainase Radial

Sama Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



6. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.

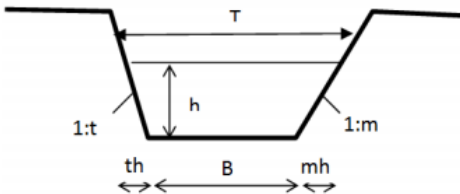


2.4. KONSTRUKSI SALURAN DRAINASE

Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk-bentuk saluran antara lain:

1. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



- A = luas profil basah (m^2).
- B = lebar dasar saluran (m).
- h = tinggi air di dalam saluran (m).
- T = $(B + m h + t h)$ = lebar atas muka air.
- m = kemiringan talud kanan.
- t = kemiringan talud kiri.

Mencari luas profil basah bentuk trapesium:

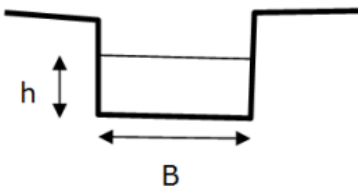
$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h$$

2. Persegi

Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

Mencari luas profil basah bentuk persegi:

$$A = B \times h$$



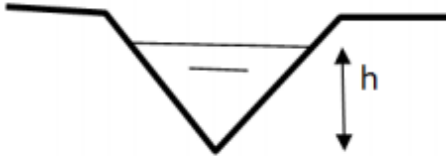
- A = luas profil basah (m^2).
- B = lebar dasar saluran (m).
- h = tinggi air di dalam saluran (m).
- T = B.
- m = 0 (nol) dan
- t = 0 (nol).

3. Segitiga

Saluran ini sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu.

Mencari luas profil basah bentuk segitiga:

$$A = \frac{1}{2} \times T \times h$$



Bila:

A = luas profil basah (m²).

B = 0 (nol).

h = tinggi air di dalam saluran (m).

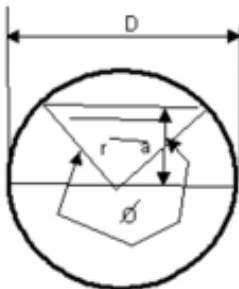
T = (B + m h + t h).

m = kemiringan talud kanan.

t = kemiringan talud kiri.

4. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Mencari luas profil basah bentuk lingkaran;



$$a = r \sin\left(\frac{\phi - 180^\circ}{2}\right)$$

Bila:

a = tinggi air (dalam m).

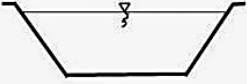
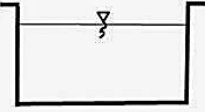
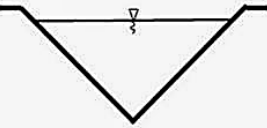
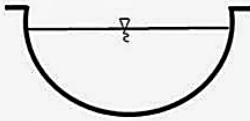
φ = sudut ketinggian air (dalam radial)=y

r = jari-jari lingkaran (dalam m).

A = luas profil basah (dalam m²) = $1/2 r^2 \left(\frac{\phi}{180} - \sin \phi\right)$.

P = keliling basah (dalam m) = $r \phi = r \cdot \frac{\phi}{180}$

Tabel II.3 Bentuk Saluran Berdasarkan Fungsinya

No	Bentuk Saluran	Fungsinya
1	Trapezium 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.
2	Empat persegi panjang 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil.
3	Segitiga 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.
4	Setengah lingkaran 	Berfungsi untuk menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat.

Selain bentuk-bentuk yang tertera dalam tabel, masih ada bentuk-bentuk penampang lainnya yang merupakan kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut, misalnya kombinasi antara empat persegi panjang dan setengah lingkaran, yang mana empat persegi panjang pada bagian atas yang berfungsi untuk mengalirkan debit maksimum dan setengah lingkaran pada bagian bawah yang berfungsi untuk mengalirkan debit minimum. Adapun Persyaratan saluran terbuka diantaranya:

1. Jika Saluran berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, diameter minimum 20 cm;
2. Kemiringan saluran minimum 2%;
3. Kedalaman saluran minimum 40 cm;
4. Bahan bangunan: tanah liat, beton, batu bata, batu kali.

III. PETUNJUK PELAKSANAAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR IRIGASI

3.1 KRITERIA UMUM

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan, antara lain: (1) Sederhana; (2) Semi teknis; dan (3) Teknis.

Ketiga tingkatan tersebut diperlihatkan pada Tabel berikut:

Tabel III.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi

No.	Jaringan Irigasi	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
		Teknis	Semiteknis	Sederhana
1	Bangunan Utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
2	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3	Jaringan saluran	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran irigasi dan pembuang jadi satu
4	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5	Efisiensi secara keseluruhan	Tinggi 50% - 60% (Ancar-ancar)	Sedang 40% – 50% (Ancar-ancar)	Kurang < 40% (Ancar-ancar)
6	Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2.000 ha	Tak lebih dari 500 ha
7	Jalan Usaha Tani	Ada keseluruh areal	Hanya sebagian areal	Cenderung tidak ada
8	Kondisi O&P	- Ada instansi yang menangani - Dilaksanakan teratur	Belum teratur	Tidak ada O&P

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

3.1.1 PETA IKHTISAR

Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan. Peta ikhtisar tersebut dapat dilihat pada peta tata letak.

Peta ikhtisar irigasi tersebut memperlihatkan:

- Bangunan-bangunan utama;
- Jaringan dan trase saluran irigasi;
- Jaringan dan trase saluran pembuang;
- Petak-petak primer, sekunder dan tersier;
- Lokasi bangunan;
- Batas-batas daerah irigasi;
- Jaringan dan trase jalan;
- Daerah-daerah yang tidak diairi (misal desa-desa);
- Daerah-daerah yang tidak dapat diairi (tanah jelek, terlalu tinggi dsb).

Peta ikhtisar umum dibuat berdasarkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur dengan skala 1:25.000. Peta ikhtisar detail yang biasa disebut peta petak, dipakai untuk perencanaan dibuat dengan skala 1:5.000, dan untuk petak tersier 1:5.000 atau 1:2.000.

3.1.2 PETAK TERSIER, SEKUNDER, DAN PRIMER

Dalam jaringan irigasi teknis terdapat pembagian jaringan berdasarkan jenis bangunan, lokasi areal, luas areal pelayanan, batas-batas irigasi, dan hal lainnya yang terbagi menjadi:

1. Petak Tersier

Perencanaan dasar yang berkenaan dengan unit tanah adalah petak tersier. Petak ini menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier yang menjadi tanggung jawab Dinas Pengairan. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier.

Di petak tersier pembagian air, operasi dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab para petani yang bersangkutan di bawah bimbingan pemerintah. Ini juga menentukan ukuran petak tersier. Petak yang terlalu besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jumlah petani dalam satu petak, jenis tanaman, dan topografi.

Di daerah-daerah yang ditanami padi, luas ideal petak tersier yaitu maksimum 50 hektar, tetapi dalam keadaan tertentu dapat ditolerir sampai 75 hektar yang disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi. Hal ini bertujuan agar pelaksanaan operasi dan pemeliharaan menjadi lebih mudah. Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuarter dengan luas masing-masing kurang lebih 8-15 hektar. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 meter dan panjang saluran kuarter lebih baik di bawah 500 meter.

Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas, seperti parit, jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk medan (*terrain fault*). Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian jika petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari.

2. Petak Sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder.

Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda, tergantung pada situasi daerah.

Saluran sekunder sering terletak di punggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.

3. Petak Primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer.

Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

3.2 KRITERIA TEKNIS

3.2.1 PERENCANAAN

a. Persiapan

1) Pemeriksaan Topografi

Studi awal dan studi identifikasi didasarkan pada peta-peta yang ada dari intansi-intansi yang dapat memberikan informasi yang diperlukan. Pemetaan bisa didasarkan pada pengukuran medan penuh yang sudah menghasilkan peta-peta garis

topografi lengkap dengan konturnya. Ini adalah cara pemetaan yang relatif murah untuk daerah-daerah kecil. Pemetaan fotogrametri, walaupun lebih mahal, jauh lebih menguntungkan karena semua detail topografi dapat dicakup dalam peta. Ini sangat bermanfaat khususnya untuk perencanaan petak tersier.



Sumber: *Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016*

Gambar III.1 Pengukuran Topografi untuk Menentukan Arah dan Elevasi Saluran

Pemeriksaan topografi dilakukan dengan cara:

- Pemeriksaan permukaan tanah guna mengetahui elevasi permukaan tanah yang akan dilalui oleh rencana saluran seperti terlihat pada gambar;
- Hindari kondisi tanah yang jelek untuk mengurangi resiko longsor pada tanggul.

2) Pengecekan Data Geologi Teknik

Pada tahap studi proyek data geologi teknik dikumpulkan untuk memperoleh petunjuk mengenai keadaan geologi teknik yang dijumpai di proyek. Sebelum dilakukan penyelidikan lokasi, semua informasi mengenai geologi permukaan dan sekitarnya akan dikumpulkan. Banyak informasi yang berharga yang didapat diperoleh dari:

- Laporan-laporan dan peta-peta geologi daerah tersebut;
- Hasil-hasil penyelidikan mekanika tanah untuk proyek-proyek di dekatnya;
- Foto-foto udara (termasuk foto-foto lama);
- Peta-peta topografi.

Khususnya dengan pengecekan foto udara yang diperkuat lagi dengan hasil-hasil pemeriksaan tanah, maka akan diperoleh gambaran daerah itu, misalnya:

- Perubahan kemiringan;
- Daerah yang pembuangannya jelek;
- Batu singkapan;
- Bekas-bekas tanah longsor;
- Sesar;
- Perubahan tipe tanah;
- Tanah Tidak stabil;
- Terdapatnya bangunan-bangunan buatan manusia;
- Peninjauan lokasi akan lebih banyak memberikan informasi mengenai pengolahan tanah dan vegetasi yang ada sekarang;
- Tanah-tanah yang strukturnya sulit (gambut berplastisitas tinggi) dan lempung;
- Bukti-bukti tentang terjadinya erosi dan parit;
- Terdapatnya batu-batu bongkahan di permukaan;
- Klasifikasi tanah dengan jalan melakukan pemboran tanah dengan tangan.

3) Penentuan Lokasi Saluran

Untuk menentukan arah lokasi saluran yang tepat, lakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Tentukan lokasi saluran berdasarkan peta kontur, kemudian didetailkan melalui pengukuran; Sebaiknya jalur saluran dibuat sehingga lahan terjauh berjarak maksimal 100 m dari

titik pengambilan air di saluran atau sebanyak 6 sampai dengan 8 petak sawah;

- b. Ukur topografi dengan mempergunakan alat *waterpass* atau *theodolite*, atau alat lain seperti selang plastik bening yang diisi air;
- c. Pasang patok sebagai tanda batas untuk pelaksanaan pekerjaan;
- d. Pasang profil dari bambu sesuai dengan bentuk saluran yang akan dibuat.

b. Hidrometeorologi

Parameter-parameter hidrologi yang sangat penting untuk perencanaan jaringan irigasi adalah:

1) Analisis Hidrologi

Analisis curah hujan dilakukan dengan maksud:

- Curah hujan efektif untuk menghitung kebutuhan irigasi. Curah hujan efektif atau andalan adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman.
- Curah hujan lebih (*excess rainfall*) dipakai untuk menghitung kebutuhan pembuangan/drainase dan debit (banjir).

Untuk analisis curah hujan efektif, curah hujan di musim kemarau dan penghujan akan sangat penting artinya. Untuk curah hujan lebih, curah hujan di musim penghujan (bulan-bulan turun hujan) harus mendapat perhatian tersendiri. Untuk kedua tujuan tersebut data curah hujan harian akan dianalisis untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Data curah hujan harian yang meliputi periode sedikitnya 10 tahun akan diperlukan.

Analisis curah hujan yang dibicarakan disini diringkas pada tabel berikut:

Tabel III.2 Parameter Perencanaan

Cek Data	Analisis & Evaluasi	Parameter Perencanaan
<ul style="list-style-type: none"> - Total - Harga-harga tinggi - Double massplot - Diluar tempat pengukuran yang dijadikan referensi 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribusi bulan/musim - Distribusi tahunan - Isohet - Tahunan - Pengaruh ke tinggian, angin, orografi - transportasi/perubahan jika seringnya terlalu pendek - hujan lebat 	<p><u>Curah Hujan Efektif</u></p> <p>Didasarkan pada curah hujan minimum tengah-bulanan, kemungkinan tak terpenuhi 20%, dengan distribusi frekuensi normal atau log – normal</p> <p><u>Curah hujan lebih</u></p> <p>Curah hujan 3 – hari maksimum dengan kemungkinan tak terpenuhi 20% dengan distribusi frekuensi normal atau log – normal</p> <p><u>Hujan lebat</u></p> <p>Curah hujan sehari maksimum dengan kemungkinan tak terpenuhi 20%, 4%-1%, 0,1% dengan distribusi frekuensi yang eksterm</p>

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

2) Evapotranspirasi

Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan, jika perlu, untuk studi neraca air di daerah aliran sungai. Studi ini mungkin dilakukan bila tidak tersedia data aliran dalam jumlah yang cukup. Data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah yang berkenaan dengan:

- Temperatur: harian maksimum, minimum, dan rata-rata
- Kelembaban relatif
- Sinar matahari: lamanya dalam sehari
- Angin: kecepatan dan arah
- Evaporasi: catatan harian

Data-data klimatologi di atas adalah standar bagi stasiun-stasiun agrometeorologi. Jangka waktu pencatatan untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal adalah sekitar sepuluh tahun.

Tabel III.3 Parameter Perencanaan Evapotranspirasi

Metode	Data	Parameter Perencanaan
Dengan pengukuran	Kelas Pan A harga-harga evapotranspirasi	Jumlah rata-rata 10 harian atau 30 harian, untuk setiap tengah bulanan atau mingguan
Perhitungan dengan rumus penman atau yang sejenis	Temperatur kelembapan relatif sinar matahari angin	Harga rata-rata tengah bulanan, atau rata-rata mingguan

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

3) Debit Puncak/Banjir Rencana

Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunan. Presentase kemungkinan tak terpenuhi (rata-rata) yang dipakai untuk perencanaan irigasi adalah:

- Bagian atas pangkal bangunan 0,1%
- Bangunan utama dan bangunan-bangunan disekitarnya 1%
- Jembatan jalan Bina Marga 2%
- Bangunan pembuang silang, pengambilan di sungai 4%
- Bangunan pembuang dalam proyek 20%
- Bangunan sementara 20% - 40%

Jika saluran irigasi primer bisa rusak akibat banjir sungai, maka perentase kemungkinan tak terpenuhi sebaiknya diambil kurang dari 4%, kadang-kadang turun sampai 1% debit banjir ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal, catatan data yang dipakai harus paling tidak mencakup waktu 20 tahun. Persyaratan ini jarang bisa dipenuhi.

Faktor lain yang lebih sulit adalah tidak adanya hasil pengamatan tinggi muka air (debit) puncak dari catatan data yang tersedia. Data debit puncak yang hanya mencakup jangka waktu yang pendek akan mempersulit dan bahkan berbahaya bagi si pengamat.

Harga-harga debit rencana sering ditentukan dengan menggunakan metode hidrologi empiris, atau analisis dengan menghubungkan harga banjir dengan harga curah hujan.

Pada kenyataannya bahwa ternyata debit banjir dari waktu ke waktu mengalami kenaikan, semakin membesar seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air. Pembesaran debit banjir dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan desain bangunan kurang besar. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukkan faktor koreksi besaran 110% - 120% untuk debit banjir. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS.

Perhitungan debit rencana yang sudah dibicarakan disini diringkas pada tabel berikut ini:

Tabel III.4 Banjir Rencana

Catatan Banjir		Metode	Parameter Perencanaan
1a	Data cukup (20 tahun atau lebih)	Analisis frekuensi dengan distribusi frekuensi eksterm	Debit puncak dengan kemungkinan tak terpenuhi 20% - 4% - 1% - 0,1%
1b	Data terbatas (kurang dari 20 tahun)	Analisis frekuensi dengan metode "debit diatas ambang" (<i>peak over threshold method</i>)	Seperti pada 1a dengan ketepatan yang kurang dari itu

	Catatan Banjir	Metode	Parameter Perencanaan
2	Data tidak ada	Hubungan empiris antara curah hujan – limpasan air hujan Gunakan metode <i>Der Weduwen</i> untuk daerah aliran < 100 km ² , Metode <i>Melchior</i> atau metode yang sesuai untuk daerah aliran > 100 km ²	Seperti pada 1a dengan ketepatan yang kurang dari itu
3	Data tidak ada	Metode kapasitas saluran SNI 03 – 1724 – 1989 SNI 03 – 3432 – 1994 Hitung banjir puncak dari tinggi air maksimum, potongan melintang & kemiringan sungai yang sudah diamati/diketahui. Metode tidak tepat hanya untuk mengecek 1b & 2 atau untuk memasukan data historis banjir dalam 1a	Debit puncak kemungkinan tak terpenuhi diperkirakan

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

4) Angkutan Sedimen

Rumus angkutan sedimen umumnya berdasarkan pada tegangan geser yang terjadi di dasar saluran. Untuk keperluan analisis, perlu dibedakan beberapa pengertian berikut:

- Angkutan dasar (*bed load*), angkutan bahan dasar saluran dimana bahan diangkut secara menggelinding, menggeser atau meloncat di dekat dasar.
- Angkutan melayang (*suspended load*), angkutan bahan dasar saluran dimana butir-butir sedimen melayang dalam aliran. Berat butir diimbangi oleh gerak turbulensi aliran.
- *Wash Load*, merupakan angkutan sedimen melayang dari material halus yang tidak terdapat di dasar saluran.

5) Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit

andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Agar analisisnya cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 20 tahun. Jika persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka metode hidrologi analitis dan empiris bisa dipakai. Dalam menghitung debit andalan, kita harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai di hilir pengambilan.

Tabel III.5 Debit Andalan

Catatan Debit		Metode	Parameter Perencanaan
1a	Data cukup (20 tahun atau lebih)	Analisis frekuensi distribusi frekuensi normal	Debit rata-rata tengah bulan dengan kemungkinan tak terpenuhi 20%
1b	Data terbatas	Analisis frekuensi rangkaian debit dihubungkan dengan rangkaian curah hujan yang mencakup waktu lebih lama	Seperti pada 1a dengan ketelitian kurang dari itu
2	Data Minimal atau tidak ada	a. Model simulasi pertimbangan air dari <i>Dr. Mock</i> atau metode <i>Enreca</i> dan yang serupa lainnya curah hujan didaerah aliran sungai, evapotranspirasi, vegetasi, tanah dan karakteristik geologis daerah aliran sebagai data masukan. b. Perbandingan dengan daerah aliran sungai didekatnya.	Seperti pada 1b dengan ketelitian kurang dari itu
3	Data tidak ada	Metode kapasitas saluran Aliran rendah dihitung dari muka air rendah, potongan melintang sungai dan kemiringan yang sudah diketahui. Metode tidak tepat hanya sebagai cek	Seperti pada 1b dengan ketelitian kurang dari itu

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukan faktor koreksi besaran 80% - 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS.

c. Perencanaan Saluran

Berdasarkan fungsinya, saluran irigasi terbagi menjadi tiga jenis, yaitu: jaringan irigasi utama, jaringan saluran irigasi tersier, dan garis sempadan saluran. Penjelasan masing-masing jenisnya sebagai berikut:

1. Jaringan Irigasi Utama

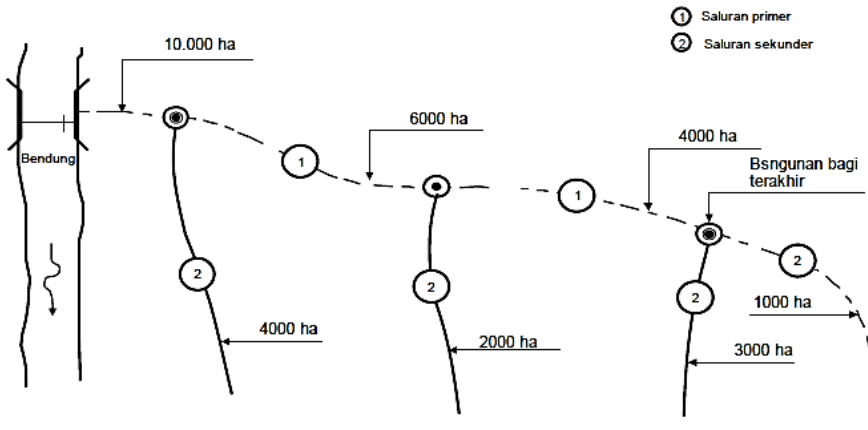
- Saluran primer membawa air dari bendung ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir, lihat juga Gambar III.2.
- Saluran sekunder membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder 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 pemeliharannya menjadi tanggung jawabnya.

2. 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 di tingkat 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.

3. 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.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP-01, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA, Kementerian PUPR, 2013.

Gambar III.2 Saluran-saluran Primer dan Sekunder

Dilihat dari segi teknik, saluran tersier dan kuarter merupakan hal kecil dan sederhana. Bagi para Petani Pemakai Air, saluran-saluran sederhana ini sangat penting karena dengan sarana inilah air irigasi dapat dibagi-bagi ke sawah.

Perencanaan hendaknya didasarkan pada prinsip-prinsip teknis yang andal, tetapi juga harus dapat memenuhi keinginan yang diajukan para pemakai air.

Kapasitas saluran irigasi ditentukan oleh kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan. Bila dipakai sistem rotasi (permanen) kapasitas ini akan disesuaikan. Oleh sebab itu, untuk perencanaan saluran dan bangunan irigasi, tipe rotasi yang akan diterapkan hendaknya ditentukan terlebih dahulu dengan memperhitungkan aspek-aspek di bawah ini:

1) Kebutuhan Air Irigasi

Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut:

$$Q_t = \frac{NFR \times A}{e_t}$$

Dimana:

- Q_t = debit rencana, lt/dt
 NFR = kebutuhan bersih air di sawah, lt/dt.ha
 A = luas daerah yang diairi, ha
 e_t = efisiensi irigasi di petak tersier.

Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor - faktor berikut:

1. Cara penyiapan lahan
2. Kebutuhan air untuk tanaman
3. Perkolasi dan rembesan
4. Pergantian lapisan air
5. Curah hujan efektif.

2) Kapasitas Rencana

Kapasitas bangunan sadap tersier didasarkan pada kebutuhan air rencana pintu tersier ($Q_{maks}/dt.ha$). Pada umumnya kebutuhan air selama penyiapan lahan menentukan kapasitas rencana. Besarnya kebutuhan ini dapat dihitung menurut KP - 01 Jaringan Irigasi, Lampiran B. 56 Kriteria Perencanaan – Petak Tersier.

Kapasitas rencana saluran tersier dan kuarter didasarkan pada 100% Q_{maks} . Jika tidak tersedia data mengenai kebutuhan irigasi, angka-angka umum akan dipergunakan untuk perkiraan. Besarnya angka-angka masih membutuhkan penyelidikan atau dapat diperoleh dari daerah irigasi yang berdekatan.

- Untuk saluran kuarter, debit rencana untuk irigasi terus-menerus adalah kebutuhan rencana air di pintu tersier (lt/dt.ha) kali luas petak kuarter. Debit rencana ini dipakai di sepanjang saluran.

- Pada saluran tersier, debit rencana untuk irigasi terus-menerus bagi semua ruas saluran tersier antara dua boks bagi adalah kebutuhan air irigasi rencana di pintu tersier ($lt/dt \cdot ha$) kali seluruh luas petak kuarter yang diairi.

3) Elevasi Muka Air Rencana

Untuk menentukan muka air rencana saluran, harus tersedia data-data topografi dalam jumlah yang memadai. Setelah *layout* pendahuluan selesai, trase saluran yang diusulkan diukur. Elevasi sawah harus diukur 7,5 meter diluar as saluran irigasi atau pembuang yang direncana tiap interval 50 m dan pada lokasi-lokasi khusus. Hal ini penting karena:

- Saluran kuarter harus memberi air ke sawah-sawah ini
- Pembuang kuarter dan tersier menerima kelebihan air dari sawah-sawah ini
- Jalan inspeksi atau jalan petani 0,5 m diatas permukaan sawah ini
- Kedalaman pondasi bangunan dikaitkan langsung dengan elevasi sawah asli.

Jika saluran-saluran yang sudah ada masih tetap akan dipakai, maka elevasi tanggulnya juga harus diukur.

4) Karakteristik Saluran

Berdasarkan trase saluran, kapasitas rencana dan muka air di saluran yang diperlukan, potongan melintang dan memanjang saluran dapat ditentukan. Biaya pemeliharaan saluran hendaknya diusahakan serendah mungkin. Ini akan tercapai bila tidak terjadi penggerusan atau pengendapan. Keduanya berkaitan dengan kecepatan aliran dan kemiringan saluran.

Kecepatan aliran dan kemiringan saluran bergantung pada situasi topografi, sifat-sifat tanah dan kapasitas yang diperlukan. Berdasarkan pengalaman lapangan, Fortier (1926) menyimpulkan bahwa untuk saluran irigasi dengan kedalaman

air kurang dari 0,90 m pada tanah lempungan atau lempung lanauan, kecepatan maksimum yang diizinkan adalah sekitar 0,60 m/dt. Harga-harga lebih rendah dapat dipakai untuk tanah pasiran, tetapi akan diperlukan pasangan untuk mengatasi kehilangan akibat perkolasi. Setelah debit rencana ditentukan, dimensi saluran dapat dihitung dengan rumus Strickler berikut:

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

dimana:

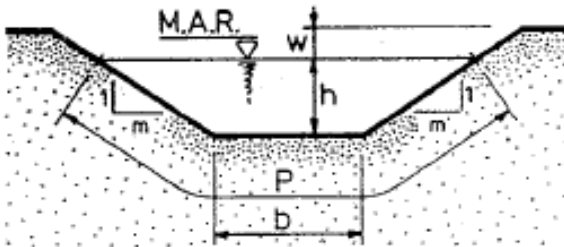
$$R = \frac{A}{P}$$

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

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

$$Q = vA$$

$$n = \frac{b}{h}$$



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PERENCANAAN SALURAN KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar III.3 Parameter Potongan Melintang

- Dimana:
- Q = debit saluran, m³/dt
 - v = kecepatan aliran m/dt
 - A = potongan melintang m²
 - R = jari-jari hidrolis, m
 - P = keliling basah, m
 - b = lebar dasar, m
 - h = tinggi air, m
 - n = kedalaman - lebar
 - l = kemiringan saluran
 - k = koefisien kekasaran *Strickler*, m^{1/3}/dt
 - m = kemiringan talut (1 vertikal : m horizontal)

Tabel III.6 Kriteria Perencanaan untuk Saluran Irigasi Tanpa Pasangan

Karakteristik Perencanaan	Satuan	Saluran Tersier	Saluran Kuarter
Kecepatan maksimum	m/dt	Sesuai dengan Perencanaan	Grafik
Kecepatan minimum	m/dt	0,20	0,20
Harga k	$m^{1/3}/dt$	35	30
Lebar minimum dasar saluran	m	0,30	0,30
Kemiringan talut	-	1 : 1	1 : 1
Lebar minimum mercu	m	0,50	0,40
Tinggi minimum jagaan	m	0,30	0,20

Catatan

- Lebar dasar saluran akan sama dengan kedalaman air ($b/h = 1$)
- Lebar tanggul akan lebih lebar daripada lebar minimum jika tanggul juga dipakai sebagai jalan petani atau inspeksi.

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PERENCANAAN SALURAN KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

5) Saluran Irigasi/ Pembuang Kuarter

Jika saluran kuarter juga dipakai sebagai saluran pembuang, sebaiknya saluran itu direncana dengan menggunakan kriteria saluran kuarter. Potongan melintang saluran direncana menurut grafik perencanaan saluran dengan kombinasi aliran pembuang intern, serta pengaliran air irigasi sebagai debit. Di atas muka air ini dibuat jagaan dengan minimum 15 cm. Kemudian elevasi dasar saluran dan muka air berada pada elevasi yang cukup untuk mengairi sawah-sawah di daerah bawah. Kedalaman air yang hanya dipakai untuk irigasi saja dihitung dengan rumus Strickler secara coba-coba (*trial anderror*).

Berikut ini diberikan kriteria perencanaan lain yang dianjurkan pemakaiannya.

- Kemiringan minimum saluran 1,00 m/km (0,001)
- Kemiringan minimum medan 2%
- Lebar tanggul 1,00 atau 1,50 m
- Kecepatan aliran rencana 0,50 m/dt
- Harga “k” Strickler = 30
- Kemiringan talut 1:1

6) Saluran Pembuang

1. Jaringan Saluran Pembuang Tersier

- Saluran pembuang kuarter 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 kuarter maupun dari sawah-sawah. Air tersebut dibuang ke dalam jaringan pembuang sekunder.

2. 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.

Perencanaan saluran pembuang perlu memperhatikan komoditas pertanian yang akan ditanam. Untuk tanaman padi biasanya tumbuh dalam keadaan tergenang dan dengan demikian dapat bertahan dengan sedikit kelebihan air. Untuk

varietas unggul, tinggi air 10 cm dianggap cukup dengan tinggi muka air antara 5 sampai 15 cm dapat diizinkan. Tinggi air yang lebih dari 15 cm harus dihindari, karena air yang lebih tinggi untuk jangka waktu yang lama akan mengurangi hasil panen. Varietas lokal unggul dan khususnya varietas lokal (biasa) kurang sensitif terhadap tinggi air. Walaupun demikian, tinggi air yang melebihi 20 cm tetap harus dihindari.

Kelebihan air di petak tersier dapat diakibatkan oleh hujan deras, limpahan kelebihan air irigasi atau air buangan dari jaringan utama ke petak tersebut, serta limpahan air irigasi akibat kebutuhan air irigasi yang berkurang di petak tersier.

Besar kecilnya penurunan hasil panen yang diakibatkan oleh air yang berlebihan bergantung kepada:

- Dalamnya kelebihan air
- Berapa lama genangan yang berlebihan itu berlangsung
- Tahap pertumbuhan tanaman
- Varietas padi
- Kekeruhan dan sedimen yang terkandung dalam genangan air.

Tahap-tahap pertumbuhan padi yang paling peka terhadap banyaknya air yang berlebihan adalah selama transplantasi (pemindahan bibit ke sawah), persemaian dan permulaan masa berbunga. Merosotnya hasil panen secara tajam akan terjadi apabila dalamnya lapisan air di sawah melebihi separuh dari tinggi tanaman padi selama tiga hari atau lebih. Jika tanaman padi tergenang air seluruhnya jangka waktu lebih dari 3 hari, maka tidak akan ada panen. Jika pada masa penanaman, kedalaman air melebihi 20 cm selama jangka waktu 3 hari atau lebih maka tidak ada panen.

7) Modul Pembuang

Jumlah kelebihan air yang harus dibuang per satuan luas per satuan waktu disebut modul pembuang atau koefisien pembuang dan ini bergantung pada:

- Curah hujan selama periode tertentu
- Pemberian air irigasi pada waktu itu
- Kebutuhan air untuk tanaman
- Perkolasi tanah
- Genangan di sawah-sawah selama atau pada akhir periode yang bersangkutan
- Luasnya daerah
- Sumber-sumber kelebihan air yang lain.

8) Debit Rencana

Debit drainase rencana dan sawah di petak tersier dihitung sebagai berikut:

$$Qd = f Dm A$$

Dimana:

Qd = debit rencana, lt/dt

f = faktor pengurangan (reduksi) daerah yang dibuang airnya, (satu untuk petak tersier)

Dm = modul pembuang lt/dt.ha

A = luas daerah yang dibuang airnya, ha

Untuk daerah-daerah sampai seluas 400 ha pembuang air per satuan luas diambil konstan. Jika daerah-daerah yang akan dibuang airnya lebih besar, dipakai harga per satuan luas yang lebih kecil. Jika data tidak tersedia, dapat dipakai debit minimum rencana sebesar 7 lt/dt.ha.

9) Kelebihan Air Irigasi

Kelebihan air irigasi harus dialirkan ke saluran pembuang (tersier) intern selama waktu persediaan air irigasi lebih tinggi dari yang dibutuhkan. Pembuangan air irigasi perlu karena:

- Bangunan sadap tersier tidak diatur secara terus-menerus
- Banyak saluran sekunder tidak dilengkapi dengan bangunan pembuang (*wasteway*)
- Ada jaringan-jaringan irigasi yang dioperasikan sedemikian rupa sehingga debit yang dialirkan berkisar antara Q70 dan Q100

Telah diandalkan bahwa air irigasi yang diberikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pembuang yang diperlukan. Anggapan ini dapat dibenarkan hanya apabila jatah air untuk masing-masing petak tersier sama dengan kebutuhan air untuk petak itu pada saat tertentu. Tetapi, saluran primer dan saluran sekunder yang besar biasanya dioperasikan sedemikian rupa sehingga saluran-saluran itu mengalirkan debit yang berkisar antara Q80 dan Q100.

Karena banyak jaringan irigasi yang ada tidak memiliki bangunan pembuang di jaringan utama, maka ini berarti bahwa selama periode kebutuhan air dibawah Q100 dan/atau selama masa-masa hujan lebat, kelebihan air harus dialirkan ke jaringan pembuang *intern* melalui bangunan sadap tersier. Ada tiga cara yang mungkin untuk mengalirkan air ke jaringan pembuang *intern*, yakni melalui:

- a. Saluran irigasi tersier
- b. Saluran kuarter
- c. Petak sawah.

Tabel III.7 Kriteria Perencanaan Saluran Pembuang

Karakteristik Perencanaan	Satuan	Saluran Pembuang Tersier	Saluran Pembuangan Kuarter
Kecepatan minimum	m/dt	0,70	0,50
Kecepatan maksimum	m/dt	0,45	0,45
Harga k	m ^{1/3} /dt	30	25
Lebar dasar minimum	m	0,50	0,30
Kemiringan talut	-	1 : 1	1 : 1

Catatan:

- Perbandingan kedalaman air dengan lebar dasar saluran dan kedalaman air (b/h) untuk saluran pembuang yang lebih kecil adalah 1, untuk saluran pembuang yang lebih besar nilai perbandingan berkisar antara 1 dan 3.
- Harga k yang lebih rendah menunjukkan bahwa pemeliharaan saluran pembuang itu kurang baik.
- Tidak dapat diterapkan pada skema jaringan irigasi pasang surut.

Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PERENCANAAN SALURAN KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

3.2.2 PERSYARATAN BAHAN BANGUNAN

Ketentuan persyaratan atau standar bahan bangunan yang digunakan dapat merujuk pada:

1. PUBI-1982 Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia PUBI-1982 memberikan persyaratan untuk 115 macam bahan bangunan.
2. SNI T-15-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton dengan bagian-bagian dari SNI T-15-1991-03 memberikan persyaratan bahan-bahan yang dipakai produksi beton dan tulangan, seperti semen, agregat, zat tambahan (*admixture*), air dan baja tulangan.

3. NI-7 Syarat–syarat untuk kapur penggunaannya disesuaikan Standar Nasional Indonesia seperti:
 - Spesifikasi Kapur untuk Stabilisasi Tanah SNI 03- 4147-1996
 - Spesifikasi Kapur Kembang untuk Bahan bangunan SNI 03- 6387-2000
 - Spesifikasi Kapur Hidrat untuk Keperluan Pasangan Bata SNI 03- 6378-2000
4. NI-S Peraturan Semen Portland.
5. NI-10 Bata Merah sebagai Bahan Bangunan.
6. NI-5 atau PKKI-1961 Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia.
7. NI-13 Peraturan Batu Belah.
8. SII Standar Industri Indonesia, adalah standar untuk berbagai bahan yang tersedia di pasaran Indonesia.

IV. JENIS-JENIS KONSTRUKSI SALURAN IRIGASI

4.1 BANGUNAN UTAMA (HEAD WORKS)

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di dan sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk.

Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olak dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap.

Pengaliran air dari sumber air berupa sungai atau danau ke jaringan irigasi untuk keperluan irigasi pertanian, pasokan air baku dan keperluan lainnya yang memerlukan suatu bangunan disebut dengan bangunan utama.

Untuk kepentingan keseimbangan lingkungan dan kebutuhan daerah di hilir bangunan utama, maka aliran air sungai tidak diperbolehkan disadap seluruhnya. Namun harus tetap dialirkan sejumlah 5% dari debit yang ada.

Bangunan utama dapat diklasifikasi ke dalam sejumlah kategori, bergantung kepada perencanaannya. Bangunan utama/*head works* dalam jaringan irigasi antara lain:

1. Bendung tetap;
2. Bendung gerak vertikal;
3. Bendung karet (bendung gerak horisontal);

4. Bendung saringan bawah;
5. Pompa;
6. Pengambilan bebas;
7. Pengambilan dari waduk (*reservoir*);
8. Bendung tipe gergaji.

4.1.1 BENDUNG TETAP

Bangunan air ini dengan kelengkapannya dibangun melintang sungai atau sudetan dan sengaja dibuat untuk meninggikan muka air dengan ambang tetap sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke jaringan irigasi. Kelebihan airnya dilimpahkan ke hilir dengan terjunan yang dilengkapi dengan kolam olah dengan maksud untuk meredam energi. Ada dua tipe atau jenis bendung tetap dilihat dari bentuk struktur ambang pelimpahannya, yaitu:

- a. Ambang tetap yang lurus dari tepi kiri ke tepi kanan sungai artinya as ambang tersebut berupa garis lurus yang menghubungkan dua titik tepi sungai.
- b. Ambang tetap yang berbelok-belok seperti gigi gergaji. Tipe seperti ini diperlukan bila panjang ambang tidak mencukupi dan biasanya untuk sungai dengan lebar yang kecil tetapi debit airnya besar. Maka dengan menggunakan tipe ini akan didapat panjang ambang yang lebih besar, dengan demikian akan didapatkan kapasitas pelimpahan debit yang besar. Mengingat bentuk fisik ambang dan karakter hidrolisnya, disarankan bendung tipe gergaji ini dipakai pada saluran. Dalam hal diterapkan di sungai harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Debit relatif stabil
 - Tidak membawa material terapung berupa batang-batang pohon
 - Efektivitas panjang bendung gergaji terbatas pada kedalaman air pelimpasan tertentu.

4.1.2 BENDUNG GERAK VERTIKAL

Bendung (*weir*) atau bendung gerak (*barrage*) dipakai untuk meninggikan muka air di sungai sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier. Ketinggian itu akan menentukan luas daerah yang diairi (*command area*). Bendung gerak adalah bangunan yang dilengkapi dengan pintu yang dapat dibuka untuk mengalirkan air pada waktu terjadi banjir besar dan ditutup apabila aliran kecil. Di Indonesia, bendung adalah bangunan yang paling umum dipakai untuk membelokkan air sungai untuk keperluan irigasi.

Bendung ini terdiri dari tubuh bendung dengan ambang tetap yang rendah dilengkapi dengan pintu-pintu yang dapat digerakkan vertikal maupun radial. Tipe ini mempunyai fungsi ganda, yaitu mengatur tinggi muka air di hulu bendung kaitannya dengan muka air banjir dan meninggikan muka air sungai kaitannya dengan penyadapan air untuk berbagai keperluan. Operasional di lapangan dilakukan dengan membuka pintu seluruhnya pada saat banjir besar atau membuka pintu sebagian pada saat banjir sedang dan kecil. Pintu ditutup sepenuhnya pada saat kondisi normal, yaitu untuk kepentingan penyadapan air. Tipe bendung gerak ini hanya dibedakan dari bentuk pintu-pintunya antara lain:

- a. *Pintu geser atau sorong*, banyak digunakan untuk lebar dan tinggi bukaan yang kecil dan sedang. Diupayakan pintu tidak terlalu berat karena akan memerlukan peralatan angkat yang lebih besar dan mahal. Sebaiknya pintu cukup ringan tetapi memiliki kekakuan yang tinggi sehingga bila diangkat tidak mudah bergetar karena gaya dinamis aliran air.
- b. *Pintu radial*, memiliki daun pintu berbentuk lengkung (busur) dengan lengan pintu yang sendinya tertanam pada tembok sayap atau pilar. Konstruksi seperti ini dimaksudkan agar daun pintu lebih ringan untuk diangkat dengan menggunakan kabel atau rantai. Alat penggerak pintu dapat pula dilakukan secara hidrolik-

dengan peralatan pendorong dan penarik mekanik yang tertanam pada tembok sayap atau pilar.

4.1.3 BENDUNG KARET (BENDUNG GERAK HORIZONTAL)

Bendung karet memiliki 2 (dua) bagian pokok, yaitu:

- a. Tubuh bendung yang terbuat dari karet
- b. Pondasi beton berbentuk plat beton sebagai dudukan tabung karet, serta dilengkapi satu ruang kontrol dengan beberapa perlengkapan (mesin) untuk mengontrol mengembang dan mengempisnya tabung karet.

Bendung ini berfungsi meninggikan muka air dengan cara mengembungkan tubuh bendung dan menurunkan muka air dengan cara mengempiskannya. Tubuh bendung yang terbuat dari tabung karet dapat diisi dengan udara atau air. Proses pengisian udara atau air dari pompa udara atau air dilengkapi dengan instrumen pengontrol udara atau air (manometer).

4.1.4 BENDUNG SARINGAN BAWAH

Bendung ini berupa bendung pelimpah yang dilengkapi dengan saluran penangkap dan saringan.

Bendung ini meloloskan air lewat saringan dengan membuat bak penampung air berupa saluran penangkap melintang sungai dan mengalirkan airnya ke tepi sungai untuk dibawa ke jaringan irigasi.

Operasional di lapangan dilakukan dengan membiarkan sedimen dan batuan meloncat melewati bendung, sedang air diharapkan masuk ke saluran penangkap. Sedimen yang tinggi diendapkan pada saluran penangkap pasir yang secara periodik dibilas masuk sungai kembali.

4.1.5 POMPA

Irigasi dengan pompa bisa dipertimbangkan apabila pengambilan secara gravitasi ternyata tidak layak dilihat dari segi teknis maupun ekonomis. Pada mulanya irigasi pompa hanya memerlukan modal kecil, tetapi biaya eksplorasinya mahal.

Ada beberapa jenis pompa didasarkan pada tenaga penggerakannya, antara lain:

- a. Pompa air yang digerakkan oleh tenaga manusia (pompa tangan)
- b. Pompa air dengan penggerak tenaga air (air terjun dan aliran air)
- c. Pompa air dengan penggerak berbahan bakar minyak
- d. Pompa air dengan penggerak tenaga listrik.

Pompa digunakan bila bangunan-bangunan pengelak yang lain tidak dapat memecahkan permasalahan pengambilan air dengan gravitasi, atau jika pengambilan air relatif sedikit dibandingkan dengan lebar sungai. Dengan instalasi pompa pengambilan air dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Namun dalam operasionalnya memerlukan biaya operasi dan pemeliharaannya cukup mahal terutama dengan makin mahalnya bahan bakar dan tenaga listrik.

Dari cara instalasinya pompa dapat dibedakan atas pompa yang mudah dipindah-pindahkan karena ringan dan mudah dirakit ulang setelah dilepas komponennya dan pompa tetap (*stationary*) yang dibangun/dipasang dalam bangunan rumah pompa secara permanen.

4.1.6 PENGAMBILAN BEBAS

Pengambilan bebas adalah bangunan yang dibuat di tepi sungai yang mengalirkan air sungai ke dalam jaringan irigasi, tanpa mengatur tinggi muka air di sungai. Dalam keadaan demikian, jelas bahwa muka air di sungai harus lebih tinggi dari daerah yang diairi dan jumlah air yang dibelokkan harus dapat dijamin cukup.

Pengambilan air untuk irigasi ini langsung dilakukan dari sungai dengan meletakkan bangunan pengambilan yang tepat ditepi sungai, yaitu pada tikungan luar dan tebing sungai yang kuat atau *massive*. Bangunan pengambilan ini dilengkapi pintu, ambang rendah dan saringan yang pada saat banjir pintu dapat ditutup supaya air banjir tidak meluap ke saluran induk.

Kemampuan menyadap air sangat dipengaruhi elevasi muka air di sungai yang selalu bervariasi tergantung debit pengaliran sungai saat itu. Pengambilan bebas biasanya digunakan untuk daerah irigasi dengan luasan yang kecil sekitar 150 ha dan masih pada tingkat irigasi setengah teknis atau irigasi sederhana.

4.1.7 PENGAMBILAN DARI WADUK (RESERVOIR)

Waduk (reservoir) digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi surplus air di sungai agar dapat dipakai sewaktu-waktu terjadi kekurangan air. Jadi, fungsi utama waduk adalah untuk mengatur aliran sungai.

Waduk yang berukuran besar sering mempunyai banyak fungsi seperti untuk keperluan irigasi, tenaga air pembangkit listrik, pengendali banjir, perikanan, dan sebagainya. Waduk yang berukuran lebih kecil dipakai untuk keperluan irigasi saja.

4.1.8 BENDUNG TIPE GERGAJI

Diperkenankan dibangun dengan syarat harus dibuat di sungai yang alirannya stabil, tidak ada tinggi limpasan maksimum, tidak ada material hanyutan yang terbawa oleh aliran.

4.2 BAGIAN-BAGIAN BANGUNAN UTAMA

Bangunan utama terdiri dari berbagai bagian berikut ini:

1. Bangunan bendung
2. Bangunan pengambilan
3. Bangunan pembilas (penguras)
4. Kantong lumpur
5. Perkuatan sungai
6. Bangunan-bangunan pelengkap

4.2.1 BANGUNAN BENDUNG

Bangunan bendung adalah bagian dari bangunan utama yang benar-benar dibangun di dalam air. Bangunan ini diperlukan untuk memungkinkan dibelokkannya air sungai ke jaringan irigasi, dengan jalan menaikkan muka air di sungai atau dengan memperlebar pengambilan di dasar sungai seperti pada tipe bendung saringan bawah (*bottom rack weir*).

Bila bangunan tersebut juga akan dipakai untuk mengatur elevasi air di sungai, maka ada dua tipe yang dapat digunakan, yakni:

- a. Bendung pelimpah dan
- b. Bendung gerak (*barrage*)

Gambar IV.1 memberikan beberapa tipe denah dan potongan melintang bendung gerak dan potongan melintang bendung saringan bawah.

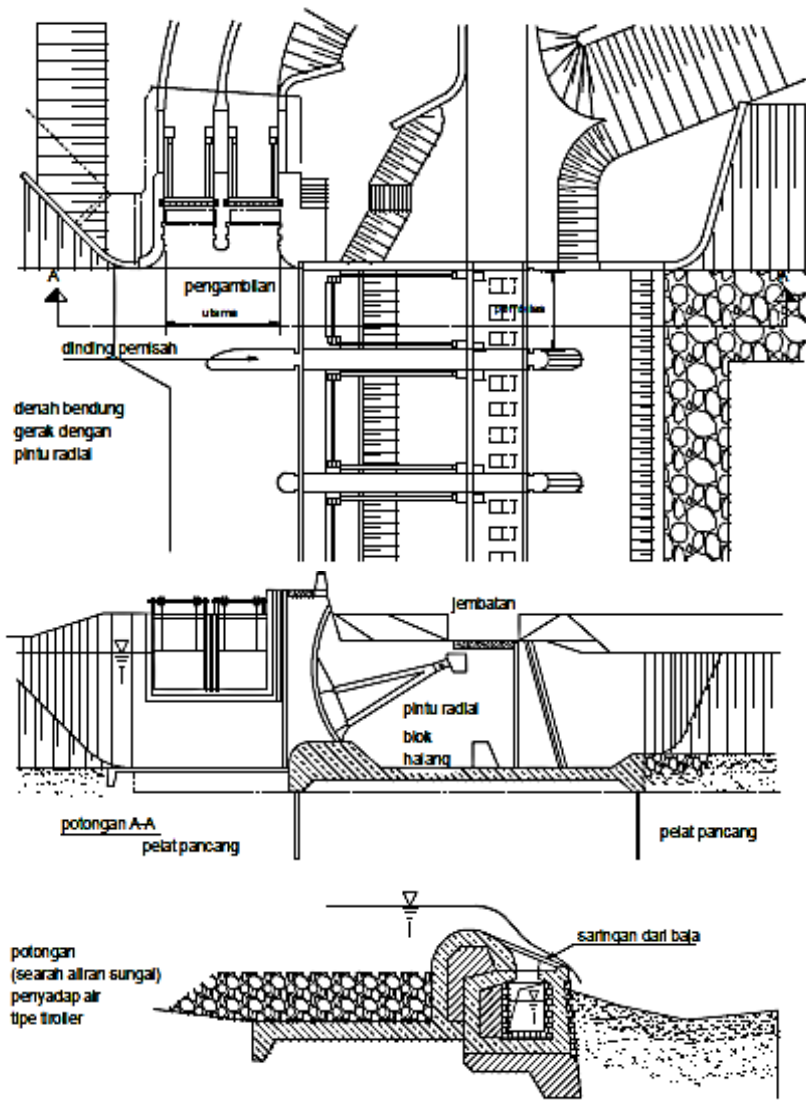
Bendung adalah bangunan pelimpah melintang sungai yang memberikan tinggi muka air minimum kepada bangunan pengambilan untuk keperluan irigasi. Bendung merupakan penghalang selama terjadi banjir dan dapat menyebabkan genangan luas di daerah-daerah hulu bendung tersebut.

Bendung gerak adalah bangunan berpintu yang dibuka selama aliran besar, masalah yang ditimbulkannya selama banjir kecil saja. Bendung gerak dapat mengatur muka air di depan pengambilan agar air yang masuk tetap sesuai dengan kebutuhan irigasi. Bendung gerak mempunyai kesulitan-kesulitan eksploitasi karena pintunya harus tetap dijaga dan dioperasikan dengan baik dalam keadaan apa pun.

Bendung saringan bawah adalah tipe bangunan yang dapat menyadap air dari sungai tanpa terpengaruh oleh tinggi muka air. Tipe ini terdiri dari sebuah parit terbuka yang terletak tegak lurus terhadap aliran sungai. Jeruji Baja (saringan) berfungsi untuk mencegah masuknya batu-batu bongkah ke dalam parit. Sebenarnya bongkah dan batu-batu dihanyutkan ke bagian hilir sungai. Bangunan ini digunakan di bagian/ruas atas sungai dimana sungai hanya mengangkut bahan-bahan yang berukuran sangat besar.

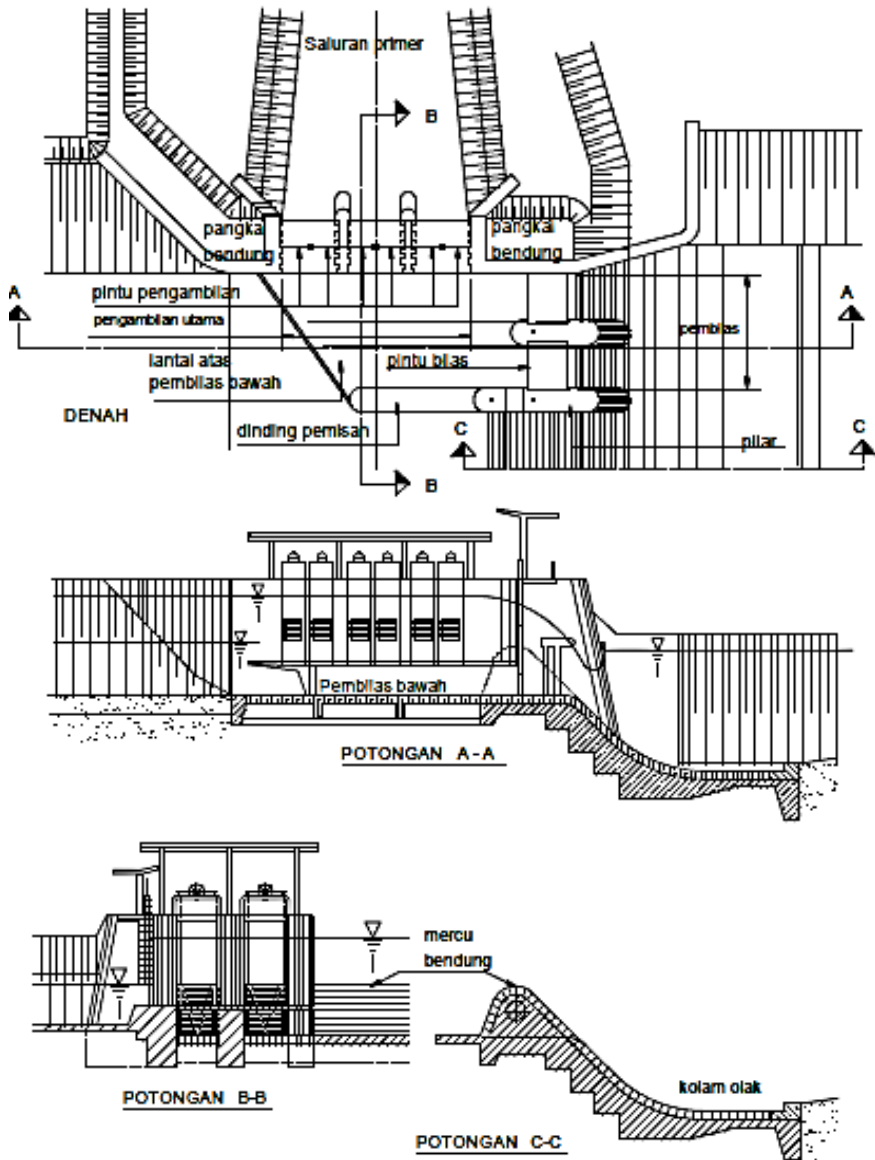
Untuk keperluan-keperluan irigasi, bukanlah selalu merupakan keharusan untuk meninggikan muka air di sungai. Jika muka air sungai cukup tinggi, dapat dipertimbangkan pembuatan pengambilan bebas bangunan yang dapat mengambil air dalam jumlah yang cukup banyak selama waktu pemberian air irigasi, tanpa membutuhkan tinggi muka air tetap di sungai.

Dalam hal ini pompa dapat juga dipakai untuk menaikkan air sampai elevasi yang diperlukan. Akan tetapi karena biaya pengelolaannya tinggi, maka harga air irigasi mungkin menjadi terlalu tinggi pula.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - BANGUNAN UTAMA KP-03, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.1 Denah dan Potongan Melintang Bendung Bawah Gerak dan Potongan Bendung Saringan Bawah



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - BANGUNAN UTAMA KP-03, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.2 Pengambilan dan Pembilas

4.2.2 BANGUNAN PENGAMBILAN

Bangunan pengambilan dilengkapi dengan pintu dan bagian depannya terbuka untuk menjaga jika terjadi muka air tinggi selama banjir, besarnya bukaan pintu bergantung kepada kecepatan aliran masuk yang diizinkan. Kecepatan ini bergantung kepada ukuran butir bahan yang dapat diangkut.

Kapasitas pengambilan harus sekurang-kurangnya 120% dari kebutuhan pengambilan (*dimension requirement*) guna menambah fleksibilitas dan agar dapat memenuhi kebutuhan yang lebih tinggi selama umur rencana bangunan.

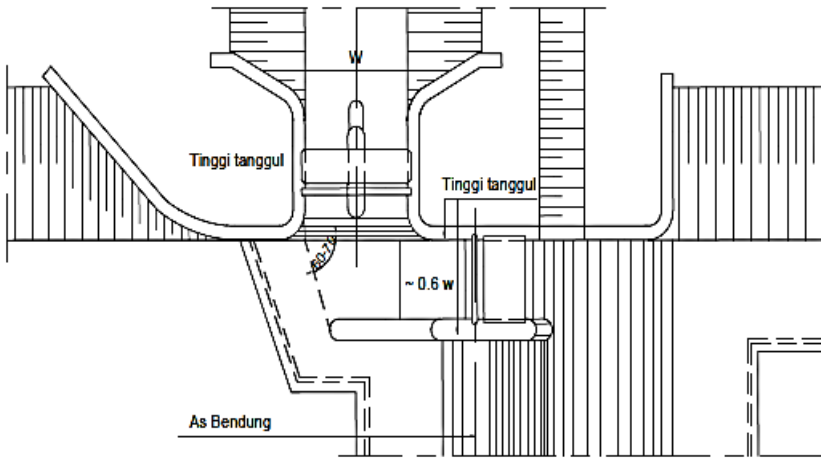
4.2.3 PEMBILAS

Lantai pembilas merupakan kantong tempat mengendapnya bahan-bahan kasar di depan pembilas pengambilan. Sedimen yang terkumpul dapat dibilas dengan jalan membuka pintu pembilas secara berkala guna menciptakan aliran terkonsentrasi tepat di depan pengambilan.

Pengalaman yang diperoleh dari banyak bendung dan pembilas yang sudah dibangun, telah menghasilkan beberapa pedoman menentukan lebar pembilas:

- Lebar pembilas ditambah tebal pilar pembagi sebaiknya sama dengan $1/6 - 1/10$ dari lebar bersih bendung (jarak antara pangkal-pangkalnya), untuk sungai-sungai yang lebarnya kurang dari 100 m.
- Lebar pembilas sebaiknya diambil 60% dari lebar total pengambilan termasuk pilar-pilarnya.

Juga untuk panjang dinding pemisah, dapat diberikan harga empiris. Dalam hal ini sudut α pada Gambar di bawah ini sebaiknya diambil sekitar 600 sampai 700.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN - BANGUNAN UTAMA KP-03, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.3 Geometri Pembilas

Pintu pada pembilas dapat direncanakan dengan bagian depan terbuka atau tertutup. Pintu dengan bagian depan terbuka memiliki keuntungan-keuntungan berikut:

- Ikut mengatur kapasitas debit bendung, karena air dapat mengalir melalui pintu-pintu yang tertutup selama banjir.
- Pembuangan benda-benda terapung lebih mudah, khususnya bila pintu dibuat dalam dua bagian dan bagian atas dapat diturunkan.

Kelemahan-kelemahannya:

- Sedimen akan terangkut ke pembilas selama banjir, hal ini bisa menimbulkan masalah, apalagi jika sungai mengangkut banyak bongkah. Bongkah-bongkah ini dapat menumpuk di depan pembilas dan sulit disingkirkan.
- Benda-benda hanyut bisa merusakkan pintu karena debit di sungai lebih besar daripada debit di pengambilan, maka air akan mengalir melalui pintu pembilas, dengan demikian kecepatan menjadi lebih tinggi dan membawa lebih banyak sedimen.

4.2.4 KANTONG LUMPUR

Kantong lumpur mengendapkan fraksi-fraksi sedimen yang lebih besar dari fraksi pasir halus tetapi masih termasuk pasir halus dengan diameter butir berukuran 0,088 mm dan biasanya ditempatkan persis di sebelah hilir pengambilan. Bahan-bahan yang lebih halus tidak dapat ditangkap dalam kantong lumpur biasa dan harus diangkut melalui jaringan saluran ke sawah-sawah. Bahan yang telah mengendap di dalam kantong kemudian dibersihkan secara berkala. Pembersihan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan aliran air yang deras untuk menghanyutkan bahan endapan tersebut kembali ke sungai. Dalam hal-hal tertentu, pembersihan ini perlu dilakukan dengan cara lain, yaitu dengan jalan mengeruknya atau dilakukan dengan tangan.

4.2.5 BANGUNAN PERKUATAN SUNGAI

Pembuatan bangunan perkuatan sungai khusus di sekitar bangunan utama untuk menjaga agar bangunan tetap berfungsi dengan baik, terdiri dari:

- a. Bangunan perkuatan sungai guna melindungi bangunan terhadap kerusakan akibat penggerusan dan sedimentasi. Pekerjaan-pekerjaan ini umumnya berupa krib, matras batu, pasangan batu kosong dan/atau dinding pengarah.
- b. Tanggul banjir untuk melindungi lahan yang berdekatan terhadap genangan akibat banjir.
- c. Saringan bongkah untuk melindungi pengambilan atau pembilas, agar bongkah tidak menyumbat bangunan selama terjadi banjir.
- d. Tanggul penutup untuk menutup bagian sungai lama atau, bila bangunan bendung dibuat di kopur, untuk mengelakkan sungai melalui bangunan tersebut.

4.2.6 BANGUNAN PELENGKAP

Bangunan-bangunan atau perlengkapan yang dapat ditambahkan ke bangunan utama berdasarkan keperluan menurut KP-02 Bangunan Utama (*Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013*) antara lain:

1. Pengukuran debit dan muka air di sungai maupun di saluran.
2. Rumah untuk operasi pintu.
3. Peralatan komunikasi, tempat teduh serta perumahan untuk tenaga operasional, gudang dan ruang kerja untuk kegiatan operasional dan pemeliharaan.
4. Jembatan di atas bendung, agar seluruh bagian bangunan utama mudah di jangkau, atau agar bagian-bagian itu terbuka untuk umum.
5. Instalasi tenaga air mikro atau mini, tergantung pada hasil evaluasi ekonomi serta kemungkinan hidrolis. Instalasi ini bisa dibangun di dalam bangunan bendung atau di ujung kantong lumpur atau di awal saluran.
6. Bangunan tangga ikan (*fish ladder*) diperlukan pada lokasi yang senyatanya perlu dijaga keseimbangan lingkungannya sehingga kehidupan biota tidak terganggu. Pada lokasi di luar pertimbangan tersebut tidak diperlukan tangga ikan.

4.3 BANGUNAN PENGUKUR DAN PENGATUR

4.3.1 BANGUNAN PENGUKUR DEBIT

Aliran akan diukur di hulu (udik) saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (*free overflow*) dan bangunan ukur aliran bawah (*underflow*). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

Untuk menyederhanakan operasi dan pemeliharaan, bangunan ukur yang dipakai di sebuah jaringan irigasi hendaknya tidak terlalu banyak, dan diharapkan pula pemakaian alat ukur tersebut bisa benar-benar mengatasi permasalahan yang dihadapi para petani. KP-04 Bangunan memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya.

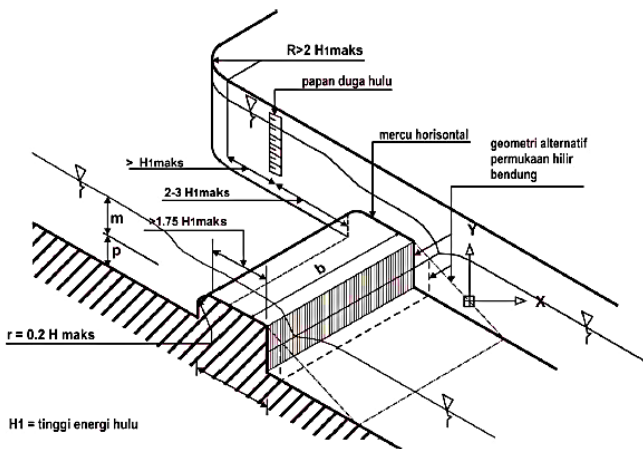
Agar pengelolaan air irigasi menjadi efektif, maka debit harus diukur (dan diatur) pada hulu saluran primer, pada bangunan bagi bangunan sadap sekunder, dan pada bangunan sadap tersier sebagai berikut:

- *Di hulu saluran primer*: Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.
- *Di bangunan bagi bangunan sadap sekunder*: Pintu Romijn dan pintu Crump-de Gruyter dipakai untuk mengukur dan mengatur aliran. Bila debit terlalu besar, maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bisa dipakai seperti untuk saluran primer.
- *Di Bangunan Sadap Tersier*: Untuk mengatur dan mengukur aliran dipakai alat ukur Romijn atau jika fluktuasi di saluran besar dapat dipakai alat ukur Crump-de Gruyter. Di petak-petak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk

ambang sebaiknya dipasang alat ukur *parshall* atau *cut throat flume*. Alat ukur *parshall* memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur *cut throat flume* lebih pendek dan mudah pembacaannya.

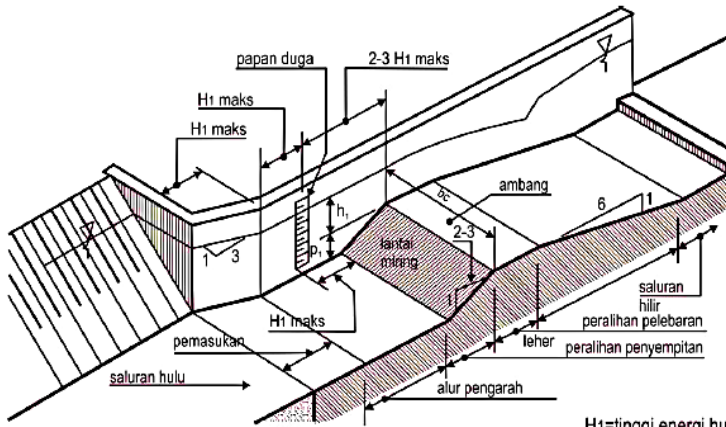
Berbagai macam bangunan dan peralatan telah dikembangkan untuk maksud ini. Namun demikian, sesuai dengan *Kriteria Perencanaan – Bagian Bangunan KP-03*, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, tahun 2013, untuk menyederhanakan pengelolaan jaringan irigasi hanya beberapa jenis bangunan saja yang boleh digunakan di daerah irigasi. Bangunan-bangunan yang dianjurkan untuk dipakai antara lain:

1. Alat Ukur Ambang Lebar



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

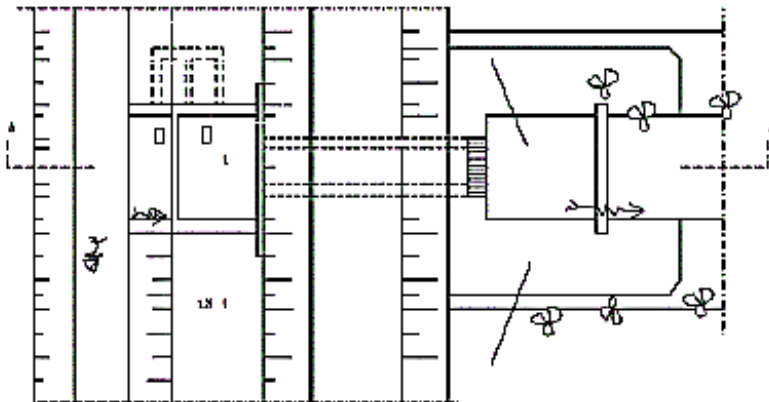
Gambar IV.4 Alat Ukur Ambang Lebar dengan Mulut Pemasukan yang Dibulatkan

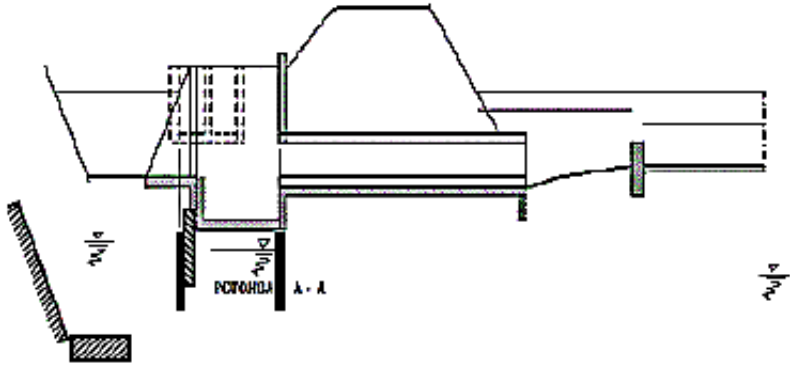


Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.5 Alat Ukur Ambang Lebar dengan Pemasukan Bermuka Datar dan Peralihan Penyempitan

2. Alat Ukur Orifice Constant Head

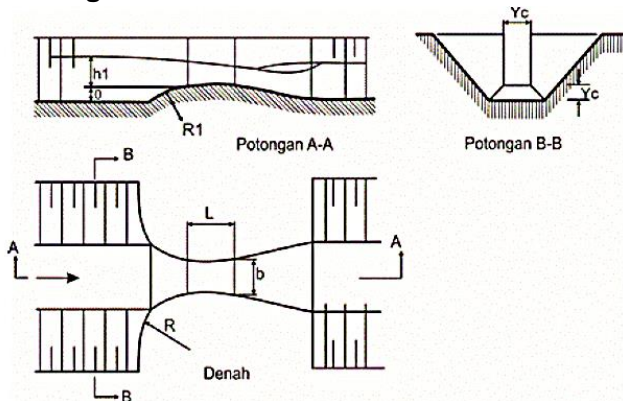




Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

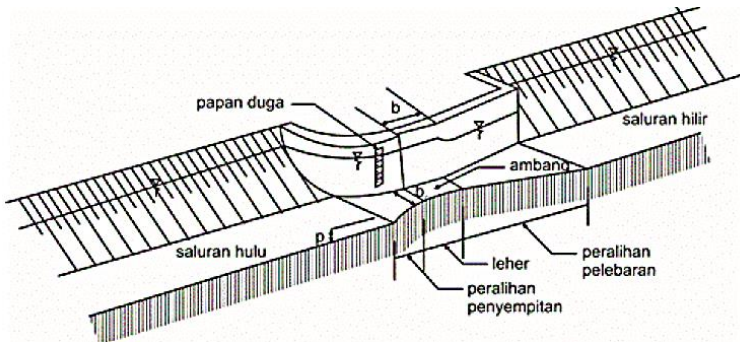
Gambar IV.6 Alat Ukur Orifice Constant Head

3. Alat Ukur Long-Throated Flum



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

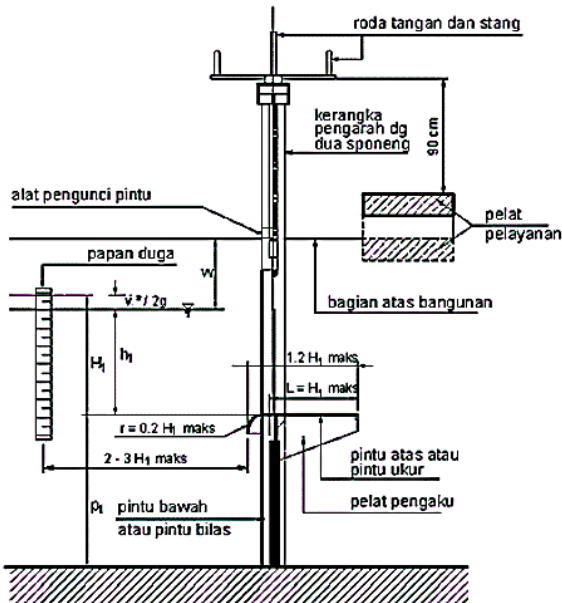
Gambar IV.7 Alat Ukur Long Throated Flume



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

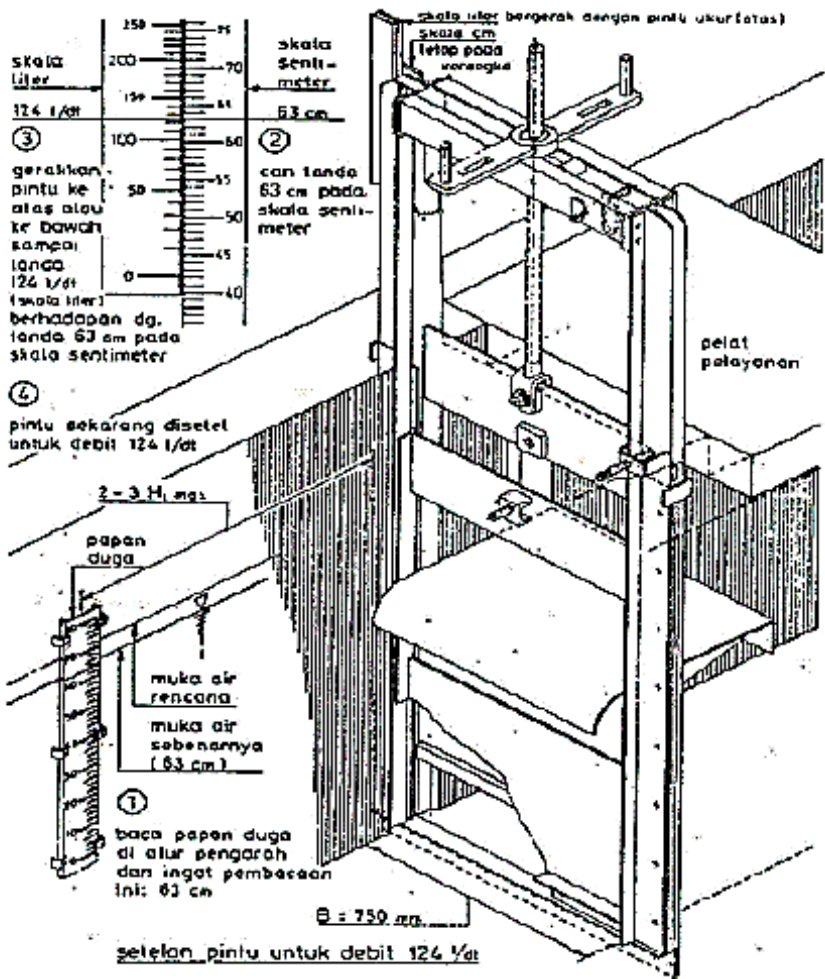
Gambar IV.8 Potongan Memanjang Alat Ukur Long Throated Flume

4. Alat Ukur Romijn



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

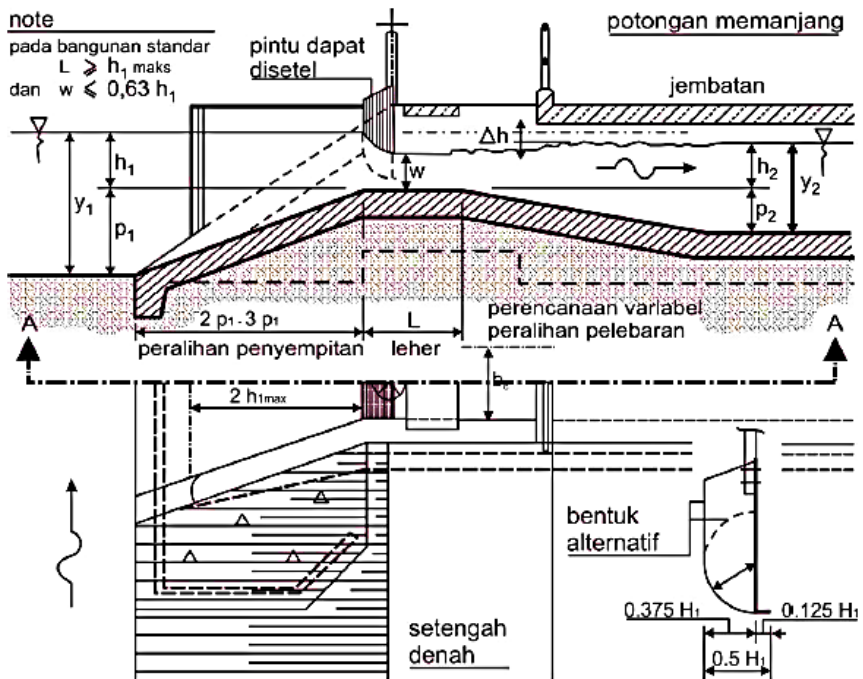
Gambar IV.9 Alat Ukur Romijn dengan pintu bawah



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.10 Alat Ukur Romijn

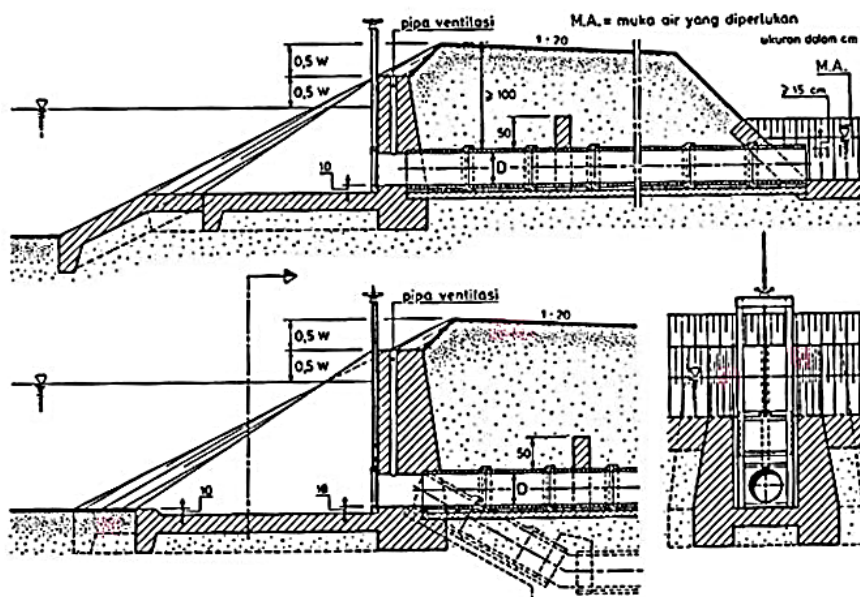
5. Alat Ukur Crump – de Gruyter



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.11 Perencanaan yang dianjurkan untuk Alat Ukur Crump-de-Gruyter

6. Pipa Sadap Sederhana



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – BAGIAN BANGUNAN KP-04, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.12 Bangunan Sadap Pipa Sederhana

4.3.2 BANGUNAN PENGATUR MUKA AIR

Bangunan-bangunan pengatur muka air mengatur/mengontrol muka air di jaringan irigasi utama sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan kepada bangunan sadap tersier.

Bangunan pengatur mempunyai potongan pengontrol aliran yang dapat disetel atau tetap. Untuk bangunan-bangunan pengatur yang dapat disetel dianjurkan untuk menggunakan pintu (sorong) radial atau lainnya.

Bangunan-bangunan pengatur diperlukan di tempat-tempat dimana tinggi muka air di saluran dipengaruhi oleh bangunan terjun atau got miring (*chute*). Untuk mencegah meninggi atau menurunnya muka air di saluran dipakai mercu tetap atau celah kontrol trapesium (*trapezoidal notch*).

4.4 BANGUNAN PELENGKAP

4.4.1 BANGUNAN PEMBAWA

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

a. Bangunan pembawa dengan aliran superkritis

Bangunan pembawa dengan aliran tempat dimana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran. (Jika ditempat dimana kemiringan medannya lebih curam daripada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran. Untuk itu diperlukan bangunan peredam).

1. Bangunan Terjun

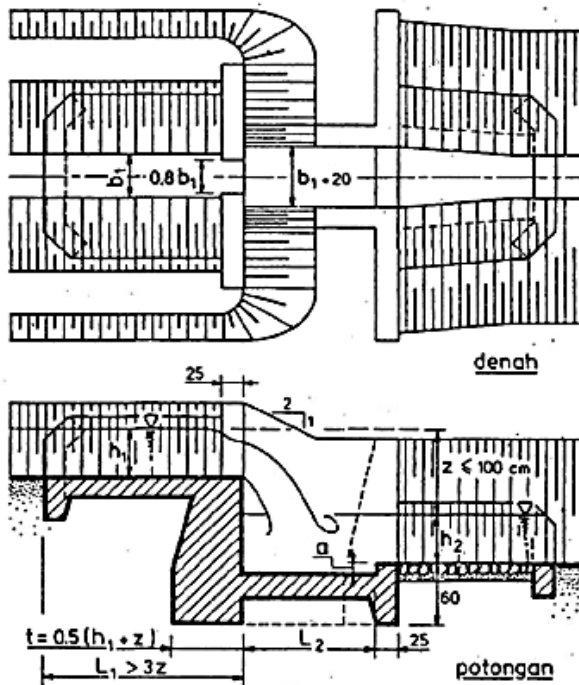
Bangunan terjun dipakai di tempat-tempat dimana kemiringan medan lebih besar daripada kemiringan saluran dan diperlukan penurunan muka air.

Andaikan suatu potongan saluran dengan panjang L dan kemiringan i serta muka air hulu yang diinginkan H_{hulu} dan muka air hilir H_{hilir} maka jumlah kehilangan tinggi energi disebuah atau beberapa bangunan terjun adalah:

$$Z = H_{\text{hulu}} - H_{\text{hilir}} - I \times L$$

Jumlah bangunan terjun bergantung pada biaya pelaksanaan. Bila jumlah bangunan terjun sedikit, maka diperlukan

kehilangan tinggi energi yang besar per bangunan, kecepatan aliran tinggi di kolam olak, membengkaknya biaya pelaksanaan untuk kolam-kolam tersebut dan juga pekerjaan tanah akan bertambah. Meskipun demikian, jumlah bangunan terjun tidak boleh terlalu banyak karena kehilangan tinggi energi per bangunan akan terlalu kecil guna membentuk loncatan air.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

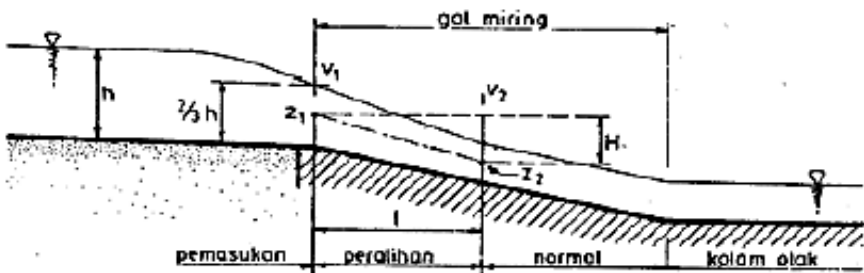
Gambar IV.13 Bangunan Terjun

Perencanaan bangunan terjun harus sederhana, tapi bangunan harus kuat. Tipe biasa yang dipakai di saluran tersier adalah bangunan terjun tegak. Bangunan ini dipakai untuk terjun kecil ($Z < 100$ cm) dan debit kecil.

Dengan bangunan terjun, menurunnya muka air (dan tinggi energi) dipusatkan di satu tempat bangunan terjun bisa memiliki terjun tegak atau terjun miring. Jika perbedaan tinggi energi mencapai beberapa meter, maka konstruksi got miring perlu dipertimbangkan.

2. Got Miring

Pada medan terjal dimana beda tinggi energi yang besar harus ditanggulangi dalam jarak pendek dan saluran tersier mengikuti kemiringan medan, akan diperlukan got miring. Got miring ini terdiri dari bagian masuk, bagian peralihan, bagian normal dan kolam olak.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.14 Bagian-Bagian dalam Got Miring

Daerah got miring dibuat apabila trase saluran melewati ruas medan dengan kemiringan yang tajam dengan jumlah perbedaan tinggi energi yang besar. Got miring berupa potongan saluran yang diberi pasangan (*lining*) dengan aliran superkritis, dan umumnya mengikuti kemiringan medan alamiah.

b. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang)

1. Gorong- Gorong

Gorong-gorong berupa saluran tertutup, dengan peralihan pada bagian masuk dan keluar. Gorong-gorong akan sebanyak mungkin mengikuti kemiringan saluran. Gorong-gorong berfungsi sebagai saluran terbuka selama bangunan tidak tenggelam. Gorong-gorong mengalir penuh bila lubang keluar tenggelam atau jika air di hulu tinggi dan gorong-gorong panjang. Kehilangan tinggi energi total untuk gorong-gorong tenggelam adalah jumlah kehilangan pada bagian masuk, kehilangan akibat gesekan ditambah lagi kehilangan pada tikungan gorong-gorong (jika ada).

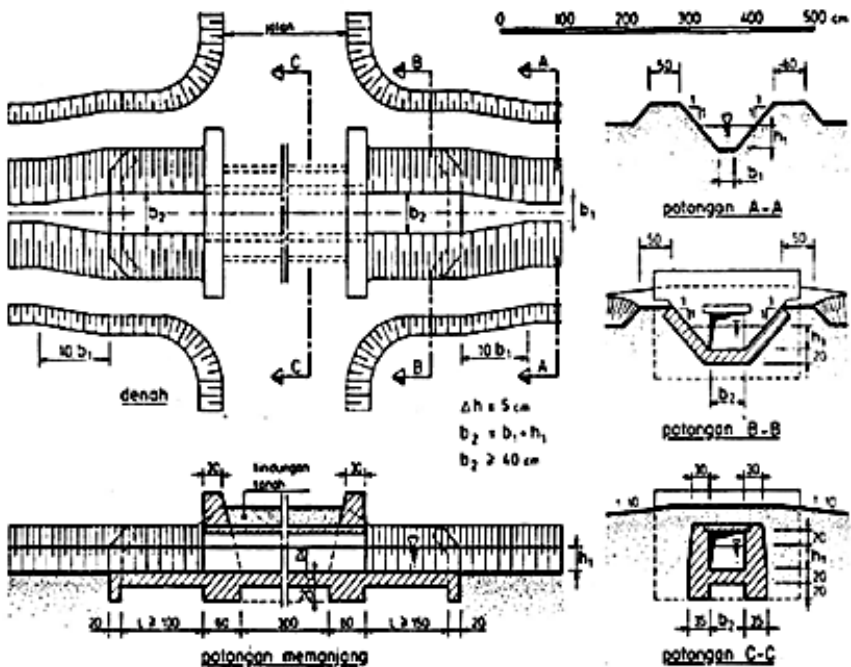
Karena umumnya dimensi saluran di petak tersier sangat kecil, maka dianjurkan untuk merencana bangunan-bangunan yang sederhana saja, dengan kehilangan tinggi energi kecil serta permukaan air bebas. Tipe yang dimaksud diberikan pada Gambar IV.15.

Gorong-gorong tersebut mempunyai dinding pasangan vertikal dan di puncak dinding terdapat pelat kecil dari beton. Lebar minimum antara dinding harus diambil 0,40 m. Tinggi dasarnya sama dengan tinggi dasar potongan saluran hulu. Jika perlu gorong-gorong bisa digabung dengan bangunan terjun yang terletak di sisi hilir. Pemakaian gorong- gorong pipa di dalam petak tersier membutuhkan kecermatan, karena akan memerlukan tanah penutup sekurang-kurangnya 1,5 kali diameter pipa guna menghindari kerusakan pipa, padahal diameter pipa harus paling tidak 0,40 m agar tidak tersumbat oleh benda-benda yang hanyut seperti rerumputan, kayu dan sebagainya.

Persyaratan ini membutuhkan pondasi yang dalam untuk gorong-gorong dan umumnya juga tinggi dasar bangunan yang lebih rendah daripada tinggi dasar potongan saluran. Karena pondasinya yang dalam, gorong-gorong berfungsi sebagai sipon.

Jika dipakai gorong-gorong pipa hal-hal berikut harus mendapat perhatian khusus:

- Sambungan
- Tulangan
- Penutup tanah
- Kebocoran pada sambungan di tempat perlintasan dengan saluran.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

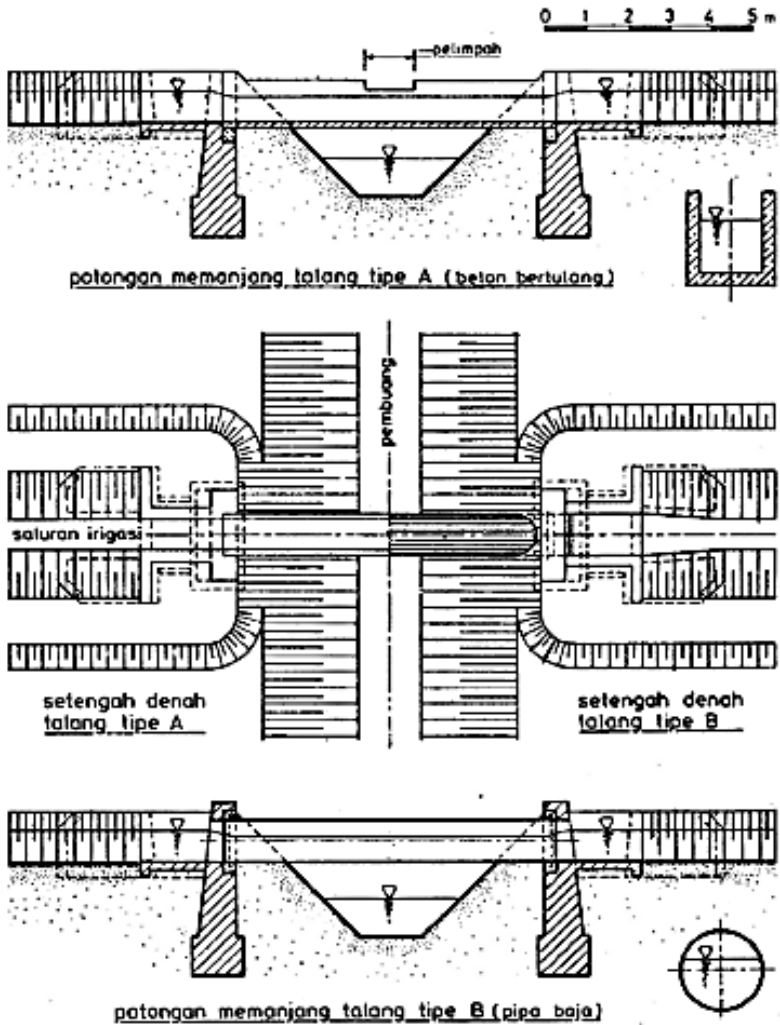
Gambar IV.15 Standar Gorong-gorong untuk Saluran Kecil

2. Talang

Talang atau *flum* adalah penampang saluran buatan dimana air mengalir dengan permukaan bebas, yang dibuat melintas cekungan, saluran, sungai, jalan atau sepanjang lereng bukit. Bangunan ini dapat didukung dengan pilar atau konstruksi lain. Talang atau *flum* dari baja dan beton dipakai untuk membawa debit kecil.

Untuk saluran-saluran yang lebih besar dipakai talang beton atau baja. Talang-talang itu dilengkapi dengan peralihan masuk dan keluar. Mungkin diperlukan lindungan terhadap gerusan pada jarak-jarak dekat di hilir bangunan, hal ini bergantung pada kecepatan dan sifat-sifat tanah.

Tergantung pada kehilangan tinggi energi tersedia serta biaya pelaksanaan, potongan talang direncana dengan luas yang sama dengan luas potongan saluran, hanya dimensinya dibuat sekecil mungkin. Kadang-kadang pada talang direncana bangunan pelimpah kecil guna mengatur muka air dan debit di hilir talang. Bangunan itu dapat dibuat dari beton atau pipa baja.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06,
 Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.16 Talang

3. Sipon

Sipon dipakai untuk mengalirkan air lewat bawah jalan, melalui sungai atau saluran pembuang yang dalam. Aliran dalam sipon mengikuti prinsip aliran dalam saluran tertutup. Antara saluran dan sipon pada pemasukan dan pengeluaran diperlukan peralihan yang cocok. Kehilangan tinggi energi pada sipon meliputi kehilangan akibat gesekan, dan kehilangan pada tikungan sipon serta kehilangan air pada peralihan masuk dan keluar. Agar sipon dapat berfungsi dengan baik, bangunan ini tidak boleh dimasuki udara. Mulut sipon sebaiknya dibawah permukaan air hulu dan mulut sipon di hilir dan hilir agar dibuat *streamlines*. Kedalaman air di atas sisi atas sipon (air perapat) dan permukaan air bergantung kepada kemiringan dan ukuran sipon.

Sipon dapat dibuat dari baja atau beton bertulang. Sipon harus dipakai hanya untuk membawa aliran saluran yang memotong jalan atau saluran pembuang dimana tidak bisa dipakai gorong-gorong, jembatan atau talang. Pada sipon, kecepatan harus dibuat setinggi-tingginya sesuai dengan kehilangan tinggi energi maksimum yang diizinkan. Hal ini tidak akan memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur. Sipon sangat membutuhkan fasilitas pemeliharaan yang memadai dan hal-hal berikut harus diperhatikan:

- a. Sedimen dan batu-batu yang terangkut harus dihentikan sebelum masuk dan menyumbat sipon, ini dilakukan dengan membuat kantong yang dapat dikosongkan/dibersihkan secara berkala.
- b. Menyediakan prasarana pemeliharaan hingga bagian terbawah pipa pun dapat dicapai, seperti cerobong (*shaft*).

Penggunaan sipon di petak tersier tidak menguntungkan karena biaya pelaksanaan dan pemeliharaan yang tinggi serta besarnya kehilangan tinggi energi yang diperlukan, jadi

seharusnya dihindari. Penyesuaian *layout* dan perencanaan saluran (misal pemecahan petak tersier) harus dijabaki lebih dulu.

4. Jembatan Sipon

Jembatan sipon adalah saluran tertutup yang bekerja atas dasar tinggi tekan dan dipakai untuk mengurangi ketinggian bangunan pendukung diatas lembah yang dalam.

5. Flum (Flume)

Ada beberapa tipe flum yang dipakai untuk mengalirkan air irigasi melalui situasi-situasi medan tertentu, misalnya:

- Flum tumpu (*bench flume*), untuk mengalirkan air di sepanjang lereng bukit yang curam.
- Flum elevasi (*elevated flume*), untuk menyeberangkan air irigasi lewat di atas saluran pembuang atau jalan air lainnya.
- Flum, dipakai apabila batas pembebasan tanah (*right of way*) terbatas atau jika bahan tanah tidak cocok untuk membuat potongan melintang saluran trapesium biasa.

Flum mempunyai potongan melintang berbentuk segi empat atau setengah bulat. Aliran dalam flum adalah aliran bebas.

6. Saluran Tertutup

Saluran tertutup dibuat apabila trase saluran terbuka melewati suatu daerah dimana potongan melintang harus dibuat pada galian yang dalam dengan lereng-lereng tinggi yang tidak stabil. Saluran tertutup juga dibangun di daerah-daerah permukiman dan di daerah-daerah pinggiran sungai yang terkena luapan banjir. Bentuk potongan melintang saluran tertutup atau saluran gali dan timbun adalah segi empat atau bulat. Biasanya aliran didalam saluran tertutup adalah aliran bebas.

7. Terowongan

Terowongan dibangun apabila keadaan ekonomi/anggaran memungkinkan untuk saluran tertutup guna mengalirkan air melewati bukit-bukit dan medan yang tinggi. Biasanya aliran didalam terowongan adalah aliran bebas.

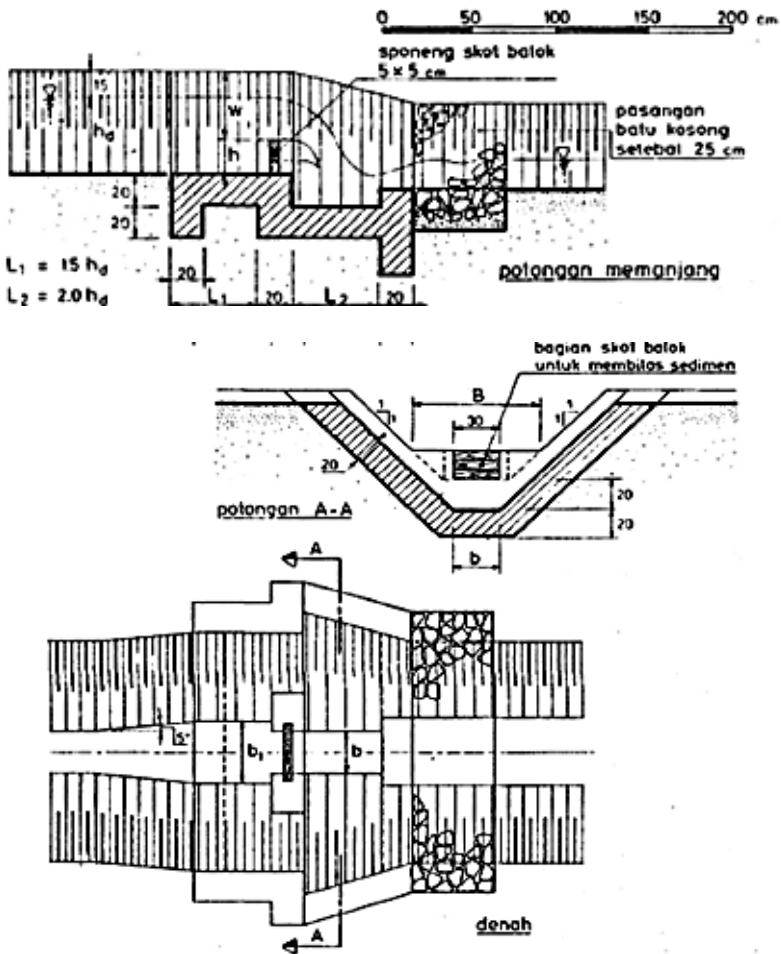
8. Pasangan

Saluran tersier sebaiknya diberi pasangan bila kehilangan air akibat perkolasi akan tinggi atau kemiringan tanah lebih dan 1,0 sampai 1,5%. Dengan pasangan kemiringan saluran dapat diperbesar. Biaya pelaksanaan akan menentukan apakah saluran akan diberi pasangan, atau apakah akan digunakan bangunan terjun. Pasangan juga bermanfaat untuk mengurangi kehilangan air akibat rembesan atau memantapkan stabilitas tanggul.

Saluran irigasi kuarter tidak pernah diberi pasangan karena para petani diperbolehkan mengambil air dari saluran ini. Saluran pembuang juga tidak diberi pasangan. Tebal lining beton biasanya berkisar antara 7 - 10 cm. Pasangan batu atau bata merah biasanya lebih murah, apalagi jika tersedia tenaga kerja dan bahan-bahannya (batu kali) bisa diperoleh di daerah setempat.

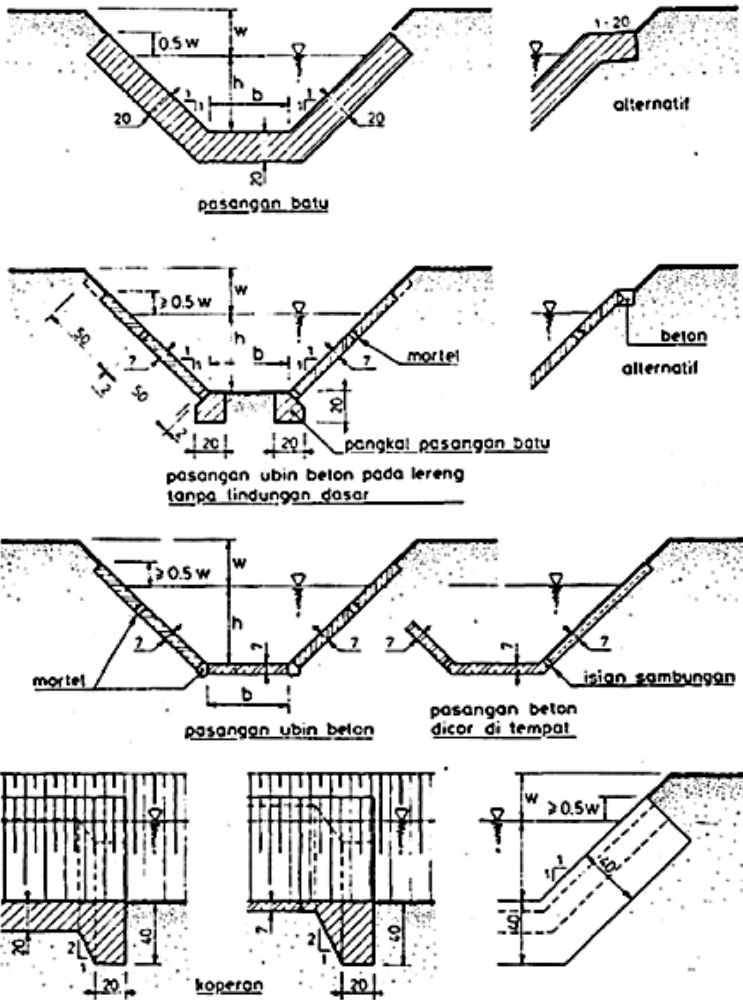
9. Bangunan Akhir

Sebagaimana disebutkan pada Subbab 5.2, bangunan akhir harus dibuat diujung saluran pembawa kuarter untuk membuang kelebihan air. Bangunan akhir berupa pelimpah yang disesuaikan dengan muka air rencana. Untuk membilas endapan, bangunan itu dilengkapi dengan skot balok.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.17 Bangunan Akhir di Saluran Kuarter



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.18 Detail Pasangan

4.4.2 BANGUNAN LINDUNG

Diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dari luar saluran.

a. Bangunan Pembuang Silang

- Gorong-gorong adalah bangunan pembuang silang yang paling umum digunakan sebagai lindungan-luar, lihat juga pasal mengenai bangunan pembawa.
- Sipon dipakai jika saluran irigasi kecil melintas saluran pembuang yang besar. Dalam hal ini, biasanya lebih aman dan ekonomis untuk membawa air irigasi dengan sipon lewat dibawah saluran pembuang tersebut.
- *Overchute* akan direncana jika elevasi dasar saluran pembuang disebelah hulu saluran irigasi lebih besar daripada permukaan air normal di saluran.

b. Pelimpah (Spillway)

Ada tiga tipe lindungan dalam yang umum dipakai, yaitu saluran pelimpah, sipon pelimpah dan pintu pelimpah otomatis. Pengatur pelimpah diperlukan tepat di hulu bangunan bagi, di ujung hilir saluran primer atau sekunder dan di tempat-tempat lain yang dianggap perlu demi keamanan jaringan. Bangunan pelimpah bekerja otomatis dengan naiknya muka air.

c. Bangunan Penggelontor Sedimen (*Sediment Excluder*)

Bangunan ini dimaksudkan untuk mengeluarkan endapan sedimen sepanjang saluran primer dan sekunder pada lokasi persilangan dengan sungai. Pada ruas saluran ini sedimen diijinkan mengendap dan dikuras melewati pintu secara periodik.

d. Bangunan Penguras (*Wasteway*)

Bangunan penguras, biasanya dengan pintu yang dioperasikan dengan tangan, dipakai untuk mengosongkan seluruh ruas saluran bila diperlukan. Untuk mengurangi tingginya biaya, bangunan ini dapat digabung dengan bangunan pelimpah.

e. Saluran Pembuang Samping

Aliran buangan biasanya ditampung di saluran pembuang terbuka yang mengalir paralel di sebelah atas saluran irigasi. Saluran-saluran ini membawa air ke bangunan pembuang silang atau, jika debit relatif kecil dibanding aliran air irigasi ke dalam saluran irigasi itu melalui lubang pembuang.

f. Saluran Gendong

Saluran gendong adalah saluran drainase yang sejajar dengan saluran irigasi, berfungsi mencegah aliran permukaan (*run off*) dari luar areal irigasi yang masuk ke dalam saluran irigasi. Air yang masuk saluran gendong **dialirkan keluar ke saluran alam atau drainase yang terdekat.**

4.4.3 JALAN DAN JEMBATAN

Layout petak tersier juga mencakup perencanaan jalan inspeksi dan jalan petani.

a. Jalan Inspeksi

Jalan-jalan inspeksi diperlukan untuk inspeksi, operasi, dan pemeliharaan jaringan irigasi dan pembuang oleh Dinas Pengairan. Masyarakat boleh menggunakan jalan-jalan inspeksi ini untuk keperluan-keperluan tertentu saja. Biasanya jalan inspeksi terletak di sepanjang sisi saluran irigasi. Apabila saluran dibangun sejajar dengan jalan umum didekatnya, maka tidak diperlukan jalan inspeksi di sepanjang ruas saluran tersebut.

Operasi dan pemeliharaan saluran dan bangunan di dalam petak tersier membutuhkan jalan inspeksi di sepanjang saluran irigasi sampai ke boks bagi yang terletak paling ujung/hilir. Karena kendaraan yang dipakai oleh ulu-ulu dan para pembantunya adalah sepeda atau sepeda motor, maka lebar jalan inspeksi diambil sekitar 1,5 - 2,0 m.

Jalan inspeksi untuk saluran tersier dibangun dengan lapisan dasar dan kerikil setebal 0,20 m supaya cukup kuat. Kerikil terbaik untuk pembuatan jalan adalah bahan aluvial alamiah yang dipilih dari sungai yang mengalir di daerah proyek.

Jalan inspeksi untuk saluran tersier dapat juga dibangun dengan lapisan dasar dari sirtu dan/atau Lapis Pondasi Agregat Kelas B setebal 0.20 m supaya kuat.

Batu-batu bongkah yang terlalu besar atau kerikil bergradasi jelek hendaknya dihindari. Di daerah-daerah datar atau rawa-rawa sebaiknya tinggi jalan diambil 0,3 - 0,5 m di atas tanah di sekelilingnya.

b. Jalan Petani

Jalan petani perlu dilengkapi di tingkat jaringan tersier dan kuarter sepanjang itu memang diperlukan dan disetujui oleh petani setempat, karena di lapangan banyak ditemukan jalan petani yang rusak atau tidak ada sama sekali sehingga akses petani dari dan ke sawah menjadi terhambat, terutama untuk petak sawah yang paling ujung.

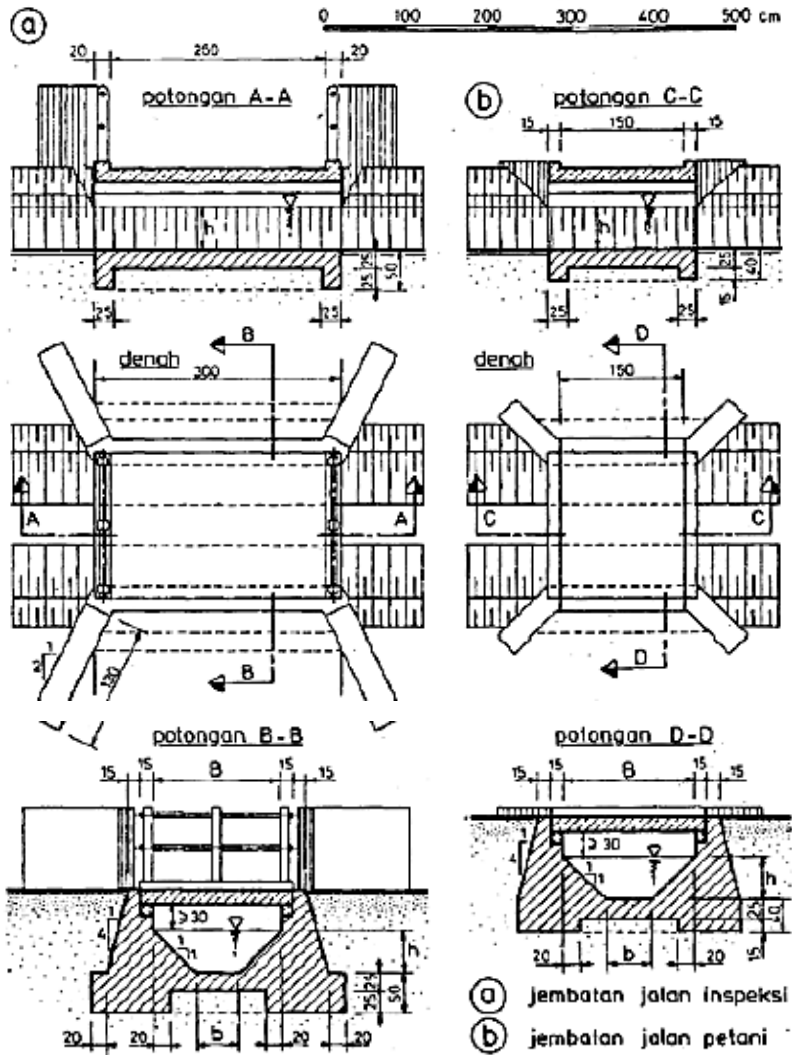
Lebar jalan petani sebaiknya diambil 1,5 m agar dapat dilewati alat-alat mesin yang mungkin akan digunakan di proyek. Jika pemasukan peralatan mesin tidak akan terjadi dalam waktu dekat, maka lebar jalan petani sebaiknya diambil 1,0 m. Akan tetapi lebar minimum jembatan orang dianjurkan untuk diambil 1,5 m untuk memenuhi kebutuhan angkutan di masa mendatang. Di daerah-daerah datar atau rawa-rawa, sebaiknya tinggi jalan diambil 0,5 m

di atas tanah di sekelilingnya. Jalan-jalan ini direncanakan bersama-sama dengan perencanaan saluran kuarter. Penggunaan jalan petani dan ukurannya disesuaikan dengan keinginan petani setempat.

c. Jembatan

Jembatan dibangun untuk saling menghubungkan jalan-jalan inspeksi di seberang saluran irigasi/pembuang atau untuk menghubungkan jalan inspeksi dengan jalan umum. Jembatan dipakai hanya apabila tinggi energi yang tersedia terbatas. Kriteria perencanaan berikut dianjurkan untuk jembatan:

- Jembatan tidak boleh mengganggu aliran air saluran atau pembuang didekatnya
- Pelat beton bertulang sebaiknya dibuat dari beton Mutu K-175 (tegangan lentur rencana 40 kg/cm²).
- Jika dasar saluran irigasi atau pembuang tidak diberi pasangan, maka kedalaman pangkal pondasi (abutment) sebaiknya diambil berturut-turut minimum 0,75 m dan 1,0 m dibawah dasar saluran.
- Pembebanan jembatan untuk petani dan jalan inspeksi adalah jalan Kelas IV dan peraturan pembebanan Bina Marga (No. 12/1970).
- Untuk jembatan-jembatan kecil, daya dukung maksimum pondasi tidak boleh lebih dan 2 kg/cm².



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.19 Jembatan pada Jalan Petani dan Jalan Inspeksi

4.4.4 BANGUNAN PELENGKAP LAINNYA

Tanggul-tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diperlukan disepanjang sungai disebelah hulu bendung atau disepanjang saluran primer.

Fasilitas-fasilitas operasional diperlukan untuk operasi jaringan irigasi secara efektif dan aman. Fasilitas-fasilitas tersebut antara lain meliputi antara lain: kantor-kantor di lapangan, bengkel, perumahan untuk staf irigasi, jaringan komunikasi, patok hektometer, papan eksploitasi, papan duga, dan sebagainya.

Bangunan-bangunan pelengkap yang dibuat di dan sepanjang saluran meliputi:

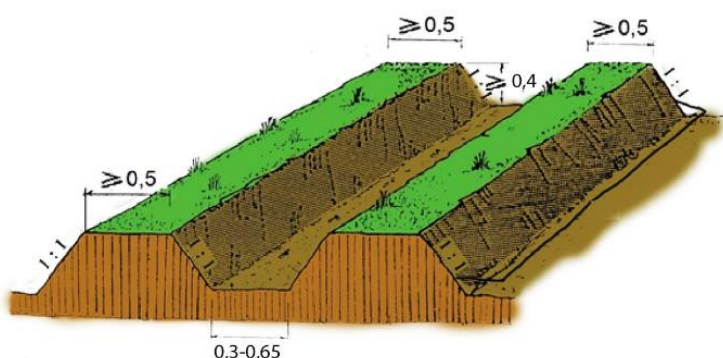
- Pagar, rel pengaman dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan-keadaan gawat;
- Tempat-tempat cuci, tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air di saluran tanpa merusak lereng;
- Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut;
- Jembatan-jembatan untuk keperluan penyeberangan bagi penduduk;
- Sanggar tani sebagai sarana untuk interaksi antar petani, dan antara petani dan petugas irigasi dalam rangka memudahkan penyelesaian permasalahan yang terjadi di lapangan. Pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta letaknya di setiap bangunan sadap/offtake.

4.5 BANGUNAN SALURAN IRIGASI

4.5.1 SALURAN TANAH

Ukuran saluran dan tanggul yang disarankan sebagai berikut:

- Lebar bagian atas tanggul minimal 0,5 m;
- Tinggi saluran tidak kurang dari 0,40 m (termasuk tinggi jagaan);
- Kemiringan dasar saluran setiap panjang 10 m diambil 1 cm;
- Kemiringan lereng tanggul 1 (tegak) : 1 (datar).



Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Gambar IV.20 Ukuran saluran berbentuk trapesium (luas areal 10 ha – 50 ha)

Tabel IV.1 Dimensi Saluran Tanah yang Disarankan

No	Luas areal yang diairi (ha)	Tinggi saluran (m)	Lebar dasar saluran (m)
1	10	0,40	0,30
2	20	0,50	0,35
3	30	0,60	0,35
4	40	0,60	0,50
5	50	0,60	0,65

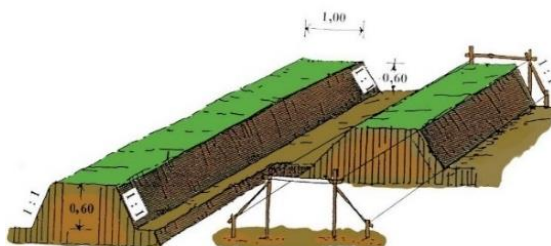
Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Cara penimbunan tanah pada tanggul saluran tanah:

1. Kupas (*stripping*) permukaan tanah sedalam ± 30 cm untuk membuang rumput, batang pohon dan akar – akar dengan menggunakan linggis, sekop, cangkul dan lain-lain;

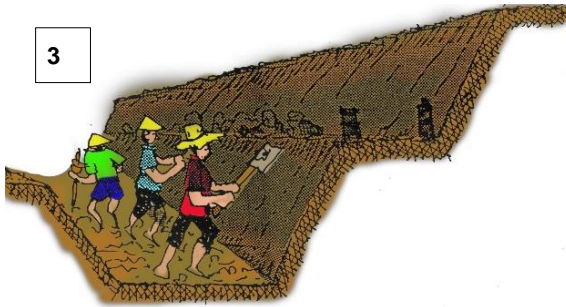


2. Setelah selesai pembersihan muka tanah, buat profil dari bambu atau kayu pada beberapa tempat setiap jarak 25 - 50 m, agar diperoleh profil berbentuk tanggul dan saluran sesuai dengan rencana;



3. Cari dan tentukan tanah yang akan digunakan sebagai bahan penimbunan sedekat mungkin dengan lokasi. Cara yang paling ekonomis dan efisien apabila tanah galian saluran dapat dipakai juga sebagai bahan timbunan (*cut and fill*);





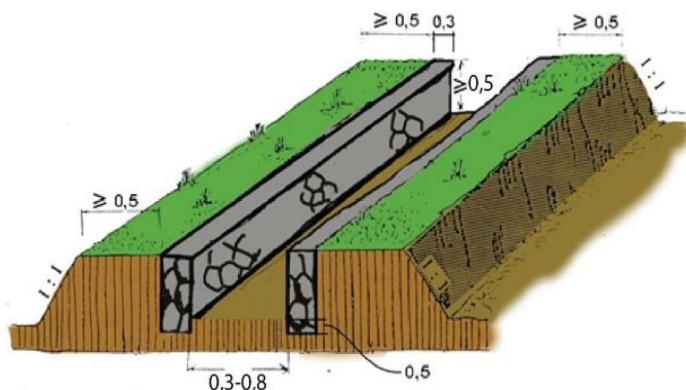
4. Lakukan penimbunan tanah lapis demi lapis dan pada arah memanjang tanggul dengan alat sederhana, yaitu: (1) timbris pohon kelapa; (2) timbris besi; (3) *hand stamper*, kemudian disiram dengan air sedikit-demi sedikit sehingga seluruh permukaan tanah terpadatkan;



5. Setelah pepadatan tanah mencapai elevasi akhir yang direncanakan, geometri tanggul dibentuk dengan cara pengupasan lereng tanggul dan pembersihan.



4.5.2 SALURAN PASANGAN BATU



Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Gambar IV.21 Saluran Irigasi Pasangan Batu (luas areal 10-50 ha)

Ukuran saluran pasangan batu yang disarankan sebagai berikut:

- Lebar bagian atas tanggul tanah minimal 0,5 m;
- Lebar pasangan batu minimal 0,3 m;
- Tinggi saluran tidak kurang dari 0,50 m (termasuk tinggi jagaan);
- Kemiringan dasar saluran setiap panjang 10 m diambil 1 cm;
- Bentuk saluran pasangan batu adalah tegak;
- Kemiringan lereng tanggul bagian luar adalah 1 (tegak) : 1 (datar).

Tabel IV.2 Dimensi Saluran Pasangan Batu yang Disarankan

No	Luas areal yang diairi	Tinggi saluran	<u>Lebar dasar saluran</u>
1	1	0,50	0,3
2	2	0,50	0,4
3	3	0,60	0,6
4	4	0,60	0,7
5	5	0,60	0,8

Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Saluran pasangan batu dibuat dengan pondasi minimal sedalam 0,30 m dan tebal 0,30 m seperti pada gambar berikut.



Sumber: Dokumentasi TIM PISEW

Gambar IV.22 Pembangunan Saluran Irigasi dengan Pasangan Batu

4.5.3 SALURAN BETON

Ukuran saluran beton yang disarankan sebagai berikut:

- Lebar bagian atas tanggul tanah minimal 0,5 m;
- Lebar beton minimal 0,15 m;
- Tinggi saluran tidak kurang dari 0,50 m (termasuk tinggi jagaan);
- Kemiringan dasar saluran setiap panjang 10 m diambil 1 cm;
- Bentuk saluran Beton adalah tegak;
- Kemiringan lereng tanggul bagian luar adalah 1 (tegak) : 1 (datar).

Tabel IV.3 Dimensi Saluran Beton yang Disarankan

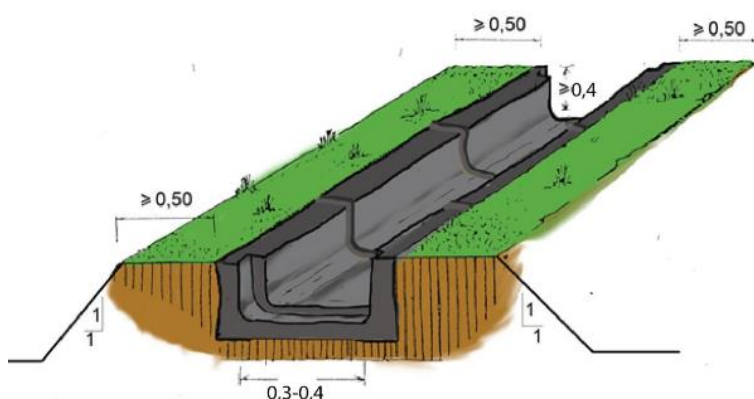
No	Luas areal yang diairi	Tinggi saluran	Lebar dasar saluran (m)
1	1	0,5	0,3
2	2	0,5	0,4
3	3	0,6	0,6
4	4	0,6	0,7
5	5	0,6	0,8

Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

4.5.4 SALURAN BETON MODULAR

Ukuran saluran beton modular yang disarankan sebagai berikut:

- Lebar bagian atas tanggul tanah minimal 0,5 m;
- Lebar beton modular minimal 0,3 m;
- Tinggi saluran tidak kurang dari 0,4 m (termasuk tinggi jagaan);
- Kemiringan dasar saluran setiap panjang 10 m diambil 1 cm;
- Bentuk saluran beton modular adalah tegak (berbentuk huruf U);
- Kemiringan lereng tanggul bagian luar adalah 1 (tegak) : 1 (datar).



Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Gambar IV.23 Saluran Irigasi Beton Modular (luas areal 10-50 ha)

Tabel IV.4 Dimensi Saluran Beton yang Disarankan

No	Luas areal yang <u>diairi</u> (ha)	Tinggi <u>saluran</u> (m)	Lebar <u>dasar saluran</u> (m)
1	10 - 30	0,40	0,30
2	30 - 50	0,50	0,40

Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Saluran dengan beton modular dapat dibuat tanpa menggunakan tanggul. Modul beton diletakkan setelah tanah di dasar saluran diratakan. Untuk mengurangi kehilangan air, bagian sambungan antar modul diisi menggunakan acian seperti berikut.



Sumber: Dokumentasi TIM PISEW

Gambar IV.24 Pembangunan Saluran Irigasi dengan Beton Modular

4.5.5 BOKS BAGI

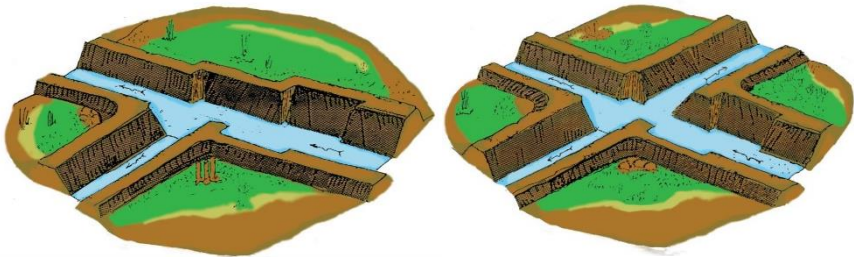
Boks bagi dibangun diantara saluran tersier dan saluran kuarter guna membagi air irigasi ke seluruh petak kuarter. Fungsi boks bagi yaitu untuk membagi air secara terus menerus atau secara rotasi.

Lebar bukaan boks minimum 0,20 m untuk mengairi daerah dengan luasan terkecil dan lebar bukaan yang lebih besar bila memungkinkan ditentukan secara proporsional terhadap luas layanannya. Elevasi ambang dan muka air harus sama untuk semua bukaan pada boks. Bentuk boks bagi ada dua macam, yaitu boks bagi untuk membagi ketiga arah dan membagi ke dua arah. Apabila

pemberian air dilakukan secara bergilir, maka boks bagi harus dilengkapi dengan pintu atau *skotbalk*.

Boks bagi dibuat menggunakan pasangan batu dengan ketentuan sebagai berikut:

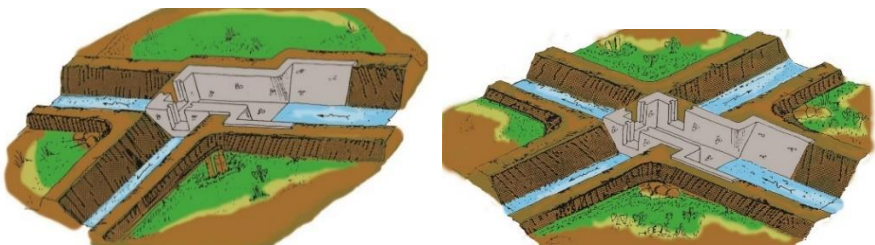
- a. Posisi boks bagi diletakkan diantara saluran tersier dan kuarter;
- b. Untuk memasang konstruksi boks bagi dari batu kali, dilakukan penggalian tanah sesuai dengan bentuk boks bagi tersebut, seperti pada gambar berikut:



Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Gambar IV.25 Penggalian Tanah untuk Boks Bagi Dua dan Tiga Arah

- c. Boks bagi dibuat berbentuk kotak;
- d. Bukaan pada boks bagi ditempatkan pada arah saluran dengan membuat ambang yang sisi-sisinya dilengkapi dengan skonning, seperti pada gambar di bawah ini:



Sumber: Panduan Pembangunan Bangunan Air Perdesaan, Pusair, Balitbang PUPR, 2016

Gambar IV.26 Boks Bagi Dua Arah dan Tiga Arah

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu, namun dalam keadaan tertentu sering dijumpai kesulitan-kesulitan dalam operasi dan pemeliharaan sehingga muncul usulan sistem proporsional berupa bangunan bagi dan sadap tanpa pintu dan alat ukur dengan syarat-syarat sebagai berikut:

1. Elevasi ambang ke semua arah harus sama;
2. Bentuk ambang harus sama agar koefisien debit sama;
3. Lebar bukaan proporsional dengan luas sawah yang diairi.

Perlu dipahami bahwa sistem proporsional tidak bisa diterapkan dalam irigasi yang melayani lebih dari satu jenis tanaman dari penerapan sistem golongan. Untuk itu, kriteria ini menetapkan agar diterapkan tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional.

1. Bangunan bagi terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
2. Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima.
3. Bangunan bagi dan sadap mungkin digabung menjadi satu rangkaian bangunan.
4. Boks-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan/atau kuarter).

Boks bagi dibangun di antara saluran-saluran tersier dan kuarter guna membagi-bagi air irigasi ke seluruh petak tersier dan kuarter. Perencanaan boks bagi harus sesuai dengan kebiasaan petani setempat dan memenuhi kebutuhan kegiatan operasi di daerah yang bersangkutan pada saat ini maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Tergantung pada air yang tersedia, boks bagi harus membagi air secara terus-menerus (proporsional) dan secara rotasi; Pembagian air secara proporsional dapat dicapai jika lebar

bukaan proporsional dengan luas daerah yang akan diberi air oleh saluran. Elevasi ambang dan muka air diatas ambang harus sama untuk semua bukaan pada boks.

Untuk pemberian air secara rotasi, boks dilengkapi dengan pintu yang dapat menutup bukaan jika diperlukan. Pintu itu hendaknya diberi gembok agar tidak dioperasikan oleh orang yang tak berwenang membagi air.

Pada jaringan irigasi di mana keadaan medan hampir rata, perbedaan antara muka air maksimum di hulu bangunan sadap tersier dan elevasi sawah yang akan diairi sangat kecil. Ada sebagian sawah yang tidak bisa diairi dengan jaringan irigasi tersier bila boks bagi direncana untuk aliran moduler dan saluran direncana dengan kemiringan memanjang yang diperlukan. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini, cara-cara yang dapat ditempuh antara lain:

- Menaikkan muka air di saluran primer atau sekunder (misalnya dengan membuat ambang atau pengatur melalui bangunan pengatur);
- Merencana dan membuat bangunan sadap tersier baru di hulu bangunan sadap yang sudah ada agar daerah-daerah tinggi dapat diberi air;
- Mengurangi kemiringan di saluran tersier dan kuarter;
- Merencana boks bagi tersier dan kuarter untuk aliran nonmoduler;
- Pemilihan alat pengukur/pengatur yang memerlukan kehilangan tinggi energi yang lebih kecil.

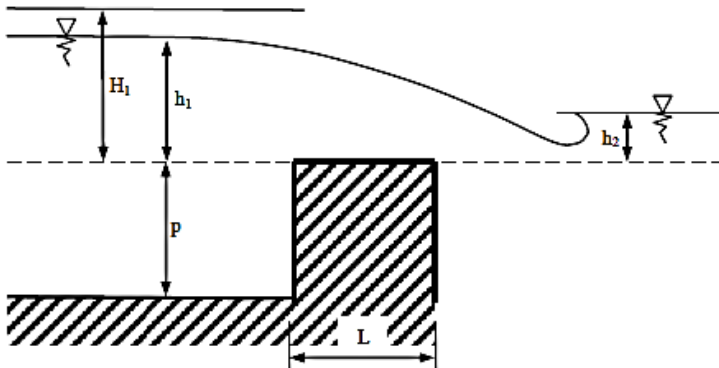
Kriteria pokok dalam perencanaan boks bagi adalah bahwa pembagian air irigasi yang diperlukan tidak terpengaruh oleh muka air di dalam boks. Distribusi aliran sebaiknya tetap konstan jika tinggi energi di hulu berubah, ini berarti bahwa harga fleksibilitas bangunan sebaiknya satu.

1. Ambang

Boks bagi dan pasangan batu direncana dengan rumus untuk ambang lebar:

$$Q = C_d 1,7 b h_1^{3/2} \dots$$

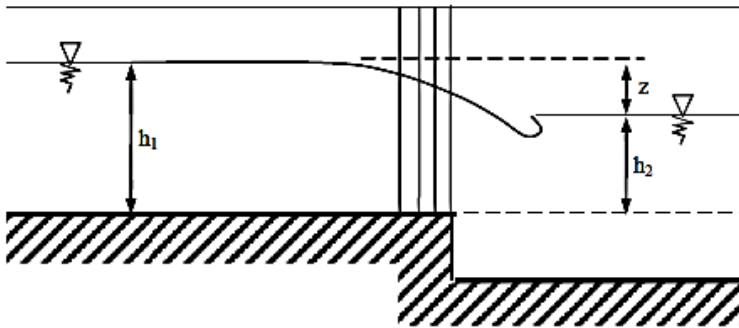
- dimana: Q = debit, m³/dt
C_d = koefisien debit = 0,85
(untuk 0,08 ≤ H₁/L ≤ 0,33)
C_v = koefisien kecepatan = 1,0
b = lebar ambang, m
h₁ = kedalaman air di hulu ambang, m
g = percepatan gravitasi = 9,8m/dt²
L = panjang ambang, m
H₁ = tinggi energi di hulu ambang, m.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.27 Boks dengan Ambang Lebar

Untuk daerah-daerah datar dimana kehilangan tinggi energi harus diambil serendah mungkin, boks bisa dibuat tanpa ambang karena alasan nonteknis: para petani merasa bahwa debit akan berkurang dengan adanya ambang, dan mereka akan membuang ambang itu.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

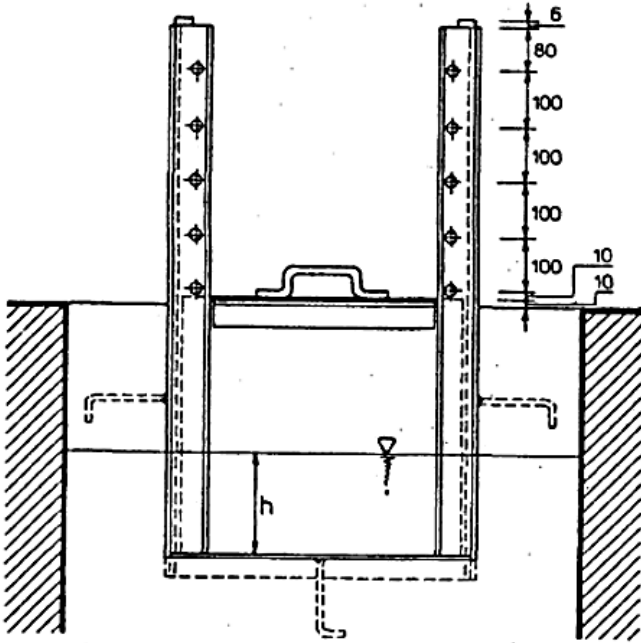
Gambar IV.28 Boks Tanpa Ambang

2. Pintu

Perencanaan boks bagi harus memenuhi persyaratan berikut guna membatasi pembagian air di petak tersier:

- Pemberian air terus-menerus
- Pemberian air secara rotasi
- Debit moduler
- Fleksibilitas 1

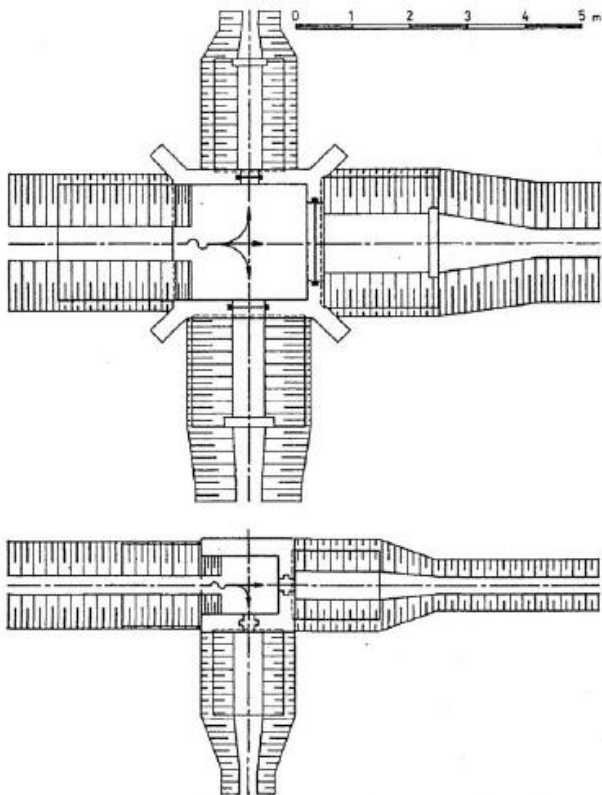
Untuk pemberian air secara terus-menerus, pembagian air yang proporsional dapat dicapai dengan cara membuat lebar bukaan proporsional dengan luas daerah yang akan diberi air oleh saluran bagian hilir. Tinggi ambang harus sama untuk semua bukaan dalam boks. Untuk pemberian air secara rotasi, boks diberi pintu yang dapat menutup seluruh atau sebagian bukaan secara bergantian.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.29 Pintu Sorong atau Pembilas

Gambar IV.30 menunjukkan layout boks bagi tersier dan kuarter untuk sistem pemberian air secara terus-menerus. Agar dapat dilakukan rotasi, bukaan dilengkapi dengan pintu pembilas. Dengan membuka atau menutup satu pintu atau lebih, air dapat dibagi-bagi secara rotasi ke seluruh petak kuarter sesuai dengan jadwal yang ditentukan sebelumnya. Untuk alasan operasi, lebar pintu maksimum dibatasi sampai 0,60 m. Jika bukaan totalnya melampaui 0,60 m maka harus dibuat dua pintu pembilas.



Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PETAK TERSIER KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.

Gambar IV.30 Layout Boks Bagi Tersier dan Kuarter

V. PENUTUP

Ketersediaan air yang dibutuhkan untuk pertanian sepenuhnya tergantung kepada tata kelola lingkungan dan manajemen sumber daya air (SDA) yang baik. Air yang melimpah tanpa adanya manajemen SDA dan saluran yang memadai, tidak akan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh petani. Pada akhirnya, kedaulatan pangan hanya akan sulit diwujudkan.

Buku saku ini kiranya dapat dimanfaatkan dengan baik oleh para pemangku kepentingan Kegiatan PISEW sebagai salah satu pedoman untuk perencanaan serta pembangunan saluran irigasi dan drainase. Disamping itu, koordinasi dengan Balai Wilayah Sungai atau Dinas Pengairan setempat mutlak dilakukan agar pembangunan atau peningkatan kualitas saluran irigasi melalui Kegiatan PISEW ini berfungsi optimal.

BUKU SAKU
PETUNJUK KONSTRUKSI INFRASTRUKTUR DRAINASE DAN IRIGASI
INFRASTRUKTUR BERBASIS MASYARAKAT
DIREKTORAT PENGEMBANGAN KAWASAN
PERMUKIMAN (PISEW DAN KOTAKU)
TAHUN 2022

PENGARAH

J. Wahyu Kusumosusanto

KONTRIBUTOR

Valentina

Winda Laksana

Haris Pujogiri

Aris M. Budiawan

Eko Priantono

Roofy Reizkapuni

Ade Prasetyo K.

Iriyanti Najamuddin

Azwar Aswad Harahap

Pipit Prayogo

Alifiah Devi Rahmawati

Diterbitkan oleh

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat

Direktorat Jenderal Cipta Karya

Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman

Download Buku:

