

THESIS

**ANALISIS KEHILANGAN AIR IRIGASI SALURAN
SEKUNDER PADA DAERAH IRIGASI DAKAINO**

IRVAN HAMID

D012171028



PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

**ANALISIS KEHILANGAN AIR IRIGASI SALURAN
SEKUNDER PADA DAERAH IRIGASI DAKAINO**

Thesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Sipil

Disusun dan Diajukan Oleh

IRVAN HAMID

D012171028

Kepada

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

TESIS

ANALISIS KEHILANGAN AIR IRIGASI SALURAN SEKUNDER PADA DAERAH IRIGASI DAKAINO

Disusun dan diajukan oleh:

IRVAN HAMID

Nomor Pokok D012171028

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 6 Oktober 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng

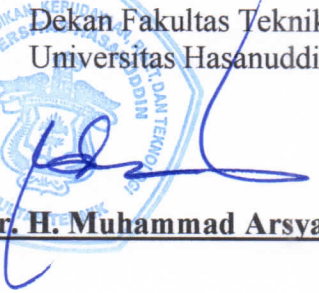
Ketua


Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, S.T., M.T

Sekretaris

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil

Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, S.T., M.T.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irvan Hamid

Nomor Mahasiswa : D012171028

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat di buktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 28 September 2021

Yang menyatakan



Irvan Hamid

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Sekunder Pada Daerah Irigasi Dakaino”**. Penelitian ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program studi S2 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan penelitian ini tidak akan terlaksana sebagaimana yang diharapkan tanpa adanya bantuan, arahan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenalkan penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng Rita Irmawaty, ST., MT. selaku Dosen Penasehat Akademik dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng. yang telah membimbing penulis dalam penulisan penelitian.
4. Bapak Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT. yang telah membimbing penulis dalam penulisan penelitian.

5. Para Dosen dan Staf yang telah membantu dan membimbing penulis selama mengikuti pendidikan pada Program Studi S2 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
6. Ayahanda H. Abdul Hamid dan Ibunda Hj. Rinawati yang terus memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi S2 Universitas Hasanuddin khususnya Angkatan 2017 Jurusan Teknik Sipil Konsentrasi Keairan dan semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materiil maupun immateriil.

Penulis berharap kiranya Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari segala pihak yang telah bersedia membantu penulis. Akhirnya dengan segenap kerendahan hati, penulis mengharapkan agar kiranya tulisan ini dapat menjadi salah satu bahan pembelajaran dan peningkatan kualitas pendidikan di Fakultas Teknik ke depannya, Amin.

Makassar, 28 September 2021

Penulis

Irvan Hamid

ABSTRAK

Irvan Hamid. Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Sekunder pada Daerah Irigasi Dakaino (dibimbing oleh **Muhammad Saleh Pallu** dan **Mukhsan Putra Hatta**).

Saluran D.I. dakaino terbagi atas 2 jenis, yaitu saluran pasangan batu dengan panjang 1848 m dan saluran beton pracetak dengan Panjang 617 m. Saluran beton pracetak ini pada dasarnya sama seperti beton bertulang biasa akan tetapi proses produksi dilakukan ditempat khusus produksi pracetak, kemudian dibawa ke lokasi proyek untuk disusun menjadi satu kesatuan struktur yang utuh, oleh karena diproduksi dengan standar kualitas yang baik, maka produk saluran beton pracetak ini sangatlah baik dari segi kekasaran permukaan. Dalam proses pengerjaan di lapangan saluran beton pracetak lebih menguntungkan karena beton pracetak dibuat secara pabrikasi dan tinggal di pasang di lokasi proyek, berbeda halnya dengan saluran pasangan batu yang proses pengerjaannya masih menggunakan metode konvensional.

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan pengukuran lapangan, rumus empiris dan simulasi dengan menggunakan HEC-RAS, parameter yang menjadi pembanding dalam tiap analisa antara lain ada tinggi muka air, debit pada saluran, kekasaran saluran, kehilangan energi pada saluran dan efisiensi

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan diketahui nilai manning untuk saluran beton pracetak adalah 0.011 dan saluran pasangan batu adalah 0.048. analisa Kehilangan Energi air karena gesekan dan belokan pada saluran Beton Pracetak diketahui Kehilangan Energi air sebesar 0.39 meter dari panjang saluran 617 meter sedangkan pada saluran pasangan batu dengan panjang 1848 meter diketahui terdapat Kehilangan Energi air sebesar 19.84 meter. Pasangan batu memiliki kehilangan energi yang besar karena kekasaran saluran pasangan batu juga besar berbanding terbalik dengan saluran beton pracetak. Bentuk permukaan yang kasar akan memberikan kehilangan energi yang besar karena mempunyai nilai tahanan yang besar dan sebaliknya dengan bentuk permukaan yang halus kehilangan energi cukup kecil. Dari pengukuran di lapangan, terdapat kehilangan air sebesar 0.03 m³/det pada saluran Beton Pracetak sepanjang 617 meter, Sedangkan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.0000323 m³/det, sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 m terdapat kehilangan air sebesar 0,07 m³/det dan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.0000126 m³/det. Efisiensi saluran di D.I. Dakaino, dari hasil tersebut diketahui efisiensi saluran beton pracetak sepanjang 617 meter adalah 66.39% sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 meter diketahui efisiensinya adalah 66.87%.

Kata Kunci: Saluran Beton Pracetak, saluran pasangan batu, kehilangan energi, kehilangan air, evaporasi

ABSTRACT

Irvan Hamid. Analysis of Secondary Irrigation Water Loss in the Dakaino Irrigation Area (supervised by **Muhammad Saleh Pallu** and **Mukhsan Putra Hatta**).

D.I drains divided into 2 types, namely, masonry drain with a length of 1848 meters and precast concrete drain with a length of 617 meters. Precast concrete drain is basically same as the usual boned concrete, but the production process is carried out in the particular location for precast production, then brought to the project site to be assembled into a unified whole structure, because it is produced with good quality standards, this precast concrete drain product is very good in terms of surface roughness. In the process of working in the field, precast concrete drains are more profitable because precast concrete is made in a factory and lives in pairs at the project site, in contrast to the masonry drain, where the process is still using conventional methods.

This research is conducted by comparing the field measurement, empiric formula and simulation by using HEC-RAS, parameters that are compared in each analysis include water level, discharge in the drain, roughness of the drain, loss of energy in the drain and efficiency.

Based on the results of field measurements, it is known that the manning value for precast concrete drain is 0.011 and masonry drain is 0.048. Analysis of Water Energy Loss due to friction and bends in the Precast Concrete drain is known to have a water energy loss of 0.39 meters from a drain length of 617 meters, while in a masonry drain with a length of 1848 meters it is known that there is a water energy loss of 19.84 meters. The masonry has a large loss of energy because the roughness of the masonry drain is also inversely proportional to the precast concrete drain. A rough surface shape will provide a large energy loss because it has a large resistance value and vice versa with a smooth surface shape the energy loss is quite small. measurements in the field, there is a water loss of 0.03 m³/s in the Precast Concrete drain with a length of 617 meters, while from the results of empirical analysis the water loss due to evaporation is 0.00000323 m³/s, while in the masonry drain along 1848 m there is a water loss of 0.07 m³/s and from the results of empirical analysis the water loss due to evaporation is 0.0000126 m³/s. Drain efficiency in D.I. Dakaino, from these results it is known that the efficiency of the 617 meter long precast concrete drain is 66.39% while the 1848 meter masonry drain is known to have 66.87% efficiency.

Keywords: Precast concrete drain, masonry drain, loss of energy, water loss, evaporation

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	1
2.1. Saluran Irigasi.....	1
2.2. Bentuk Saluran	4
2.3. Geometri Saluran.....	6
2.4. Kekasaran saluran.....	8
2.5. Debit Aliran	9
2.6. Kehilangan Debit Air	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	17
3.3. Metode Penelitian	18
3.4. Bagán Alir Penelitian.....	24
BAB IV HASILDAN PENELITIAN	25
4.1. Desain Dasar Saluran Sekunder Daerah Irigasi Dakaino	25
4.2. Kebutuhan Air Di Petak Sawah.....	25
4.3. Debit Rencana Saluran.....	26
4.4. Saluran Pembawa	27
4.5. Debit Sesaat	28
4.6. Data Klimatologi.....	35
4.7. Analisa Hidraulika Saluran Irigasi Beton Pracetak D.I. Dakaino.....	36
4.8. Analisa Hidraulika Saluran Irigasi Pasangan Batu D.I. Dakaino.....	43
4.9. Simulasi HEC RAS	50

4.10.	Validasi Data.....	53
4.11.	Nilai kekasaran Manning	54
4.12.	Kehilangan debit air di saluran D.I Dakaino	58
4.13.	Kehilangan Energi air pada saluran di D.I. Dakaino ..	60
4.14.	Efisiensi saluran di D.I. Dakaino	61
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1.	Kesimpulan	62
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bentuk-bentuk umum saluran terbuka dan fungsinya	5
Tabel 2.2 Nilai yang diusulkan Manning	8
Tabel 4.1 Cara pengukuran kecepatan.....	32
Tabel 4.2 Pengukuran Debit Sesaat di awal Saluran Sekunder dengan beton pracetak Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 8 Juli 2021 Pukul 8.58 WITA.	34
Tabel 4.3 Pengukuran Debit Sesaat di akhir Saluran Sekunder dengan beton pracetak Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 8 Juli 2021 Pukul 9.30 WITA.	34
Tabel 4.4 Pengukuran Debit Sesaat di awal Saluran Sekunder dengan pasangan batu di Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 7 Juli 2021 Pukul 10.43 WITA.	34
Tabel 4.5 Pengukuran Debit Sesaat di akhir Saluran Sekunder dengan pasangan batu di Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 7 Juli 2021 Pukul 10.43 WITA.	35
Tabel 4.6 Data Klimatologi rata-rata Stasiun Meteorologi Tutiling pada tanggal 7 dan 8 Juli 2021	35
Tabel 4.7 Perhitungan evaporasi D.I Dakaino pada tanggal 7 Juli 2021 di saluran beton pracetak.....	39
Tabel 4.8 Perhitungan evaporasi D.I Dakaino pada tanggal 8 Juli 2021 di saluran pasangan batu.....	46
Tabel 4.9 Perbandingan Simulasi HEC-RAS dan rumus empiris debit sesaat pada saluran beton pracetak	54
Tabel 4.10 Perbandingan Simulasi HEC-RAS dan rumus empiris debit sesaat pada saluran pasangan batu	54
Tabel 4.11 Koefisien Manning Untuk Berbagai Bahan Dinding Saluran	56

Tabel 4.12 Perbandingan nilai kekasaran manning dengan referensi Koefisien Manning Untuk Berbagai Bahan Dinding Saluran (Triatmojo B.,1993)	56
Tabel 4.13 Efisiensi saluran D.I. Dakaino berdasarkan pengukuran lapangan	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unsur geometris penampang saluran berbentuk trapesium	7
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Halmahera Timur.....	16
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian pada Daerah Irigasi Dakaino	17
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Pengukuran Geometri Saluran dan Debit pada saluran irigasi D.I. Dakaino.....	29
Gambar 4.2 Peta Lokasi pengukuran debit sesaat Saluran Irigasi D.I Dakaino.....	29
Gambar 4.3 Titik pengambilan kecepatan aliran pada penampang Melintang saluran	31
Gambar 4.4 Geometri Saluran Beton Pracetak D.I. Dakaino.....	36
Gambar 4.5 Lengkung Debit Awal Saluran (STA 0) saluran beton pracetak D.I. Dakaino	41
Gambar 4.6 Lengkung Debit Akhir Saluran (STA 0+617) saluran beton pracetak D.I. Dakaino	41
Gambar 4.7 Penampang Memanjang Saluran Beton Pracetak D.I Dakaino.....	42
Gambar 4.8 Geometri Saluran Pasangan Batu D.I. Dakaino.....	43
Gambar 4.9 Lengkung Debit Awal Saluran (STA 0) saluran pasangan batu D.I. Dakaino	48
Gambar 4.10 Lengkung Debit Akhir Saluran (STA 1+848) saluran pasangan batu D.I. Dakaino	48
Gambar 4.11 Penampang Memanjang Saluran Pasangan Batu D.I Dakaino.....	49
Gambar 4.12 Profil memanjang saluran beton pracetak dari simulasi HEC-RAS.....	51

Gambar 4.13 Profil Saluran Beton Pracetak pada awal saluran (STA 0+000)	51
Gambar 4.14 Profil Saluran Beton Pracetak pada awal saluran (STA 0+617)	51
Gambar 4.15 Penampang memanjang saluran Pasangan batu	52
Gambar 4.16 Profil Saluran Pasangan Batu pada awal saluran Sta 0.	53
Gambar 4.17 Profil Saluran Pasangan Batu pada akhir saluran Sta 1+848.....	53
Gambar 4.18 Kondisi saluran pasangan batu pada saluran D.I. Dakaino dengan kondisi lining yang mengalami pelepasan butir..	57
Gambar 4.19 Grafik kehilangan air pada saluran beton pracetak berdasarkan hasil pengukuran di lapangan	58s

BAB I

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan pengambilan, pembagian, pemberian, dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan saluran dan pembangunan berupa jaringan irigasi.

Saluran yang mengalir pada kondisi bebas yang diakibatkan oleh gravitasi disebut saluran terbuka. Saluran dibagi menjadi dua yaitu saluran alam dan saluran buatan. Saluran alam adalah saluran yang terbentuk akibat pengaruh secara alamiah di bumi. Seperti kelokan sungai yang ada di pegunungan, di sungai kecil, dan sungai besar sampai ke muara sungai. Saluran buatan merupakan saluran buatan manusia yang bertujuan untuk mempermudah pengaliran air sesuai dengan kepentingan tertentu. Saluran buatan memiliki penampang yang teratur dan lebih mudah dianalisa dibandingkan dengan saluran alami. Saluran buatan juga meliputi saluran pracetak yang menggunakan beton (Sudjarwadi.1987)

Air yang mengalir dari saluran primer menuju ke sawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air

berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Sedangkan kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang digunakan. (Wusunahardja.1991).

Besarnya kehilangan air pada saluran selain dipengaruhi oleh musim, jenis tanah, keadaan dan panjang saluran juga dipengaruhi oleh karakteristik saluran, diantaranya kekasaran saluran. Sistem penyaluran air ke areal persawahan menggunakan saluran tanah, dan mengakibatkan rendahnya efisiensi pengairan. Pendugaan besarnya kehilangan air pada saluran merupakan langkah awal dalam usaha pemanfaatan air secara efisiensi (Wiganti, 2006).

Saluran D.I. dakaino terbagi atas 2 jenis, yaitu saluran pasangan batu dengan panjang 1848 m dan saluran beton pracetak dengan Panjang 617 m. Saluran beton pracetak ini pada dasarnya sama seperti beton bertulang biasa akan tetapi proses produksi dilakukan ditempat khusus produksi pracetak, kemudian dibawa ke lokasi proyek untuk disusun menjadi satu kesatuan struktur yang utuh, oleh karena diproduksi dengan standar kualitas yang baik, maka produk saluran beton pracetak ini sangatlah baik dari segi kekasaran permukaan. Dalam proses pengerjaan di lapangan saluran beton pracetak lebih menguntungkan karena beton pracetak dibuat secara pabrikasi dan tinggal di pasang di lokasi proyek, berbeda halnya dengan saluran pasangan batu yang proses pengerjaannya masih menggunakan metode konvensional.

Sehingga, penulis merasa perlu dilakukan penelitian tentang “Kehilangan Air Akibat Perubahan Kekasaran Saluran pada Daerah Irigasi Dakaino”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa besar kehilangan debit air yang terjadi akibat perubahan kekasaran saluran pada Daerah Irigasi Dakaino?
2. Bagaimana hubungan antara kekasaran saluran dengan kehilangan debit air pada saluran sekunder Daerah Irigasi Dakaino?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai kekasaran manning pada saluran D.I. Dakaino.
2. Menganalisis Kehilangan Energi air pada saluran D.I. Dakaino.
3. Menganalisis besarnya kehilangan debit air yang terjadi pada saluran D.I. Dakaino.
4. Mengetahui Efisiensi saluran Daerah Irigasi Dakaino.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang bertujuan menganalisis hubungan antara perubahan kekasaran saluran dengan

kehilangan debit air pada saluran sekunder Daerah Irigasi Dakaino .

Adapun manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

1. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan kehilangan debit air akibat kekasaran saluran.
2. Sebagai referensi untuk pengembangan inovasi jenis saluran yang variatif dan efektif mereduksi kehilangan debit air irigasi sehingga pemanfaatannya dapat lebih efektif.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan terhadap kehilangan air pada saluran sekunder Daerah Irigasi Dakaino perlu dibatasi agar dapat lebih terarah, sehingga fokus penelitian ini adalah :

1. Penelitian yang dilakukan berbentuk uji eksperimen di lapangan.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada saluran sekunder di Daerah Irigasi Dakaino.
3. Penelitian ini hanya menganalisis dua jenis saluran yaitu beton K225 dan pasangan batu.
4. Penelitian ini tidak melakukan kajian terhadap kualitas air sungai.
5. Penelitian ini tidak membahas sedimentasi pada saluran.
6. Penelitian ini tidak membahas tata guna lahan, dan bangunan pelengkap.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah tulisan ini, sistematika penulisan tesis yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan sehingga produk yang dihasilkan lebih sistematis sehingga susunan tesis ini dapat diurutkan yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini, memberikan gambaran tentang pentingnya masalah ini diangkat sebagai sebuah penelitian S2. Pokok-Pokok bahasan dalam bab ini adalah latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan dari penelitian ini, manfaat dari penelitian ini, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, memberikan gambaran tentang saluran terbuka, Geometri saluran, bentuk saluran, debit aliran, kecepatan aliran, kekasaran saluran, kerangka pikir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, bagan alir penelitian, uji coba alat, pengukuran dan pengambilan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil penelitian diantaranya adalah hasil pengolahan data dan analisis data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian.

BAB II

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Saluran Irigasi

Jaringan irigasi yaitu prasarana irigasi yang pada pokoknya terdiri dari bangunan dan saluran pemberi pengairan beserta perlengkapannya, dan berdasarkan pengelolaannya dikenal dengan jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier. Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi, mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya. Secara hirarki, jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan utama meliputi bangunan, saluran primer dan saluran sekunder.

Bangunan utama dimaksudkan sebagai penyadap dari suatu sumber air untuk dialirkan ke seluruh daerah irigasi yang dilayani. Berdasarkan sumber airnya, bangunan utama dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori,

1. Bendung tetap,
2. Bendung gerak,
3. Pengambilan bebas,
4. Waduk, dan
5. Stasiun pompa.

Di dalam perencanaan saluran-saluran irigasi, akan dijumpai perhitungan dimensi dan kemiringan dasar saluran dengan cara pendekatan-pendekatan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan bentuk saluran yang stabil, murah dan memenuhi persyaratan hidrolis. Rumus-rumus pendekatan didasarkan atas percobaan ataupun penelitian dalam jangka waktu yang lama. Sebagai contoh, salah satu penelitian untuk mendapatkan kecepatan aliran yang optimum, telah dilakukan oleh Steevensz dengan rumus $V = 0,45 \times Q \times 0,225$, dimana Q = debit aliran dalam m³/detik (Chouw, 1992). Fortier dan Scobey juga membuat daftar kecepatan maksimal untuk berbagai jenis tanah atau lahan dengan debit yang direncanakan. Ada lagi pendekatan lain, dengan membatasi kecepatan aliran tidak lebih dari 0,75 m/detik agar rumput-rumput tidak tumbuh, atau kecepatan aliran tidak lebih dari 0,40 m/detik agar nyamuk-nyamuk tidak berkembang (Robert Ch., 1992).

Di Indonesia pendekatan-pendekatan telah dibuat sebagai standar perencanaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pengairan, Kementerian Pekerjaan Umum dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi tahun 1980.

Standar perencanaan yang digunakan dalam merencanakan saluran irigasi adalah standar irigasi yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Pengairan Kementerian Pekerjaan Umum, dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, edisi Tahun 2013. Selain dari pada itu juga digunakan kriteria dari sumber-sumber lain yang terdapat dalam literatur-

literatur. Berikut ini kriteria perencanaan untuk saluran primer, sekunder, tersier dan kuarter berdasarkan buku standar di atas.

Saluran irigasi terdiri dari tiga bagian saluran yaitu saluran irigasi primer atau induk, saluran irigasi sekunder dan saluran irigasi tersier.

1. Saluran Primer (Saluran Induk) terdiri dari beberapa bagian petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer mengambil air langsung dengan saluran penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan saluran sekunder (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).
2. Saluran Sekunder yaitu terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya 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 topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung daerah topografi daerah yang bersangkutan. Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng medan yang lebih rendah (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

3. Saluran Tersier yaitu terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan di petak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya, jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi dan jenis tanaman (Direktorat Jenderal Pengairan 1986).

2.2. Bentuk Saluran



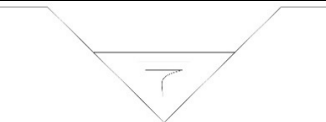
Dalam menentukan bentuk dan dimensi saluran yang akan digunakan dalam pembangunan saluran baru maupun dalam kegiatan perbaikan penampang saluran yang sudah ada, salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah ketersediaan lahan. Mungkin di daerah pedesaan membangun saluran dengan kapasitas yang besar tidak menjadi masalah karena banyaknya lahan yang kosong, tapi di daerah perkotaan yang padat tentu bisa menjadi persoalan yang berarti karena terbatasnya lahan.

Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan harus sama atau lebih besar dari debit rencana. Untuk mencegah muka air ke tepi (meluap) maka diperlukan

adanya tinggi jagaan pada saluran, yaitu jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi debit rencana.

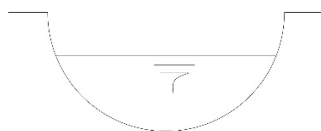
Bentuk penampang saluran pada muka tanah umumnya ada beberapa macam antara lain; bentuk trapesium, empat persegi panjang, segitiga, setengah lingkaran. Beberapa bentuk saluran dan fungsinya dijelaskan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Bentuk-bentuk umum saluran terbuka dan fungsinya

No.	Bentuk Saluran	Fungsinya
1.		<p>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.</p>
2.		<p>Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil.</p>
3.		<p>Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan</p>

limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.

4.



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.

Sumber : Das, 1988

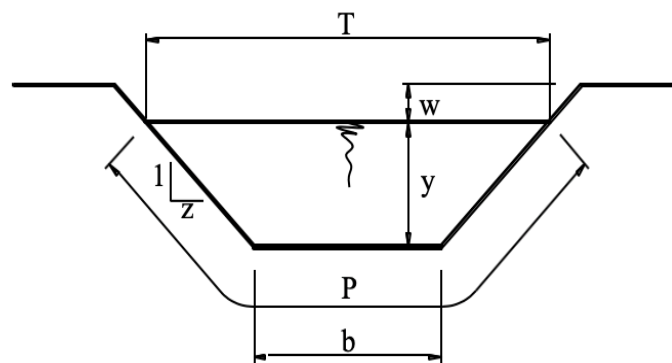
Selain bentuk-bentuk yang tertera dalam tabel, masih ada bentuk-bentuk penampang lainnya yang merupakan kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut, misalnya kombinasi antara empat persegi panjang dan setengah lingkaran, yang mana empat persegi panjang pada bagian atas yang berfungsi untuk mengalirkan debit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

2.3. Geometri Saluran

Penampang saluran terbagi atas dua, yang pertama adalah penampang saluran alam dan kedua adalah saluran penampang buatan. Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapesium.

Sedangkan penampang saluran buatan biasanya dirancang berdasarkan geometris yang umum seperti persegi panjang, trapesium, segitiga, lingkaran, parabola, persegi panjang sisi dibulatkan dan segitiga dasar dibulatkan.

Penampang yang paling umum digunakan adalah penampang yang berbentuk trapesium, sebab penampang ini mempunyai stabilitas kemiringan dinding yang dapat disesuaikan untuk saluran pasangan ataupun saluran tanpa pasangan (tanah). Di bawah ini adalah unsur-unsur geometris untuk penampang saluran berbentuk trapesium.



Gambar 2.1 Unsur geometris penampang saluran berbentuk trapesium

dengan :

- Q = kecepatan rata-rata (m/det),
- A = luas penampang melintang (m²),
- P = keliling basah (m),
- R = jari-jari hidrolis (m),
- T = lebar puncak (m),
- D = kedalaman hidrolis (m),
- Z = faktor penampang,

b	=	lebar dasar (m),
y	=	tinggi air/tinggi saluran (m)
z	=	kemiringan talud,
w	=	tinggi jagaan (m).

2.4. Kekasaran saluran

Sebenarnya sangat sulit untuk menentukan faktor Kekasaran (n) sebab tidak ada cara tertentu untuk pemilihan nilai n . Pada tingkat pengetahuan sekarang ini, memilih n sebenarnya berarti memperkirakan hambatan aliran pada saluran tertentu, yang benar – benar tidak dapat diperhitungkan.

Untuk penentuan nilai n yang wajar diperlukan:

1. Memahami faktor – faktor yang mempengaruhi nilai n ;
2. Mencocokkan tabel dari nilai – nilai n untuk berbagai tipe saluran;
3. Memeriksa dan memahami sifat beberapa saluran yang koefisien kekasarannya telah diketahui;
4. Menentukan n dengan cara analitis berdasarkan distribusi kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data pengukuran kecepatan maupun pengukuran kekasaran.

Tabel 2.2 Nilai yang diusulkan Manning

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045

Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

Koefisien Kekasaran Manning (n):

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

Dengan:

V = Kecepatan Rata – rata (m/detik)

R = Jari – jari hidrolis (A/P)

S = Kemiringan energi (%)

n = Faktor perlawanan/kekasaran

A = Luas Basah potongan melintang (m²)

P = Penampang Basah saluran (m)

2.5. Debit Aliran

1. Menurut Asdak (1995), debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati satu penampang melintang sungai per satuan waktu. Debit sungai adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang lintang pada suatu titik tertentu persatuan waktu, pada umumnya dinyatakan m³/detik. Debit sungai diperoleh setelah mengukur kecepatan air dengan alat pengukur atau pelampung untuk mengetahui data kecepatan aliran sungai dan kemudian mengalirkannya dengan luas melintang (luas lintangan lintang sungai) pada lokasi pengukuran kecepatan tersebut.

2. Menurut Kartaspoetra dan Sutedjo (1991) untuk mengetahui kebutuhan air pengairan (irigasi bagi lahan-lahan pertanian), debit air di daerah bendung harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran-saluran induk (sekunder tersier) yang disiapkan di lahan-lahan pertanian. Agar supaya pengaliran air pengairan ke satu areal lahan pertanian dapat diatur sebaik-bainya (dalam arti tidak berlebih-lebihan atau agar dapat dimanfaatkan seefisien mungkin, dengan mengingat kepentingan areal lahan pertanian lainnya) maka dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pengukuran-pengukuran debit air. Dengan distribusi yang terkendali dengan bantuan pengukuran-pengukuran tersebut, maka masalah kebutuhan air pengairan selalu dapat diatasi tanpa menimbulkan gejolak di masyarakat petani pemakai air pengairan. Pengukuran debit air dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran debit air secara langsung menggunakan alat ukur pintu romijin, sekat ukur tipe *cipoletti*, sekat ukur tipe *Thompshon*, dan alat ukur *Parshall Flume*. Sedangkan secara tidak langsung menggunakan pelampung (*Float Method*) dan alat ukur arus (*Current Meter*).

$$Q = A \times V \quad (2)$$

dengan :

Q = debit air (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m³/detik)

A = luas penampang aliran (m³/detik)

2.6. Kehilangan Debit Air

Kehilangan air secara umum dibagi dalam 2 kategori, antara lain: (1) Kehilangan akibat fisik dimana kehilangan air terjadi karena adanya rembesan air di saluran dan perkolasi di tingkat usaha tani (sawah); dan (2) Kehilangan akibat operasional terjadi karena adanya pelimpasan dan kelebihan air pembuangan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani.

Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (Inflow) – debit keluar (Outflow) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar. (Tim Penelitian Water Management IPB, 1993: 1-05)

$$h_n = I_n - O_n \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

h_n = kehilangan air pada ruas pengukuran/bentang saluran ke n (m³/det)

I_n = debit masuk ruas pengukuran ke n (m³/det)

O_n = debit keluar ruas pengukuran ke n (m³/det)

3. Adapun faktor penyebab terjadinya kehilangan air, antara lain :

a. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi atau kebutuhan air adalah jumlah dua istilah: (1) transpirasi, adalah air yang evaporasi daerah akar tanam-tanaman dan di pergunakan untuk membentuk jaringan tanam-tanaman atau dilepaskan melalui daun-daun tanam-tanaman ke atmosfer, (2) Evapotraspirasi, adalah air yang menguap dari tanah yang berdekatan, permukaan air, atau dari

permukaan daun-daun tanaman. Air yang disimpan dari embun, curah hujan, atau irigasi siraman dan kemudian menguap tanpa memasuki sistem tanaman-tanaman adalah merupakan bagian dari kebutuhan air. Evapotranspirasi dipengaruhi oleh temperature, pelaksanaan pemberian air, panjangnya musim tanam, presipitasi, dan faktor lainnya. Volume air yang ditranspirasikan oleh tanam-tanaman tergantung kepada dimana air dibuang, dan juga temperatur dan kelembapan udara, gerakan angin, intensitas lamanya sinar matahari, tahapan perkembangan tanaman, jenis dan keadaan alami daun-daunan (Israelsen dkk., 1986). Evapotranspirasi merupakan gabungan dari proses penguapan dan proses transpirasi. Penguapan adalah perubahan air dari bentuk cair ke bentuk gas, dan transpirasi adalah proses dimana tanaman menghisap air dari dalam tanah dan menguapnya ke udara sebagai uap. Evaporasi, kadang-kadang disebut juga penggunaan konsumtif atau penguapan total, menunjukkan jumlah keseluruhan air yang dipindahkan dari satu daerah oleh transpirasi dan oleh penguapan dari permukaan tanah, salju dan air satu perkiraan tentang evaporasi yang sebenarnya dari satu daerah itu (permukaan atau bawah permukaan) dari persediaan air keseluruhan (presipitasi, aliran masuk di permukaan atau di bawah permukaan, serta air yang dikirim dari luar). Perubahan dari simpanan air di atas maupun di bawah tanah harus diperhitungkan juga bila jumlahnya cukup besar (Linsley, R.K., Max A.K., dan Joseph L.H.P. 1985).

Evapotranspirasi merupakan kehilangan air melalui proses penguapan dari tumbuh-tumbuhan, yang banyaknya berbeda-beda tergantung dari kadar kelembaban tanah dan jenis tumbuhan. Pada daerah saluran yang tidak dilapis dimana banyak tumbuh berbagai tumbuh-tumbuhan air terjadinya evapotranspirasi dapat dikatakan selalu besar. Evapotranspirasi merupakan faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana pengairan bagi lahan-lahan pertanian dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi (Karsatpoetra dan Sutedjo, 1991).

$$ET_c = E_{T_o} \times K_c \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

E_{T_c} = Evapotraspirasi Tanaman (mm)

E_{T_o} = Evapotraspirasi Potensial (mm)

K_c = Keofisien Tanaman

1. Perkolasi

Perkolasi adalah pembebasan air ke dalam lapisan tanah ke bagian dalam, berlangsung secara vertical dan horizontal, perkolasi ini sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah (antara lain permeabilitas dan tekstur tanah) pengendapan-pengendapan lumpur dan kedalaman muka air tanah. Berlangsungnya yaitu sebagai akibat dari gaya berat. Perkolasi dapat berlangsung secara vertical merupakan kehilangan air ke lapisan tanah yang lebih dalam, sedangkan yang berlangsung secara horizontal merupakan kehilangan air ke arah samping. Perkolasi ini sangat

dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah antara lain permeabilitas dan tekstur tanah. Pada tanah tekstur liat laju perkolasi mencapai 13 mm/hari, pada tanah bertekstur pasir mencapai 26,9 mm/hari, pada tanah bertekstur lempung berpasir laju perkolasi mencapai 3-6 mm/hari, pada tanah bertekstur lempung laju perkolasi mencapai 2-3 mm/hari, pada tanah lempung berliat mencapai 1-2 mm/hari (Kartasapoetra dan Sutedjo, 1994).

Rumus Perkolasi:

$$P = \frac{h_1 - h_2}{t_1 - t_2} \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

P = Laju perkolasi (mm/hari)

h₁-h₂ = Beda tinggi air dalam silinder waktu t₁ dan t₂ (mm)

t₁-t₂ = Selisih waktu pengamatan air dalam silinder (hari)

2. Rembesan dan Koefisien Permeabilitas (K)

Rembesan air dari saluran irigasi merupakan persoalan yang serius. Bukan hanya kehilangan air, melainkan persoalan drainase adalah kerap kali membebani daerah sekitarnya atau daerah yang lebih rendah. Kadar air merembes keluar dari saluran masuk kembali ke sungai yang di lembah, dimana air ini dapat diarahkan kembali, atau masuk ke satu aquifer yang dipakai lagi. Metode yang sangat umum digunakan dalam pengukuran rembesan adalah metode *inflow- outflow* yang terdiri dari pengukuran aliran yang masuk dan aliran yang keluar dari satu penampang saluran yang dipilihnya. Ketelitian cara ini meningkat dengan perbedaan antara hasil banyaknya aliran masuk dan aliran ke luar (Isrealson dkk, 1991).

Rembesan air dan kebocoran air pada saluran pengairan pada umumnya berlangsung ke samping (horisontal) terutama terjadi pada saluran-saluran pengairan yang dibangun pada tanah-tanah tanpa dilapisi tembok, sedangkan saluran yang dilapisi (kecuali kondisinya retak-retak) kehilangan air sehubungan dengan terjadinya perembesan dan bocoran tidak terjadi (Kartasapoetra dan Sutedjo, 1991).

Keofisien permeabilitas tanah (k) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. Dengan mengkomparasi nilai keofisien rembesan antara data lapangan dengan nilai kisaran yang diberikan literatur, maka diharapkan hasilnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai awal keofisien rembesan (Djarwanti, 2008). Keofisien rembesan (*coefficient of seepage*) tergantung dari beberapa faktor, yaitu kekentalan cairan, distribusi ukuran butir pori, kekasaran permukaan tanah dan derajat kejenuhan tanah (Adhiatma, 2014).

Rumus Rembesan:

$$\text{Rembesan} = \text{Kehilangan air} - (P+E) \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

Kehilangan air = Pengurangan debit air di hulu dengan debit air di hilir
(m^3/det)

P = Perkolasi (mm/hari)

E = Evaporasi (mm/hari)