

SKRIPSI
PERENCANAAN SALURAN SEKUNDER IRIGASI PADANG LAMPE
DAERAH IRIGASI PANGKEP

Oleh:

DEVI ARFANITA
105811113718

PUTRI ANWAR
105811120719

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025

SKRIPSI
PERENCANAAN SALURAN SEKUNDER IRIGASI PADANG
LAMPE DAERAH IRIGASI PANGKEP

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat dalam penyusunan skripsi
sebagai bagian dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Oleh:

DEVI ARFANITA
105811113718

PUTRI ANWAR
105811120719

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Devi Arfanita dengan nomor induk Mahasiswa 105811113718 dan Putri Anwar dengan nomor induk Mahasiswa 105811120719, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0013/SK-Y/22202/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 30 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., ASEAN Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM, ASEAN Eng

b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM

3. Anggota

1. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT., PU-SDA

2. Ir. Muhammad Syafa'at S Kuba, ST., MT.

3. Ir. M. Agusallim, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I


Mahmuddin, ST., MT., IPM

Pembimbing II


Asnita Vidayani, ST., MT

Dekan



Dr. Muhammad Syafa'at S Kuba, S.T., MT.

NBM : 975 288

Gedung Menara Iqra Lantai 3
 Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
 Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : PERENCANAAN SALURAN SEKUNDER IRIGASI PADANG LAMPE
DAERAH IRIGASI PANGKEP

Nama : 1. DEVI ARFANITA

2. PUTRI ANWAR

Stambuk : 1. 105 81 11137 18

2. 105 81 11207 19

Makassar, 30 Agustus 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Mahmuddin, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Asnita Virlayani, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan



Dr. M. Agusallin, ST., MT.

NBM : 947 993

Gedung Menara Iqra Lantai 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id



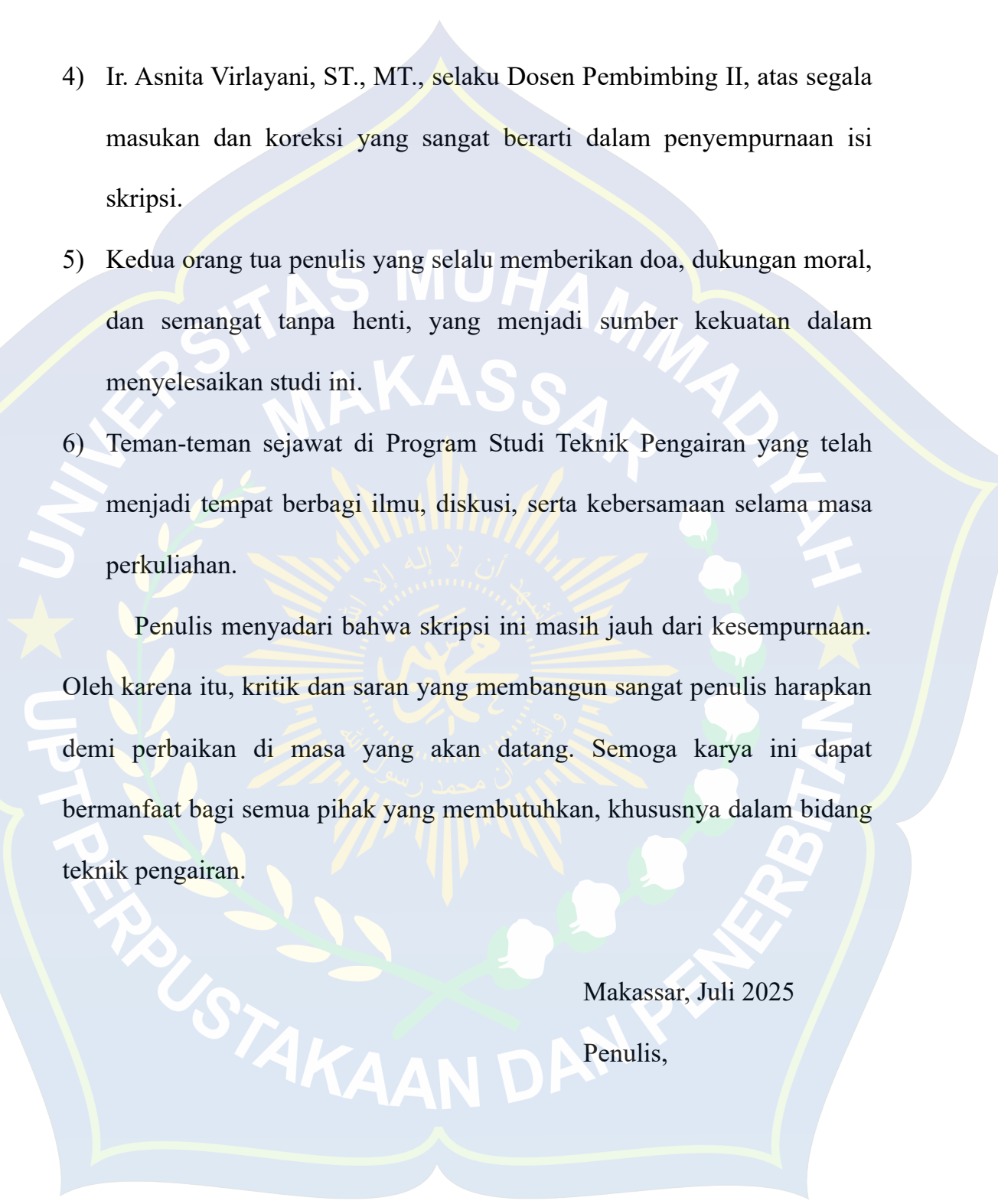
KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perencanaan Saluran Sekunder Irigasi Padang Lampe Daerah Irigasi Pangkep" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik.

Skripsi ini disusun dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan infrastruktur irigasi, khususnya dalam aspek perencanaan saluran sekunder yang menjadi bagian penting dalam sistem irigasi. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar.

Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

- 1) Dr. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU, selaku Rektor Universitas, atas arahan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
- 2) Muhammad Syafaat S Kuba, ST., MT., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik, yang selalu memberikan motivasi dan fasilitas yang dibutuhkan mahasiswa dalam pengembangan akademik.
- 3) Mahmuddin, ST., MT., IPM., selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, arahan, dan waktunya yang sangat berharga dalam proses penyusunan skripsi ini.

- 
- 4) Ir. Asnita Virlayani, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II, atas segala masukan dan koreksi yang sangat berarti dalam penyempurnaan isi skripsi.
- 5) Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan semangat tanpa henti, yang menjadi sumber kekuatan dalam menyelesaikan studi ini.
- 6) Teman-teman sejawat di Program Studi Teknik Pengairan yang telah menjadi tempat berbagi ilmu, diskusi, serta kebersamaan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, khususnya dalam bidang teknik pengairan.

Makassar, Juli 2025

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	12
B. Rumusan Masalah	14
D. Manfaat Penelitian	15
E. Batasan Masalah.....	16
F. Sitematika Penulisan	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	19
A. Tinjauan Umum.....	19
1. Pengertian Irigasi	19
2. Pengertian Jaringan Irigasi	20
3. Klasifikasi Sistem Irigasi	20
4. Jaringan Irigasi.....	23
5. Saluran Sekunder Irigasi	25
6. Daerah Irigasi Padang Lampe.....	27
B. Landasan Teori	28

1. Kebutuhan Air Irigasi	28
2. Teori Aliran dalam Saluran Terbuka	37
3. Persamaan Manning.....	40
4. Desain Penampang Saluran	45
5. Material dan Konstruksi Saluran	51
6. Bangunan Pelengkap pada Saluran Sekunder	53
7. Standar dan Pedoman Perencanaan	55
C. Penelitian Relevan.....	56
BAB III METODE PENELITIAN	61
A. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	61
1. Waktu Penelitian	61
2. Lokasi Penelitian	62
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	63
C. Alat dan Bahan.....	64
1. Alat.....	64
2. Bahan	65
E. Metode Pengumpulan Data	67
1. Data Primer	67
2. Data Sekunder.....	67
F. Metode Analisa Data.....	67
1. Analisis Hidrologi, menggunakan:	67
2. Analisis Hidrolika, menggunakan:	68

H. Bagan Alur Paenelitian.....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	73
A. Data Hasil.....	73
1. Survei Topografi	73
2. Data Analisis Hidrologi	76
B. Analisis Hasil	78
1. Analisis Hidrologi.....	78
2. Analisis Hidrolika.....	96
3. Analisa Kapasitas Drainase	97
4. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Eksisting (Qs) .	98
5. Analisa Kapasitas Drainase Rencana	99
6. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Drainase Rencana (Qs)	100
7. Perbandingan Saluran Eksisting dan Saluran Rencana	101
C. Pembahasan Hasil	102
BAB V PENUTUP	103
A. Kesimpulan	103
B. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi jaringan irigasi	23
Tabel 2. Komponen Utama Jaringan Irigasi	24
Tabel 3. Karakteristik Akademik Jenis Saluran Irigasi.....	26
Tabel 4. Nilai Kekasaran Manning	42
Tabel 5. Penampang Saluran ekonomis (Mott, 2006).....	45
Tabel 6. Tabel Curah hujan Das Pangkajenne	76
Tabel 7. Curah Hujan Maksimum Rerata Metode Polygon Thiessen	77
Tabel 8. Parameter Uji Distribusi Statistik	78
Tabel 9. Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Bentuk Log.....	80
Tabel 10. Penentuan Distribusi Curah Hujan Berdasarkan Hasil Pengujian Distribusi Statistik	83
Tabel 11. Analisis data curah hujan Metode Gumbel	84
Tabel 12. Hasil Perhitungan curah hujan rencana Metode Gumbel	86
Tabel 13. Analisis data curah hujan Metode Log Pearson Type III.....	86
Tabel 14. Harga G untuk $-0,20$ dan $-0,30$	88
Tabel 15. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III	89
Tabel 16. Analisis data curah hujan Metode Iwai Kadoya	89
Tabel 17. Perhitungan nilai b	90
Tabel 18. Perhitungan Probabilitas Curah Hujan Harian.....	90

Tabel 19. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Iwai Kadoya 91

Tabel 20. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode

Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai Kadoya..... 91

Tabel 21. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson . 92

Tabel 22. Hasil Analisis Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe..... 93

Tabel 23. Perhitungan Hujan Rata-rata Dalam T Jam 94

Tabel 24. Perhitungan Hujan Netto..... 94

Tabel 25. Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman 95

Tabel 26. Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2, 10 dan 25 Tahun..... 96

Tabel 27. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting 98

Tabel 28. Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran dengan Debit

Rencana 98

Tabel 29. Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana..... 100

Tabel 30. Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran Rencana Dan Debit

Rencana 101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skeman jaringan irigasi (Sumber: Kementerian PUPR) 24

Gambar 2. Hubungan antara Komponen Kebutuhan Air Irigasi (Sumber:
Diadaptasi dari FAO Irrigation and Drainage) 32

Gambar 3. Bentuk penampang ekonomis; (a) persegi, (b) segitiga, (c)
trapezium, (d) stengah lingkaran (Chow, 1959). 45

Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian 62

Gambar 5. Flowchart Penelitian 72

Gambar 6 Grafik Intensitas Curah Hujan dengan Metode Mononobe 94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka mendukung ketahanan pangan nasional dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya, Pemerintah Indonesia terus mendorong peningkatan produksi pertanian melalui berbagai program strategis. Salah satunya adalah pembangunan dan pengembangan infrastruktur irigasi sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No. 14/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi. Regulasi tersebut menekankan pentingnya perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi secara terpadu, efisien, dan berkelanjutan guna menjamin ketersediaan air yang merata bagi seluruh lahan pertanian (Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2006).

Sejalan dengan hal tersebut, pemerintah telah memanfaatkan tanah pertanian secara lebih luas melalui pembukaan lahan baru, peningkatan fungsi jaringan irigasi, serta pembangunan sistem pengairan yang adil dan merata. Namun, ketersediaan air antardaerah masih mengalami ketimpangan, yang menuntut adanya sistem irigasi yang disesuaikan dengan kondisi wilayah masing-masing. Di Kabupaten

Pangkep, terdapat berbagai jenis jaringan irigasi, mulai dari teknis, semi teknis, hingga sederhana. Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Pengairan Kabupaten Pangkep, sebagian besar jaringan yang ada belum mampu mencukupi kebutuhan air bagi areal persawahan secara optimal, sehingga diperlukan peningkatan dan perbaikan jaringan irigasi secara menyeluruh (Dinas Pekerjaan Umum Bidang Pengairan Kabupaten Pangkep, 2023).

Salah satu jaringan irigasi yang cukup vital di wilayah ini adalah Irigasi Padang Lampe yang memiliki panjang saluran sekitar 12.000 meter (12 km), dan berfungsi mengairi lahan pertanian seluas ± 4.200 hektare yang tersebar di dua kecamatan, yaitu Kecamatan Bungoro dan Kecamatan Labakkang. Dengan luas cakupan yang cukup besar, sistem irigasi ini memiliki peran penting dalam mendukung produktivitas pertanian di wilayah Pangkep (Dinas Pekerjaan Umum Bidang Pengairan Kabupaten Pangkep, 2023).

Kondisi jaringan irigasi di wilayah Padang Lampe masih tergolong sederhana, di mana sistem irigasi yang jaringannya tidak dilengkapi dengan bangunan irigasi memadai, atau jaringannya dibangun secara sederhana oleh masyarakat atau kelompok tani. Ciri khasnya adalah pembagian air yang tidak diatur secara persisi, seringkali menggunakan konstruksi sederhana seperti tumpukan tanah atau jerami untuk membendung air. sebagian besar salurannya masih berupa saluran tanah. Keadaan ini menyebabkan tingginya

kehilangan air akibat rembesan, sehingga distribusi air ke lahan pertanian menjadi tidak efisien dan tidak merata. Akibatnya, kebutuhan air untuk mendukung pertumbuhan tanaman tidak dapat terpenuhi secara optimal, terutama pada musim tanam. Permasalahan ini menunjukkan perlunya perencanaan ulang sistem irigasi yang lebih baik, dengan desain teknis yang mampu meminimalkan kehilangan air dan menjamin ketersediaan air yang cukup bagi lahan pertanian di wilayah tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan upaya nyata dalam mengatasi permasalahan distribusi air irigasi yang belum optimal di wilayah Padang Lampe. Meskipun memiliki potensi pertanian yang tinggi, keterbatasan infrastruktur saluran sekunder menjadi hambatan utama dalam mendukung produktivitas lahan. Oleh karena itu, kajian ini diangkat dengan judul "Perencanaan Saluran Sekunder Irigasi Padang Lampe Daerah Irigasi Pangkep".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. Permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting saluran sekunder irigasi Padang Lampe dalam hal kapasitas, efisiensi distribusi air, dan jenis konstruksinya terhadap kebutuhan lahan pertanian yang ada?

2. Bagaimana perencanaan hidrolis yang tepat untuk saluran sekunder Irigasi Padang Lampe agar dapat memenuhi kebutuhan irigasi lahan pertanian secara efektif dan efisien sesuai dengan standar perencanaan irigasi nasional?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini dirumuskan untuk memberikan arah yang jelas dalam upaya penyusunan perencanaan teknis, dengan uraian sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi eksisting saluran sekunder Irigasi Padang Lampe berdasarkan data dan kebutuhan air irigasi pada wilayah layanan pertanian di Kecamatan Bungoro dan Labakkang.
2. Merencanakan desain saluran sekunder Irigasi Padang Lampe sesuai dengan kriteria hidrolika dan standar perencanaan yang berlaku agar dapat meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki peran penting dalam mengembangkan sistem irigasi, khususnya di Padang Lampe, Kabupaten Pangkep. Di samping itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap permasalahan teknis yang ada serta menjadi dasar dalam perencanaan saluran sekunder

yang efisien dan berkelanjutan. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Manfaat Teoritis:** Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi, serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. **Manfaat Praktis:** Menyediakan solusi konkret untuk meningkatkan distribusi air irigasi secara efisien, yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah dalam merancang kebijakan dan perbaikan sistem irigasi.
3. **Manfaat Sosial:** Meningkatkan kesejahteraan petani dengan memperbaiki akses air irigasi yang merata dan optimal, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan di Kabupaten Pangkep.
4. **Manfaat Lingkungan:** Mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, mengurangi pemborosan air, serta menjaga kelestarian lingkungan dalam jangka panjang.

E. Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini fokus dan terarah, perlu adanya pembatasan ruang lingkup yang jelas. Batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada aspek teknis perencanaan saluran sekunder irigasi di Padang Lampe, Kabupaten Pangkep, yang relevan dengan tujuan penelitian.

Pembatasan ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel yang menjadi fokus utama dan memastikan keterbatasan analisis yang realistis.

1. Penelitian ini hanya akan membahas perencanaan saluran sekunder irigasi di wilayah Padang Lampe, Kabupaten Pangkep, tanpa mencakup seluruh jaringan irigasi di Kabupaten Pangkep.
2. Fokus penelitian terbatas pada evaluasi kapasitas saluran, distribusi air, dan perencanaan teknis saluran sekunder yang efisien.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada informasi yang tersedia dari Dinas Pekerjaan Umum dan Pengairan Kabupaten Pangkep serta pengamatan langsung di lapangan.
4. Penelitian ini tidak mencakup aspek sosial ekonomi petani, meskipun hasil perencanaan dapat berpengaruh pada sektor tersebut.

F. Sitematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini mengenai perencanaan jaringan irigasi Padang Lampe, Kabupaten Pangkep, disusun secara sistematis dan terstruktur dari awal hingga akhir, yang terdiri dari:

1. Bab I Pendahuluan; Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.
2. Bab II Tinjauan Pustaka; Bab ini berisi kajian teori yang relevan dengan topik penelitian, termasuk konsep-konsep dasar mengenai sistem irigasi,

jenis-jenis saluran irigasi, dan perencanaan teknis saluran sekunder. Bab ini juga membahas penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian.

3. Bab III Metodologi Penelitian; Bab ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk jenis dan pendekatan penelitian, teknik pengumpulan data, serta teknik analisis yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting dan merencanakan saluran sekunder irigasi.
4. Bab IV Pembahasan; Bab ini memaparkan hasil analisis data yang telah dikumpulkan, termasuk evaluasi terhadap kondisi saluran irigasi eksisting dan perencanaan teknis saluran sekunder yang diusulkan. Pembahasan ini akan mengarah pada solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk meningkatkan distribusi air di Padang Lampe.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran; Bab ini menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi terkait dengan perencanaan saluran sekunder irigasi Padang Lampe. Saran juga diberikan untuk perbaikan sistem irigasi yang lebih efektif dan berkelanjutan di masa depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Pengertian Irigasi

a. Menurut Para Ahli

Menurut Michael (Mays, 2005), Irigasi adalah pemberian air secara buatan ke lahan pertanian melalui sistem distribusi untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Menurut (Asdak, 2007), Irigasi merupakan salah satu teknik konservasi air untuk menyediakan air bagi kebutuhan pertanian secara efisien.

b. Menurut Regulasi

1) Irigasi merupakan upaya pemberian air ke lahan pertanian secara teratur dan terkontrol untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Sistem irigasi adalah keseluruhan rangkaian kegiatan dan infrastruktur yang mengatur distribusi air dari sumbernya hingga ke lahan pertanian (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2007).

2) Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menunjang pertanian (Indonesia, Pemerintah Republik, 2006).

Irigasi merupakan sistem penyediaan air untuk pertanian yang terdiri dari bangunan dan jaringan yang berfungsi untuk mengambil, mengalirkan, mendistribusikan, menggunakan, dan membuang air (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

Sistem irigasi mencakup jaringan bangunan air, metode distribusi, dan pengelolaan air agar efisien dan berkelanjutan. Tujuan utama dari sistem irigasi adalah meningkatkan produktivitas lahan pertanian, menjaga stabilitas produksi pangan, dan mengatasi ketergantungan terhadap curah hujan (Sutardi S. , 2003).

2. Pengertian Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi adalah sistem yang terdiri dari berbagai bangunan dan saluran yang dirancang untuk mengalirkan air dari sumber (sungai, bendung, waduk) menuju lahan pertanian secara efisien dan teratur. Jaringan ini dibangun untuk menjamin pasokan air sesuai kebutuhan tanaman, baik dalam jumlah, waktu, maupun tekanan yang sesuai. Jaringan irigasi terbagi atas jaringan utama dan jaringan pembagi, yang terdiri atas saluran primer, sekunder, dan tersier serta bangunan-bangunan pelengkap (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2012).

3. Klasifikasi Sistem Irigasi

Sistem irigasi adalah serangkaian struktur, metode, dan perangkat teknis yang dirancang untuk mengatur distribusi air dari sumber ke lahan pertanian. Klasifikasi sistem irigasi dapat dilakukan berdasarkan

berbagai kriteria seperti sumber air, metode distribusi, tingkat pengelolaan, dan teknologinya. Berikut penjelasan klasifikasi secara umum:

a. Berdasarkan Sumber Air

- 1) Irigasi Permukaan: Menggunakan air dari sungai, waduk, dan danau. Umumnya digunakan di daerah datar atau dataran rendah.
- 2) Irigasi Air Tanah: Menggunakan air dari sumur dangkal maupun dalam.
- 3) Irigasi Tadah Hujan: Mengandalkan air hujan secara langsung, tanpa sistem pengaliran teknis.
- 4) Irigasi Air Limbah/Reuse: Menggunakan air bekas (abu-abu atau hitam) yang telah diolah.

b. Berdasarkan Cara Pengaliran Air

- 1) Irigasi Gravitasi: Air mengalir secara alami mengikuti gravitasi melalui saluran terbuka.
- 2) Irigasi Pompa (Tekanan): Air didistribusikan dengan bantuan pompa, biasanya untuk daerah yang lebih tinggi atau lahan tidak merata.
- 3) Irigasi Tekanan (Sprinkler/Drip): Menggunakan sistem tertutup dan tekanan untuk distribusi air secara merata.

c. Berdasarkan Metode Distribusi Air

1) Irigasi Permukaan (Surface Irrigation):

- a) Furrow (alur),
- b) Basin (petakan),
- c) Border strip.

2) Irigasi Curah (Sprinkler): Menyiramkan air seperti hujan buatan.

3) Irigasi Tetes (Drip): Memberi air langsung ke akar tanaman secara perlahan dan efisien.

4) Irigasi Subsurface: Air dialirkan di bawah permukaan tanah.

d. Berdasarkan Pola Pengelolaan

1) Irigasi Pemerintah (Publik): Dikelola oleh instansi pemerintah, seperti Dinas Pengairan atau Perum Jasa Tirta.

2) Irigasi Rakyat (Swakelola): Dikelola oleh masyarakat petani.

3) Irigasi Swasta: Dibangun dan dikelola oleh perusahaan atau pihak swasta.

e. Berdasarkan Keberadaan Air

1) Irigasi Permanen: Sumber air tersedia sepanjang tahun.

2) Irigasi Semi-Permanen: Sumber air tersedia hanya pada musim tertentu.

3) Irigasi Tambahan (Supplemental Irrigation): Tambahan dari air hujan yang tidak mencukupi.

4. Jaringan Irigasi

a. Klasifikasi Jaringan Irigasi

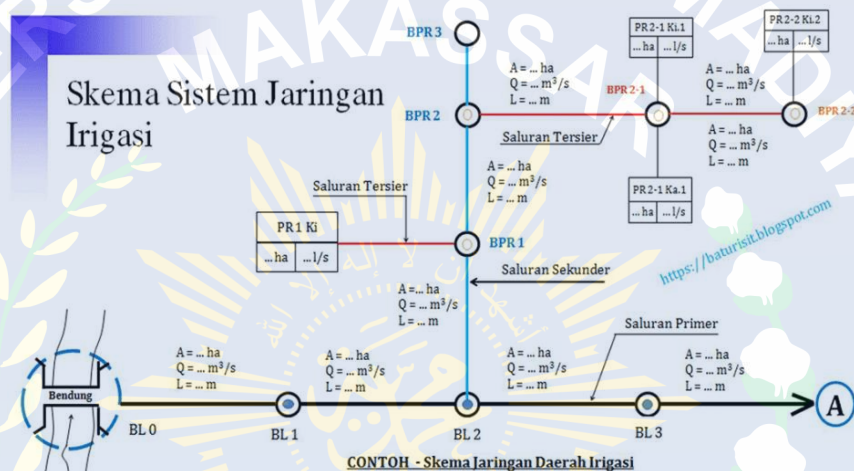
Jaringan irigasi diklasifikasikan berdasarkan beberapa aspek sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi jaringan irigasi

Aspek	Jenis
Tipe Sistem	Permukaan, bawah permukaan, sprinkler, tetes
Tipe Jaringan	Jaringan utama, jaringan pembagi, jaringan tersier
Sumber Air	Irigasi gravitasi, irigasi pompa
Kepemilikan dan Pengelolaan	Pemerintah, swasta, petani (irigasi rakyat)

Gambar 1. *Skeman jaringan irigasi* (Sumber: Kementerian PUPR) tersebut menunjukkan Skema Sistem Jaringan Irigasi yang menggambarkan alur distribusi air dari bendung (BL.0) sebagai sumber air menuju ke lahan pertanian melalui jaringan saluran yang terdiri dari saluran primer, saluran sekunder, dan saluran tersier. Air dialirkan secara bertahap melalui titik-titik kontrol seperti BPR (Bangunan Pembagi Ranting) dan PR (Pintu Reduksi) yang membagi aliran sesuai kebutuhan ke masing-masing blok. Setiap titik aliran dilengkapi dengan parameter teknis seperti A (luas penampang saluran), Q (debit aliran dalam m^3/s), dan L (panjang saluran dalam meter). Skema ini juga menunjukkan adanya percabangan dari saluran utama ke saluran tersier melalui bangunan

PR, menandakan sistem distribusi yang bercabang dan terstruktur, bertujuan untuk menjamin pasokan air secara efisien ke seluruh area irigasi. Gambar ini mewakili struktur umum daerah irigasi teknis dengan pembagian air yang terkendali dan terukur (Sumber: fourtectura.blogspot.com, diakses 10 Juli 2025).



Gambar 1. Skeman jaringan irigasi (Sumber: Kementerian PUPR)

b. Komponen Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi terdiri dari berbagai komponen utama sebagai berikut:

Tabel 2. Komponen Utama Jaringan Irigasi

Komponen	Fungsi
Bangunan Pengambilan	Mengalirkan air dari sumber (bendungan/sungai) ke jaringan saluran
Saluran Primer	Menyalurkan air dari bangunan pengambilan ke saluran sekunder
Saluran Sekunder	Menyalurkan air dari saluran primer ke saluran tersier
Saluran Tersier	Mengalirkan air dari saluran sekunder ke petak sawah
Saluran Pembuang	Membuang kelebihan air atau air sisa ke sungai atau saluran pembuangan

Komponen	Fungsi
Bangunan Pelengkap	Pintu air, bangunan bagi, pelimpah, dan lainnya

c. Perencanaan Saluran Irigasi

Perencanaan saluran irigasi bertujuan untuk menjamin kelancaran distribusi air irigasi. Perencanaan mencakup:

- 1) Menentukan debit kebutuhan air
- 2) Menentukan dimensi saluran berdasarkan debit
- 3) Menentukan bentuk penampang saluran (persegi, trapezium, segitiga). Memperhitungkan kemiringan dan kecepatan aliran

5. Saluran Sekunder Irigasi

Saluran sekunder irigasi merupakan bagian integral dari sistem jaringan irigasi yang berperan dalam mendistribusikan air dari saluran primer ke saluran tersier. Dalam hierarki jaringan irigasi, saluran sekunder berada pada posisi menengah yang menjembatani antara sistem pengaliran skala besar (saluran primer) dan sistem distribusi langsung ke lahan pertanian (saluran tersier). Oleh karena itu, perencanaan saluran sekunder memegang peranan penting dalam menjamin efisiensi dan efektivitas penyampaian air ke tingkat pengguna akhir. Aspek teknis yang diperhitungkan meliputi perhitungan debit berdasarkan kebutuhan air tanaman, perencanaan dimensi penampang sesuai kapasitas aliran, kecepatan aliran, efisiensi hidraulik, dan stabilitas lereng saluran (Asdak, 2010; Chow, 1959).

Perbedaan antara saluran sekunder dengan jenis saluran lainnya tidak hanya terletak pada posisi fungsionalnya dalam sistem irigasi, tetapi juga pada skala pelayanannya, kapasitas rancangannya, serta kompleksitas konstruksinya. Saluran primer dirancang untuk menampung debit besar dari sumber air utama, dengan sistem pengaturan dan bangunan pelengkap yang kompleks. Sebaliknya, saluran tersier memiliki jangkauan lebih kecil dan biasanya tidak membutuhkan dimensi serta struktur teknis yang tinggi karena hanya melayani petak-petak sawah. Saluran sekunder berada di antara keduanya, dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan teknis dengan tingkat efisiensi tinggi tanpa mengabaikan aspek operasional dan pemeliharaan di lapangan (Michael, 2008; Purwanto, 2004).

Karakteristik saluran sekunder dalam sistem irigasi, disajikan tabel 2:

Tabel 3. Karakteristik Akademik Jenis Saluran Irigasi

Jenis Saluran	Posisi dalam Sistem Irigasi	Karakteristik Akademik Utama
Saluran Primer	Dari sumber utama menuju saluran sekunder	Debit besar; struktur permanen; mengalirkan air utama dari bendung atau intake (Chow, 1959)
Saluran Sekunder	Dari saluran primer ke saluran tersier	Skala menengah; mengalirkan air ke beberapa blok/petak; perlu efisiensi distribusi (Michael, 2008)
Saluran Tersier	Dari saluran sekunder ke lahan pertanian	Debit kecil; konstruksi sederhana; distribusi langsung ke petani (Purwanto, 2004)

6. Daerah Irigasi Padang Lampe

Daerah Irigasi Padang Lampe merupakan salah satu sistem irigasi yang berada di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan. Sistem irigasi ini berperan penting dalam mendukung kegiatan pertanian, khususnya untuk lahan sawah yang menjadi sumber utama produksi pangan masyarakat setempat. Secara administratif, Daerah Irigasi (DI) Padang Lampe melayani beberapa desa yang tersebar di wilayah kecamatan yang memiliki potensi pertanian yang cukup tinggi. Sistem irigasi ini memanfaatkan sumber air dari sungai atau saluran alami terdekat yang dialirkan melalui jaringan saluran primer, sekunder, dan tersier untuk mencukupi kebutuhan air tanaman, terutama padi sawah. Infrastruktur irigasi di wilayah ini mencakup bangunan utama seperti bangunan pengambilan (bendung), saluran pembawa, pintu sadap, bangunan bagi, dan pelimpah yang berfungsi mendistribusikan air secara efisien dan merata ke seluruh areal layanan. Perencanaan dan pengelolaan DI Padang Lampe diarahkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi kehilangan air akibat kebocoran atau rembesan, serta menjamin kesinambungan pasokan air sepanjang musim tanam. Oleh karena itu, analisis teknis dan evaluasi jaringan irigasi sangat diperlukan untuk memastikan bahwa sistem ini mampu memberikan kontribusi maksimal terhadap ketahanan

pangan dan kesejahteraan petani di wilayah tersebut (Kementerian PUPR, 2022; Direktorat Jenderal SDA, 2020).

B. Landasan Teori

1. Kebutuhan Air Irigasi

a. Kebutuhan air tanaman (evapotranspirasi)

Kebutuhan air tanaman merupakan jumlah air yang diperlukan oleh tanaman untuk menunjang proses fisiologis, terutama evapotranspirasi, yaitu gabungan dari evaporasi (penguapan air dari permukaan tanah dan tanaman) dan transpirasi (penguapan air melalui stomata tanaman). Besarnya kebutuhan air sangat bergantung pada jenis tanaman, fase pertumbuhan, kondisi iklim (suhu, kelembapan, angin, radiasi matahari), serta karakteristik tanah.

Evapotranspirasi dibedakan menjadi dua, yaitu evapotranspirasi potensial (ET_0) dan evapotranspirasi aktual (ET_c). Nilai ET_0 merepresentasikan kebutuhan air oleh referensi tanaman (biasanya rumput pendek) di bawah kondisi optimal, dan dihitung menggunakan metode standar seperti metode Penman-Monteith FAO-56, yang direkomendasikan oleh FAO karena mempertimbangkan berbagai parameter iklim secara menyeluruh. Evapotranspirasi aktual ET_c diperoleh dengan mengalikan ET_0

dengan koefisien tanaman (K_c), yaitu nilai yang mewakili karakteristik spesifik tanaman dalam setiap fase pertumbuhannya.

Rumus umum evapotranspirasi aktual:

$$ET_c = K_c \cdot K_0 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

ET_c = evapotranspirasi tanaman (mm/hari),

K_c = koefisien tanaman (tanpa satuan)

K_0 = evapotranspirasi referensi (mm/hari).

Perhitungan kebutuhan air tanaman sangat penting dalam perencanaan irigasi, karena menjadi dasar dalam menentukan volume dan jadwal pemberian air, serta kapasitas saluran irigasi agar sesuai dengan kebutuhan air maksimum pada puncak kebutuhan (Allen, 1998).

b. Koefisien tanaman dan efisiensi irigasi

1) Koefisien Tanaman (Crop Coefficient / K_c)

Koefisien tanaman atau Crop Coefficient (K_c) adalah suatu nilai faktor empiris yang digunakan untuk mengkonversi evapotranspirasi referensi (ET_0) menjadi evapotranspirasi aktual tanaman (ET_c). Nilai K_c tergantung pada jenis tanaman, fase pertumbuhan, dan kondisi lingkungan setempat seperti kelembaban tanah dan praktik pengelolaan tanaman. K_c biasanya diberikan dalam tiga tahap utama pertumbuhan: tahap

awal (initial), tahap pertumbuhan penuh (mid-season), dan tahap akhir (late season).

Nilai Kc untuk tanaman tertentu seperti padi, jagung, atau kedelai telah dikembangkan dan disusun dalam pedoman teknis FAO berdasarkan hasil penelitian di berbagai lokasi agroklimat. Sebagai contoh, tanaman padi pada kondisi tergenang memiliki Kc berkisar antara 1,05 – 1,20 pada pertumbuhan penuh. Pemilihan nilai Kc yang akurat sangat penting agar perencanaan kebutuhan air irigasi tidak menyebabkan kelebihan atau kekurangan air (Allen et al., 1998).

2) Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi menggambarkan tingkat keberhasilan sistem irigasi dalam mengalirkan dan menyerap air oleh tanaman dibandingkan dengan total air yang disuplai dari sumber. Efisiensi ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti metode irigasi (permukaan, sprinkler, tetes), jenis tanah, saluran distribusi, kehilangan akibat perkolasi, rembesan, dan evaporasi. Beberapa jenis efisiensi yang umum digunakan:

a) Efisiensi Aplikasi (Ea):

Rasio antara jumlah air yang digunakan secara efektif oleh tanaman dengan jumlah air yang diterapkan di lahan.

b) Efisiensi Distribusi (Ed):

Mengukur keseragaman air yang diterima oleh tanaman di seluruh area irigasi.

c) Efisiensi Sistem Total (Et):

Menggambarkan efisiensi keseluruhan dari sumber air hingga ke akar tanaman.

Efisiensi irigasi sistem permukaan seperti irigasi gravitasi umumnya berkisar antara 40% – 60%, sedangkan efisiensi irigasi sprinkler dan tetes dapat mencapai 70% – 90%. Semakin tinggi efisiensi, semakin sedikit air yang terbuang dan semakin hemat penggunaan sumber daya air (Burt et al., 1997; Keller & Bliesner, 1990).

c. Perhitungan kebutuhan air bruto dan netto

1) Pengertian dan Komponen Kebutuhan Air

Dalam sistem irigasi, kebutuhan air tanaman terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu:

a) Kebutuhan air netto (Net Irrigation Requirement - NFR):

jumlah air yang benar-benar dibutuhkan tanaman di lahan.

b) Kebutuhan air bruto (Gross Irrigation Requirement - GIR):

jumlah air yang harus dialirkan dari sumber air ke saluran agar kebutuhan netto terpenuhi, dengan memperhitungkan kehilangan air dalam sistem.

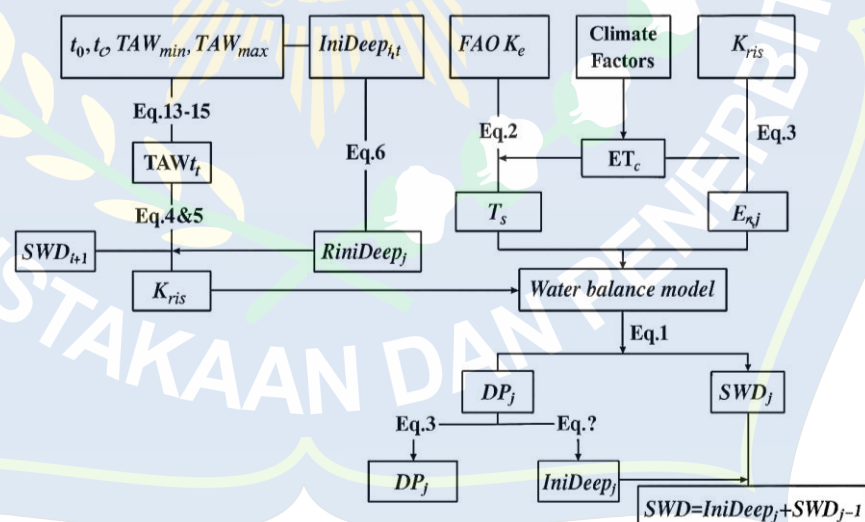
Kebutuhan air netto dihitung dari selisih antara evapotranspirasi tanaman (ET_c) dan curah hujan efektif (Re), sedangkan kebutuhan air bruto diperoleh dari membagi kebutuhan netto dengan efisiensi irigasi total (E_f) (Rushton, 2003; Michael, 2008).

$$NFR = ET_c \cdot Re \dots\dots\dots (2)$$

$$GIR = NFR/E_f \dots\dots\dots (3)$$

2) Hubungan Antar Komponen Perhitungan

Gambar 2, memperlihatkan keterkaitan variabel dan persamaan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi. Panah menunjukkan alur proses dari faktor iklim, kondisi tanah, dan parameter tanaman menuju hasil perhitungan kebutuhan air.



Gambar 2. Hubungan antara Komponen Kebutuhan Air Irigasi
(Sumber: Diadaptasi dari FAO Irrigation and Drainage)

3) Komponen Perhitungan

a) Evapotranspirasi Tanaman (ETc)

Evapotranspirasi aktual tanaman dihitung dari evapotranspirasi referensi dikalikan dengan koefisien tanaman:

$$ETc = ETo \times Kc \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Eto = evapotranspirasi referensi (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

Nilai ETo dapat dihitung dengan metode Penman-Monteith atau didapat dari data klimatologi. Koefisien tanaman tergantung fase pertumbuhan dan jenis tanaman (FAO, 1998).

b) Curah Hujan Efektif (Re)

Merupakan bagian dari curah hujan yang dapat dimanfaatkan tanaman. Umumnya digunakan metode

USDA Soil Conservation Service (SCS) atau persentase tetap (misal 70–80% dari curah hujan).

c) Efisiensi Irigasi (Ef)

Efisiensi dihitung dari hasil perkalian efisiensi tiap komponen saluran:

$$Ef = Ef_1 \times Ef_2 \times Ef_3 \dots\dots\dots (5)$$

(misal Ef_1 = efisiensi saluran primer, Ef_2 = saluran sekunder, Ef_3 = aplikasi lahan)

d. Metode estimasi kebutuhan air (misalnya Blaney-Criddle, Penman)

Estimasi kebutuhan air tanaman merupakan tahapan penting dalam perencanaan saluran irigasi karena akan menentukan besar debit air yang harus disuplai ke lahan pertanian melalui saluran irigasi sekunder. Kebutuhan air tanaman atau evapotranspirasi aktual (ET_c) dihitung berdasarkan evapotranspirasi referensi (ET_o) yang diperoleh dari kondisi iklim setempat dan dikalikan dengan koefisien tanaman (K_c). Untuk menghitung ET_o , beberapa metode estimasi telah dikembangkan oleh para ahli, di antaranya metode Blaney-Criddle dan metode Penman, yang banyak digunakan dalam perencanaan irigasi di wilayah tropis seperti di Daerah Irigasi Pangkep (Allen et al., 1998).

1) Metode Blaney-Criddle

Metode Blaney-Criddle adalah metode empiris yang digunakan untuk memperkirakan evapotranspirasi berdasarkan suhu rata-rata bulanan dan lama penyinaran matahari (dinyatakan dalam

persentase dari total waktu siang dalam setahun). Rumus dasarnya adalah:

$$ET_0 = p \times (0,46T + 8) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

ET_0 = evapotranspirasi referensi (mm/bulan),

p = persen panjang hari terhadap total tahunan (%),

T = suhu udara rata-rata bulanan ($^{\circ}\text{C}$).

Metode ini sesuai untuk wilayah yang memiliki data iklim terbatas karena hanya membutuhkan dua variabel, yaitu suhu dan panjang hari. Akan tetapi, metode ini memiliki keterbatasan karena tidak mempertimbangkan variabel penting lain seperti kelembaban, kecepatan angin, dan radiasi matahari (Michael, 2008).

2) Metode Penman

Metode Penman merupakan metode kombinasi fisik dan empiris yang menggabungkan proses energi dan aerodinamik dalam menghitung evapotranspirasi referensi. Rumus Penman menghitung ET_0 dengan mempertimbangkan radiasi matahari, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin, sehingga hasilnya dianggap lebih akurat dibanding metode lain. Rumus dasar Penman adalah:

$$ET_0 = \frac{\Delta(R_n - G) + \gamma \cdot f(u) \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

R_n = radiasi netto (MJ/m²/hari)

G = aliran panas ke tanah (sering dianggap nol pada perhitungan harian),

Δ = gradien tekanan uap jenuh (kPa/°C)

γ = konstanta psikrometrik (kPa/°C)

$F(u)$ = fungsi kecepatan angin

$e_s - e_a$ = defisit tekanan uap jenuh dan aktual (kPa)

Karena mempertimbangkan berbagai parameter iklim secara lebih lengkap, metode Penman cocok digunakan di daerah tropis dan lembap seperti Padang Lampe, dan sangat direkomendasikan dalam studi perencanaan saluran irigasi jika data iklim tersedia secara lengkap (Allen et al., 1998).

Aplikasi dalam Perencanaan Saluran Sekunder

Dalam perencanaan saluran sekunder, hasil estimasi kebutuhan air tanaman dari metode-metode tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi bersih (netto), yang kemudian dikalikan dengan faktor efisiensi untuk memperoleh kebutuhan air irigasi kotor (bruto). Besar kebutuhan air ini sangat penting dalam menentukan kapasitas dan dimensi saluran sekunder yang

akan dibangun. Oleh karena itu, ketepatan metode estimasi yang digunakan sangat mempengaruhi desain teknis saluran irigasi (Kodoatie & Sjarief, 2010).

2. Teori Aliran dalam Saluran Terbuka

a. Jenis-jenis aliran (subkritis, superkritis, kritis)

1) Aliran Subkritis ($Fr < 1$)

Karakteristik aliran subkritis:

- a) Kecepatan aliran lebih rendah dari kecepatan gelombang; kedalaman relatif besar.
- b) Gelombang (riak) dapat merambat ke hulu.
- c) Aliran bersifat tenang dan dikendalikan oleh kondisi hilir

2) Aliran Kritis ($Fr = 1$)

Karakteristik aliran kritis:

- a) Kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang.
- b) Merupakan kondisi transisi dengan energi spesifik minimum.
- c) Sangat tidak stabil; sering digunakan sebagai kondisi kontrol dalam desain hidraulis.

3) Aliran Superkritis ($Fr > 1$)

Karakteristik aliran kritis:

- a) Kecepatan aliran lebih tinggi dari kecepatan gelombang; kedalaman relatif dangkal.

b) Gelombang tidak bisa merambat ke hulu—hanya bergerak searah aliran.

c) Aliran cepat, energik, dan biasanya dikendalikan oleh kondisi hulu.

b. Persamaan kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah prinsip dasar mekanika fluida yang menyatakan bahwa massa fluida yang mengalir dalam suatu sistem harus tetap konstan (hukum kekekalan massa). Dalam konteks fluida tak termampatkan (incompressible), persamaan ini menyatakan bahwa debit (Q) pada setiap penampang aliran adalah sama, selama tidak ada sumber atau kehilangan massa di antara penampang tersebut.

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m^3/s)

A = luas penampang aliran (m^2)

V = kecepatan rata-rata aliran (m/s)

c. Jari-jari hidraulik dan luas basah

Jari-jari hidraulik dan luas basah adalah dua parameter penting dalam analisis aliran fluida, khususnya pada saluran terbuka dan pipa. Luas basah (wetted area, A) didefinisikan sebagai luas penampang melintang fluida yang bersentuhan langsung dengan batas saluran

atau pipa, biasanya dinyatakan dalam satuan meter persegi (m^2). Besaran ini diperoleh dengan menghitung luas geometris bagian penampang yang terisi air. Jari-jari hidraulik (hydraulic radius, R) adalah perbandingan antara luas basah (A) dengan keliling basah (P), yaitu panjang garis batas penampang aliran yang bersentuhan dengan fluida, dinyatakan dalam meter (m). Secara matematis, $R = A/P$. Nilai R menggambarkan efisiensi hidraulik suatu penampang; semakin besar R semakin kecil pengaruh gesekan dinding terhadap aliran, sehingga kecepatan dan kapasitas saluran cenderung meningkat. Kedua parameter ini digunakan dalam berbagai persamaan hidraulika seperti persamaan Manning dan Chezy untuk menghitung kecepatan serta debit aliran.

d. Energi spesifik dan profil muka air

Energi spesifik (specific energy) adalah jumlah energi per satuan berat fluida yang diukur relatif terhadap dasar saluran pada suatu penampang melintang, biasanya dinyatakan sebagai penjumlahan antara kedalaman aliran (y) dan energi kecepatan $V^2/2g$. Konsep ini digunakan untuk menganalisis kondisi aliran subkritis, kritis, dan superkritis, serta menentukan kedalaman kritis yang menghasilkan energi spesifik minimum. Profil muka

air (water surface profile) adalah bentuk garis ketinggian muka air sepanjang saluran terbuka yang dipengaruhi oleh kemiringan dasar saluran, debit aliran, kekasaran saluran, dan kondisi hulu–hilir. Analisis profil muka air penting untuk memprediksi perubahan kedalaman aliran akibat adanya struktur seperti bendung, pintu air, atau penyempitan saluran, dan biasanya digambarkan dalam diagram gradien energi serta digunakan pada perhitungan aliran seragam dan tak seragam.

3. Persamaan Manning

a. Rumus Manning

Dalam konteks penelitian yang berjudul "Perencanaan Saluran Sekunder Irigasi Padang Lampe Daerah Irigasi Pangkep", Persamaan Manning digunakan sebagai dasar utama untuk merancang dimensi saluran yang mampu mengalirkan debit air irigasi sesuai kebutuhan. Saluran sekunder berfungsi mengalirkan air dari bangunan bagi ke petak-petak tersier, sehingga harus dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas aliran, jenis penampang, kemiringan dasar, serta kondisi permukaan saluran. Dengan menggunakan Persamaan Manning, perencana dapat menentukan kecepatan aliran dan debit berdasarkan bentuk penampang saluran, kemiringan, serta nilai kekasaran permukaan. Nilai kekasaran

tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis material saluran, apakah berupa tanah, beton, atau dilapisi vegetasi.

Oleh karena itu, Persamaan Manning tidak hanya berfungsi sebagai alat hitung, tetapi juga sebagai instrumen untuk menyeimbangkan aspek teknis dan efisiensi dalam perencanaan saluran irigasi. Pemilihan nilai koefisien kekasaran n yang tepat menjadi faktor penting agar perhitungan debit akurat dan saluran tidak mengalami masalah seperti sedimentasi atau erosi. Dengan mengacu pada kondisi lapangan di Padang Lampe, nilai n dipilih berdasarkan jenis konstruksi saluran yang direncanakan, yang kemudian digunakan dalam analisis dimensi penampang saluran sekunder untuk memastikan ketersediaan air irigasi tercukupi secara teknis dan ekonomis.

Persamaan Manning adalah rumus empiris untuk menghitung kecepatan aliran rata-rata air dalam saluran terbuka yang bergantung pada kekasaran saluran, kemiringan dasar, dan bentuk penampang saluran.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

V = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidraulik (m)

Tabel 4. Nilai Kekasaran Manning

Jenis Permukaan Saluran	Koefisien Kekasaran Manning (n)
Beton rata (halus)	0,012
Beton tidak rata / kasar	0,014–0,016
Batu pasangan rata	0,017–0,020
Batu tak beraturan	0,025–0,035
Tanah padat, permukaan rata	0,020–0,030
Tanah dengan vegetasi sedang	0,030–0,050
Saluran alami dengan tanaman	0,050–0,070
Saluran alami berbatu atau berumput tebal	0,070–0,100

b. Penjelasan tiap variabel

1) V = Kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Merupakan kecepatan rata-rata aliran air dalam saluran terbuka.

Nilai ini penting untuk memastikan bahwa aliran cukup cepat untuk menghindari sedimentasi, tetapi tidak terlalu cepat sehingga menyebabkan erosi saluran.

2) n = Koefisien kekasaran Manning ($s/m^{1/3}$)

Menggambarkan tingkat kekasaran permukaan saluran. Nilainya dipengaruhi oleh jenis material dinding saluran seperti tanah, beton, batu, atau saluran alami. Semakin besar nilai n , semakin kasar permukaannya, dan semakin lambat aliran air.

3) R = Jari-jari hidraulik (m)

Dihitung sebagai perbandingan antara luas penampang basah A terhadap keliling basah P (yaitu bagian penampang saluran yang bersentuhan langsung dengan air). Nilai R menggambarkan efisiensi penampang saluran; semakin besar R , biasanya semakin cepat aliran.

- 4) S = Kemiringan energi saluran atau kemiringan dasar saluran (tanpa satuan)

Menunjukkan kemiringan sepanjang saluran, dihitung sebagai selisih tinggi dibagi panjang saluran. Dalam saluran irigasi, nilai ini biasanya kecil (landai), tetapi berpengaruh besar terhadap percepatan aliran.

c. Penentuan nilai koefisien kekasaran (n)

Penentuan nilai koefisien kekasaran Manning (n) merupakan langkah penting dalam perhitungan kecepatan aliran menggunakan Persamaan Manning. Nilai n menggambarkan tingkat kekasaran permukaan saluran yang mempengaruhi besar kecilnya hambatan aliran air. Semakin besar nilai n , semakin besar pula hambatan aliran, yang berarti kecepatan aliran menjadi lebih rendah untuk geometri dan kemiringan yang sama (Chow, 1959).

Pemilihan nilai n harus disesuaikan dengan kondisi aktual atau rencana konstruksi saluran. Jika saluran dibangun dari beton

pracetak atau pasangan batu dengan permukaan halus, nilai n yang digunakan relatif kecil, antara 0,012–0,017. Sebaliknya, jika saluran dirancang sebagai saluran tanah tanpa pelapis, nilai n lebih besar, antara 0,020 hingga 0,035, tergantung tingkat kekasaran tanah, kemiringan sisi, dan keberadaan vegetasi (Kodoatie, 1996).

Dalam konteks perencanaan saluran sekunder di Padang Lampe, nilai n dipilih berdasarkan kondisi eksisting dan jenis konstruksi yang direncanakan. Bila perencanaan mengarah pada penggunaan saluran tanah padat tanpa pelapis, maka nilai n yang sesuai adalah sekitar 0,025. Namun, jika saluran dilapisi dengan beton atau pasangan batu yang rapi, maka nilai n dapat diturunkan hingga 0,015 untuk efisiensi hidraulik yang lebih baik (Direktorat Jenderal SDA, 2013).

Pemilihan nilai koefisien kekasaran Manning juga harus mengacu pada standar yang diterima secara luas di dunia teknik hidrolika. Beberapa referensi utama yang umum digunakan antara lain Open-Channel Hydraulics oleh Chow, buku Teknik Irigasi oleh Kodoatie, serta pedoman teknis dari Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian PUPR (Chow, 1959; Kodoatie, 1996; Direktorat Jenderal SDA, 2013).

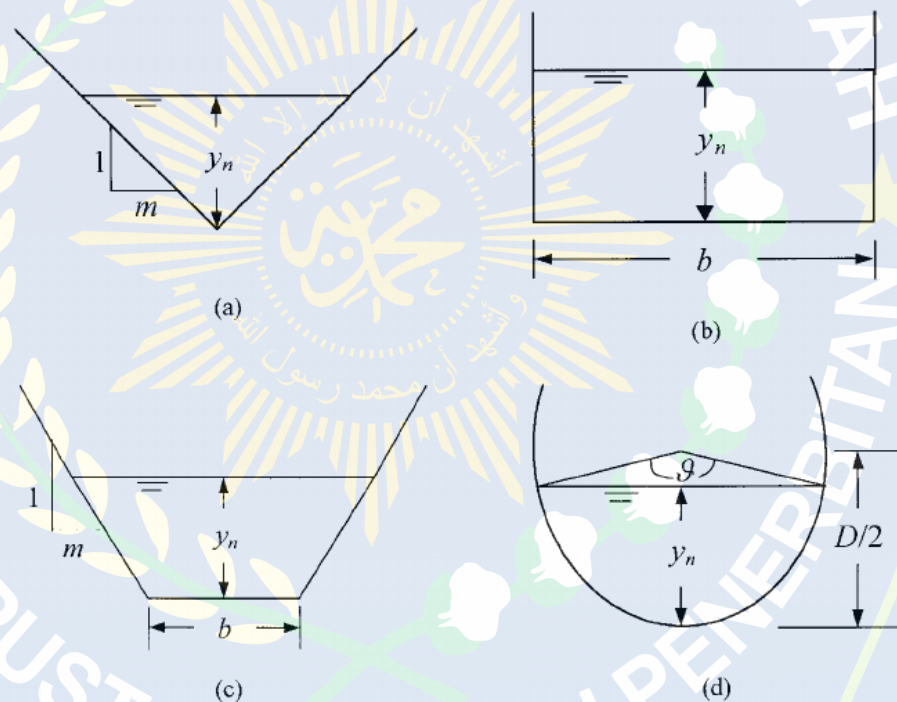
d. Penerapan dalam perencanaan saluran sekunder

4. Desain Penampang Saluran

a. Bentuk penampang (persegi, trapezium, segitiga)

Tabel 5. Penampang Saluran ekonomis (Mott, 2006)

Bentuk Penampang	Ciri Khas	Kondisi Ekonomis	R Maksimal
Persegi	Dasar dan dinding tegak	$B = 2h$	$R = h/2$
Trapezium	Dasar datar, sisi miring (m:1)	$m \approx 0,577$ (sudut $\pm 60^\circ$)	$R = h/2$
Segitiga	Tidak ada dasar datar, sisi miring simetris	$m = 1$ (sudut 45°)	$R = h/2$



Gambar 3. Bentuk penampang ekonomis; (a) persegi, (b) segitiga, (c) trapezium, (d) setengah lingkaran (Chow, 1959).

b. Perhitungan dimensi saluran berdasarkan debit

Perencanaan dimensi saluran terbuka seperti saluran irigasi atau drainase sangat bergantung pada debit air yang akan dialirkan.

Dimensi saluran harus dirancang agar mampu menampung debit

tersebut secara aman tanpa menyebabkan limpasan atau kerusakan. Selain kapasitas debit, perencanaan juga mempertimbangkan kecepatan aliran, kemiringan saluran, dan jenis bahan pelapis saluran untuk menghindari erosi dan sedimentasi (Chow, 1959).

Debit aliran dalam saluran dapat dihitung menggunakan persamaan kontinuitas:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

Q = debit (m^3/s)

A = luas penampang aliran (m^2)

V = kecepatan aliran (m/s)

Untuk saluran terbuka, kecepatan aliran biasanya dihitung menggunakan persamaan Manning berikut (Mott, 2006):

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolik (m)

S = kemiringan dasar saluran

c. Perhitungan Dimensi Berdasarkan Bentuk Penampang

Penampang Persegi atau Persegi Panjang

Penampang saluran berbentuk persegi panjang sering digunakan karena kemudahan konstruksi dan pemeliharaan. Jika b adalah lebar dasar dan h adalah kedalaman air (Chow, 1959):

- 1) Luas penampang (A):

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots (12)$$

- 2) Keliling basah (P)

$$P = b + 2h \dots\dots\dots (13)$$

- 3) Jari-jari hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{(b+2h)} \dots\dots\dots (14)$$

- 4) Debit aliran (Q)

$$Q = \frac{1}{n} \cdot (b \cdot h) \cdot \left(\frac{b \cdot h}{b+2h} \right)^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (15)$$

Penampang Persegi atau Persegi Panjang

- 1) Luas penampang (A) (Mott, 2006):

$$A = (b + mh) \cdot h \dots\dots\dots (16)$$

- 2) Keliling basah (P) (Soemarto, 1999):

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (17)$$

- 3) Jari-jari hidrolik (R) (Chow, 1959):

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (18)$$

- 4) Debit aliran (Q) (Mott, 2006):

$$Q = \frac{1}{n} \cdot (A) \cdot (R)^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (19)$$

Penampang Persegi atau Persegi Panjang

- 1) Luas penampang (A) (Soemarto, 1999):

$$A = m \cdot h^2 \dots\dots\dots (20)$$

- 2) Keliling basah (P) (Chow, 1959):

$$P = 2h\sqrt{1+m^2} \dots\dots\dots (21)$$

- 3) Jari-jari hidrolik (R) (Mott, 2006):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{m \cdot h}{2\sqrt{1+m^2}} \dots\dots\dots (22)$$

- 4) Debit aliran (Q) (Soemarto, 1999):

$$Q = \frac{1}{n} \cdot (m \cdot h^2) \cdot \left(R \frac{m \cdot h}{2\sqrt{1+m^2}} \right)^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (23)$$

- d. Stabilitas lereng dan kecepatan aliran maksimum

- 1) Stabilitas Lereng

Stabilitas lereng saluran merupakan faktor penting dalam perencanaan saluran terbuka seperti saluran sekunder irigasi.

Lereng saluran yang terlalu curam dapat menyebabkan longsoran tebing dan kegagalan struktur, sementara lereng yang terlalu landai dapat memperbesar luas galian dan meningkatkan

biaya konstruksi. Kriteria desain lereng bergantung pada jenis tanah, kondisi air tanah, dan pengaruh gaya luar seperti beban lalu lintas di tepi saluran. Umumnya, lereng tanah untuk saluran

irigasi direkomendasikan dengan kemiringan antara 1:1,5 hingga 1:2 untuk tanah lempung berpasir atau lempung liat, dan bisa lebih landai untuk tanah gembur. Faktor keamanan (safety factor) yang umum digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah minimal 1,3 untuk kondisi stabil. Penilaian kestabilan dapat menggunakan metode grafik, pendekatan Rankine, atau analisis numerik seperti metode Bishop dan Fellenius (Das, 2010; Chow et al., 1988).

2) Kecepatan Aliran Maksimum

Kecepatan aliran maksimum dalam saluran irigasi merupakan batas atas dari kecepatan aliran yang masih dapat diterima tanpa menyebabkan kerusakan saluran, seperti penggerusan dasar atau erosi dinding saluran. Kecepatan maksimum sangat bergantung pada jenis material saluran. Untuk saluran tanah tanpa pelapis, kecepatan aliran dibatasi agar tidak melampaui kecepatan kritis yang menyebabkan erosi, biasanya sekitar 0,3–0,6 m/s untuk tanah lempung dan 0,6–0,9 m/s untuk tanah pasir berlempung. Pada saluran berlapis beton, kecepatan dapat mencapai 2,5–3,0 m/s karena sifat hidraulik beton yang lebih tahan terhadap erosi. Penentuan kecepatan aliran maksimum penting untuk menjamin umur rencana saluran dan menghindari kerusakan struktur. Dalam perhitungannya,

kecepatan dihitung menggunakan rumus Manning atau rumus Chezy tergantung pendekatan hidraulik yang digunakan (Ven Te Chow, 1959; Mays, 2011).

e. Efisiensi hidraulik penampang

Efisiensi hidraulik penampang saluran mengacu pada kemampuan suatu bentuk penampang untuk mengalirkan air secara optimal dengan kehilangan energi minimum. Dalam desain saluran irigasi, efisiensi hidraulik sangat penting untuk memaksimalkan kapasitas aliran dengan luas penampang minimum, sehingga menurunkan biaya galian dan konstruksi. Efisiensi ini dinilai melalui parameter hidraulik seperti rasio luas penampang basah (A) terhadap keliling basah (P). Penampang yang efisien adalah yang memiliki nilai radius hidraulik ($R = A/P$) maksimum untuk debit tertentu (Chow, 1959).

Bentuk penampang paling efisien secara teoritis adalah penampang setengah lingkaran, namun dalam praktik irigasi lapangan lebih sering digunakan penampang trapesium, karena mudah dibuat dan disesuaikan dengan stabilitas tanah. Untuk saluran terbuka, efisiensi hidraulik juga dipengaruhi oleh kekasaran permukaan (nilai koefisien Manning), kemiringan dasar saluran, dan kestabilan dinding. Optimasi penampang dilakukan dengan pendekatan numerik atau grafik guna mencapai penampang hidraulik

paling ekonomis, yaitu penampang yang mengalirkan debit maksimum dengan luas minimum dan tahan terhadap erosi serta sedimentasi (Subramanya, 2009).

5. Material dan Konstruksi Saluran

Pemilihan material dan konstruksi saluran memegang peranan penting untuk menjamin efisiensi penyaluran air, ketahanan terhadap kerusakan, serta efisiensi biaya konstruksi dan pemeliharaan. Berikut uraian komponen material dan pertimbangannya:

a. Jenis material (tanah, pasangan batu, beton)

Dalam konstruksi saluran sekunder irigasi, pemilihan jenis material sangat mempengaruhi kinerja dan umur teknis saluran. Umumnya, tiga jenis material yang digunakan yaitu tanah, pasangan batu, dan beton. Saluran tanah cocok digunakan di wilayah datar dengan debit kecil, namun perlu perlakuan khusus terhadap rembesan dan erosi. Pasangan batu banyak digunakan di daerah dengan kemiringan tinggi atau rawan erosi karena mampu memberikan kestabilan yang lebih baik. Sedangkan beton, baik bertulang maupun tidak, digunakan pada saluran yang membutuhkan kekuatan struktural tinggi dan umur layanan panjang, terutama di daerah padat penduduk atau dengan intensitas aliran tinggi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017; Arsyad, 2010).

e. Sifat teknis dan biaya material

Setiap jenis material memiliki karakteristik teknis dan biaya yang berbeda. Material tanah memiliki keunggulan pada biaya rendah dan kemudahan konstruksi, namun lemah dalam ketahanan terhadap tekanan air dan erosi. Pasangan batu memberikan kekuatan sedang dengan biaya moderat, serta cocok digunakan di lokasi dengan ketersediaan bahan lokal. Beton, meskipun biaya konstruksinya relatif tinggi, menawarkan kekuatan tekan tinggi, kestabilan bentuk, serta kebutuhan pemeliharaan yang rendah, menjadikannya pilihan utama untuk saluran sekunder permanen yang membutuhkan keandalan tinggi (Suripin, 2004; Makarim, 2019).

f. Ketahanan terhadap rembesan dan erosi

Ketahanan saluran terhadap rembesan dan erosi sangat dipengaruhi oleh jenis material yang digunakan. Saluran tanah umumnya memiliki ketahanan rendah terhadap kedua faktor ini dan berpotensi mengalami kerusakan bila tidak dilapisi atau diperkuat. Pasangan batu memiliki ketahanan sedang terhadap rembesan, tetapi sangat baik dalam menahan erosi permukaan. Sementara itu, beton merupakan material dengan ketahanan tertinggi terhadap rembesan dan erosi karena sifatnya yang kedap air dan kuat secara struktural. Oleh karena itu, pada daerah-daerah yang memiliki risiko tinggi terhadap kerusakan hidraulik, beton menjadi material yang paling

direkomendasikan (Triatmodjo, 2003; Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017).

6. Bangunan Pelengkap pada Saluran Sekunder

Bangunan pelengkap pada saluran sekunder memiliki peran penting dalam pengaturan, distribusi, serta pengamanan aliran air agar sistem irigasi berfungsi optimal dan efisien. Beberapa bangunan utama yang termasuk dalam kelompok pelengkap ini antara lain pintu sadap, bangunan bagi, dan bangunan penguras atau pelimpah, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam menunjang kinerja jaringan irigasi sekunder.

a. Pintu sadap

Pintu sadap merupakan bangunan pelengkap yang berfungsi untuk mengatur aliran air dari saluran sekunder menuju saluran tersier, disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman pada lahan pertanian di hilir (Kementerian PU, 2013). Pintu ini memungkinkan pembagian debit secara terkendali dan dapat dioperasikan oleh petani atau petugas irigasi, baik secara manual maupun dengan sistem kendali yang lebih modern (Kementerian PUPR, 2018).

Desain pintu sadap harus memperhatikan tinggi muka air, kapasitas aliran, jenis pintu, serta kemudahan operasional dan perawatan agar distribusi air berlangsung efektif (Kementerian PU, 2013).

b. Bangunan bagi

Bangunan bagi digunakan untuk membagi aliran air dari satu saluran ke dua atau lebih cabang saluran secara proporsional, baik dalam jaringan sekunder maupun dari sekunder ke tersier (Kementerian PU, 2013). Struktur ini umumnya dilengkapi dengan pintu pengatur atau sekat tetap yang mengarahkan air ke masing-masing cabang sesuai alokasi kebutuhan dan luas lahan yang dilayani (Kementerian PUPR, 2018). Desain bangunan bagi harus memperhitungkan kestabilan struktur, kemudahan dalam pengaturan aliran, serta potensi kehilangan energi atau endapan yang dapat mengganggu efisiensi distribusi (Kementerian PU, 2013).

c. Bangunan penguras atau pelimpah

Bangunan penguras atau pelimpah berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air dari saluran sekunder ke saluran pembuang, terutama saat terjadi debit berlebih akibat hujan atau kelebihan pasokan dari saluran primer (Kementerian PU, 2013). Bangunan ini sangat penting untuk mencegah genangan, kerusakan saluran, dan gangguan terhadap tanaman, serta menjaga stabilitas aliran dalam sistem irigasi (Kementerian PUPR, 2015). Pelimpah dirancang pada lokasi-lokasi kritis atau titik rendah dari saluran dengan dimensi yang sesuai debit limpasan maksimum yang diperkirakan (Kementerian PU, 2013).

7. Standar dan Pedoman Perencanaan

a. SNI dan ketentuan teknis dari Kementerian PUPR

Perencanaan saluran sekunder irigasi harus mengacu pada ketentuan teknis dari Kementerian PUPR, khususnya dokumen Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, yang menetapkan standar dimensi penampang, kecepatan aliran, kemiringan dasar saluran, dan koefisien kekasaran sesuai debit rencana (Kementerian PU, 2013). Standar ini juga mencakup persyaratan teknis bangunan air, kelayakan hidraulik, serta kestabilan saluran dalam mendistribusikan air secara efisien (Kementerian PU, 2013).

b. Petunjuk teknis irigasi (PUPi)

Dalam petunjuk teknis irigasi yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR, dijelaskan bahwa pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi oleh P3A dan GP3A harus memenuhi prinsip efisiensi teknis, keberlanjutan, dan partisipasi petani (Kementerian PUPR, 2018). Dokumen ini memberikan panduan teknis tentang perencanaan dan pelaksanaan fisik saluran sekunder, termasuk pemilihan lokasi bangunan bagi, dimensi saluran, dan pengendalian aliran (Kementerian PUPR, 2018).

c. Pedoman perencanaan hidraulik saluran irigasi

Pedoman perencanaan hidraulik saluran irigasi dituangkan dalam dokumen KP-03 dan KP-04, yang menyajikan metode analisis debit dan dimensi saluran menggunakan rumus Manning serta analisis kestabilan aliran (Kementerian PU, 2013). Parameter seperti kemiringan saluran (S), kekasaran (n), debit rencana (Q), dan jenis aliran (subkritis atau superkritis) menjadi dasar penentuan bentuk dan ukuran penampang saluran sekunder (Kementerian PU, 2013).

d. Aspek operasi dan pemeliharaan dalam desain

Aspek operasi dan pemeliharaan saluran sekunder harus dirancang sejak awal untuk menjamin keberlanjutan fungsi jaringan, sesuai dengan ketentuan Permen PUPR No. 12 Tahun 2015 (Kementerian PUPR, 2015). Tanggung jawab pemeliharaan saluran sekunder berada pada pemerintah daerah, termasuk kegiatan rutin seperti pengangkatan sedimentasi, perbaikan bangunan bagi, dan pengukuran debit, yang harus diakomodasi dalam desain (Kementerian PUPR, 2015).

C. Penelitian Relevan

- 1 Judul: “Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Sekunder pada Daerah Irigasi Dakaino”

Penelitian yang dilakukan oleh Irvan Hamid et al. (2022) bertujuan untuk menganalisis kehilangan air pada saluran sekunder di Daerah Irigasi Dakaino, Maluku Utara, sebagai dasar perbaikan efisiensi sistem irigasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Inflow–Outflow, disertai survei lapangan dan pengukuran debit harian pada titik-titik strategis saluran. Hasil menunjukkan adanya kehilangan air yang signifikan, terutama akibat retakan pada struktur saluran, sedimentasi, dan kehilangan melalui infiltrasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efisiensi sistem irigasi hanya sebesar 63,5%, jauh dari standar efisiensi ideal (>80%). Kontribusinya penting dalam menegaskan perlunya perencanaan ulang dan perbaikan fisik saluran sekunder untuk meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi.

2 Judul: “Analisis Kehilangan Air Pada Saluran Sekunder Lonrong”

Riswan Riswan et al. (2023) meneliti kehilangan air di saluran sekunder Lonrong, bagian dari Daerah Irigasi Bissua, Kabupaten Takalar. Penelitian ini bertujuan mengetahui volume air yang hilang selama proses distribusi dan mencari upaya pengendalian kehilangan tersebut. Metode yang digunakan adalah observasi lapangan, pengukuran debit aktual, serta perbandingan antara debit masukan dan keluaran pada titik saluran. Temuan utama menunjukkan rata-rata kehilangan debit sebesar 7.094 liter/detik, disebabkan oleh

kerusakan struktur saluran dan buruknya manajemen air. Kesimpulan penelitian menyarankan perencanaan ulang dimensi saluran serta pemanfaatan saluran tertutup di beberapa ruas sebagai solusi. Relevansi ilmiahnya mendukung pentingnya akurasi perencanaan saluran sekunder pada wilayah irigasi eksisting.

3 Judul: “Perencanaan Saluran Sekunder Laliseng Kecamatan Keera Kabupaten Wajo”

Zainal Rifaldi et al. (2023) berfokus pada perencanaan teknis saluran sekunder di Desa Laliseng berdasarkan debit rencana dan kebutuhan air lahan pertanian. Tujuannya adalah menghasilkan desain saluran yang efisien dan mampu menampung debit maksimum berdasarkan pola tanam padi. Metode yang digunakan melibatkan analisis curah hujan dengan metode monografi, perhitungan debit dengan pendekatan rasional, serta perencanaan dimensi saluran trapezoid menggunakan rumus Manning. Hasil perhitungan menunjukkan saluran dengan lebar dasar 1,4 m dan tinggi 0,6 m mampu mengalirkan debit sebesar 1,166 m³/detik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa desain yang disesuaikan dengan data iklim lokal dan kebutuhan aktual tanaman meningkatkan efisiensi sistem. Kontribusinya terletak pada pendekatan perencanaan berbasis data iklim dan kebutuhan agronomis.

- 4 Judul: “Kajian Perencanaan Saluran Irigasi Sekunder dan Tersier di Desa Samelung, Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu”

Penelitian oleh Marthen L. Paembonan (2018) bertujuan mengevaluasi kapasitas saluran sekunder dan tersier yang ada serta merencanakan dimensi saluran yang sesuai kebutuhan debit di Samelung. Metode penelitian terdiri atas survei lapangan, pengukuran debit sungai, dan analisis debit tersier berdasarkan kebutuhan lahan sawah seluas 130 ha. Hasil menunjukkan debit maksimum sekunder sebesar $0,397 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kebutuhan debit tersier $0,317 \text{ m}^3/\text{detik}$, yang menunjukkan ketidaksesuaian distribusi. Kesimpulan penelitian ini menekankan pentingnya sinkronisasi dimensi dan kapasitas saluran antar tingkat distribusi (sekunder dan tersier). Kontribusi ilmiahnya relevan untuk desain sistem irigasi terintegrasi, terutama pada jaringan irigasi dengan konfigurasi bercabang.

- 5 Judul: “Perencanaan Saluran Irigasi Sekunder Pada DI. Raci Kulon”

Citto Pacama Fajrinia (2024) menyusun perencanaan saluran sekunder di Daerah Irigasi Raci Kulon, Kabupaten Gresik, sebagai upaya optimalisasi pengaliran dari waduk utama. Tujuan utamanya adalah merancang saluran sekunder yang mampu menyalurkan debit

sesuai kebutuhan pola tanam padi-palawija. Metode yang digunakan meliputi analisis kebutuhan air irigasi, pengukuran topografi saluran, dan perhitungan dimensi saluran dengan metode Manning. Hasil studi menunjukkan bahwa saluran lama berbentuk tanah memiliki kehilangan tinggi dan direkomendasikan konversi ke saluran beton dengan lebar dasar 1,2 m. Kesimpulannya, desain ulang berbasis kebutuhan tanaman dan struktur beton dapat meningkatkan efisiensi distribusi hingga 30%. Kontribusinya mencakup implementasi prinsip teknis irigasi berkelanjutan berbasis konservasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini berlangsung selama kurang lebih enam bulan, terhitung sejak tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Rangkaian kegiatan penelitian dibagi ke dalam beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:

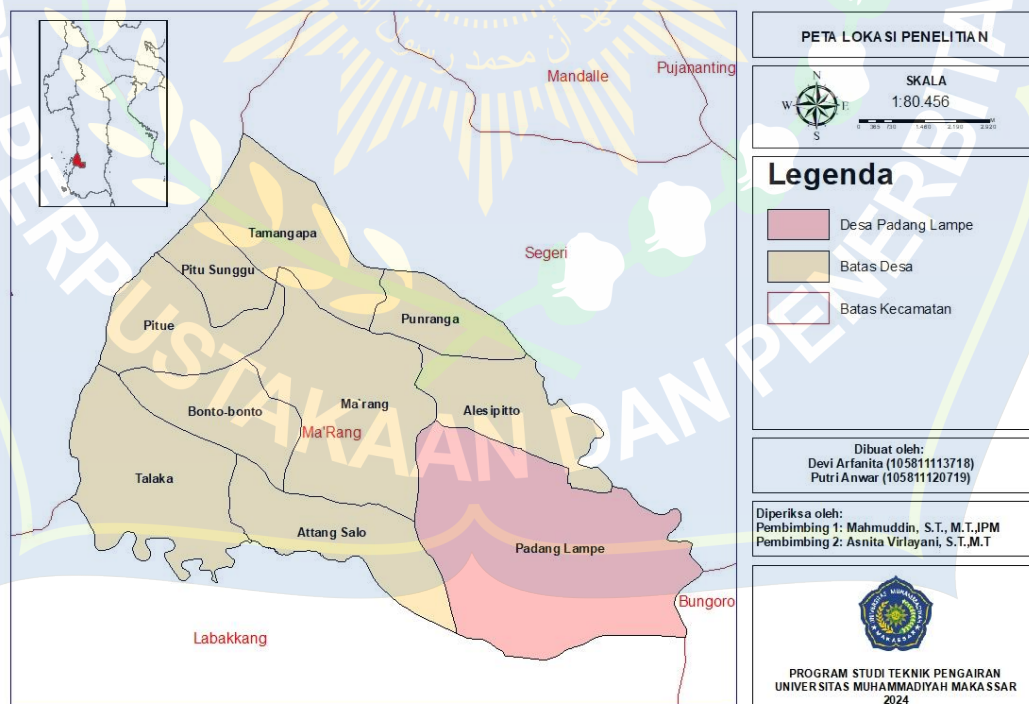
- a. Tahap Persiapan dan Studi Literatur dilaksanakan selama 1 bulan, mencakup pencarian referensi, penentuan lokasi studi, identifikasi masalah, serta perumusan tujuan dan batasan penelitian.
- b. Tahap Pengumpulan Data Lapangan dilaksanakan selama 2 bulan, yang meliputi survei topografi, observasi kondisi saluran eksisting, serta pengumpulan data sekunder seperti data curah hujan, luas lahan, dan debit sungai dari instansi terkait.
- c. Tahap Analisis Data dilakukan selama 2 bulan, meliputi analisis hidrologi dengan metode statistika (Thiessen, Gumbel, Log Pearson Type III, Iwai-Kadoya), serta analisis hidrolika menggunakan rumus Manning untuk mengevaluasi kapasitas saluran.
- d. Tahap Penyusunan Laporan dan Perencanaan Teknis dilakukan selama 1 bulan, yang mencakup penyusunan gambar teknis, evaluasi saluran

- e. eksisting dibandingkan dengan rencana, serta perumusan kesimpulan dan saran.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah irigasi Tabo-Tabo Pangkep. Secara geologis wilayah irigasi terletak pada $04^{\circ}45'30''$ LS - $119^{\circ}36'18''$ BT dan berjarak 65 km di sebelah utara Bagian Makassar. Sub-wilayah yang diairi oleh Wilayah Perairan Padang Lampe meliputi Sub-wilayah Bungoro dan Sub-wilayah Labakkang .

Wilayah Sistem Pengairan Padang Lampe dibangun pada periode 1967, terletak pada aliran Sungai Tabo yang mengalir areal pertanian dengan luas areal standar 8.615 Ha di Pangkep.



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan yang bersifat kuantitatif-deskriptif, dengan pendekatan teknis dan analitis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi eksisting saluran sekunder pada Daerah Irigasi Padang Lampe serta merancang perencanaan teknis saluran yang mampu memenuhi kebutuhan irigasi secara efektif dan efisien. Penelitian ini memadukan metode analisis hidrologi dan hidrolika sebagai dasar dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan.

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu:

a. Data Primer, diperoleh melalui survei langsung di lapangan.

Pengumpulan data ini meliputi:

- 1) Pengukuran topografi dan geometri saluran menggunakan alat ukur teknis (waterpass, meteran, GPS).
- 2) Observasi terhadap kondisi fisik saluran eksisting, termasuk jenis konstruksi, dimensi saluran, dan kondisi kerusakan.
- 3) Dokumentasi visual sebagai pelengkap informasi teknis di lapangan.

b. Data Sekunder, diperoleh dari instansi teknis terkait, seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Pengairan Kabupaten Pangkep, serta sumber literatur terpercaya. Data sekunder yang digunakan mencakup:

- 1) Data curah hujan dari beberapa stasiun klimatologi di sekitar daerah irigasi.
- 2) Data luas lahan sawah terlayani oleh sistem irigasi Padang Lampe.
- 3) Data debit sungai (aliran Sungai Tabo) sebagai sumber utama air irigasi.
- 4) Peta dan dokumen teknis pendukung, seperti peta kontur, peta jaringan irigasi, dan rencana teknis sebelumnya.

C. Alat dan Bahan

Penggunaan alat dan bahan ini dirancang untuk menjamin ketepatan data dan keakuratan hasil perhitungan dalam mendukung penyusunan perencanaan teknis saluran irigasi yang efektif dan efisien sesuai dengan standar yang berlaku.

1. Alat

- a. Alat Ukur Waterpass dan Statif

Digunakan untuk melakukan pengukuran elevasi lahan dan saluran guna menyusun profil memanjang (long section) dan penampang melintang (cross section) saluran irigasi.

b. Global Positioning System (GPS)

Digunakan untuk menentukan koordinat lokasi penelitian dan mengidentifikasi posisi geografis saluran secara akurat.

c. Roll Meter / Pita Ukur

Digunakan untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi saluran pada lokasi eksisting.

d. Kompas Arah

Digunakan untuk membantu orientasi arah dan memastikan alur pengambilan data sesuai dengan posisi teknis saluran.

e. Kamera Digital / Smartphone Berkamera

Digunakan untuk mendokumentasikan kondisi fisik saluran irigasi sebagai data visual pendukung.

f. Laptop dan Perangkat Lunak Pendukung

Digunakan untuk pengolahan data dan perhitungan teknis, termasuk software seperti Microsoft Excel, AutoCAD, dan perangkat bantu analisis lainnya.

2. Bahan

a. Formulir Survei Lapangan

Berisi format standar untuk mencatat hasil pengamatan kondisi fisik saluran dan hasil pengukuran di lapangan.

b. Peta Topografi dan Peta Jaringan Irigasi

Digunakan sebagai referensi visual dan dasar perencanaan ulang jaringan saluran.

c. Data Curah Hujan, Data Debit Sungai, dan Luas Areal Sawah

Merupakan bahan dasar dalam analisis hidrologi dan penentuan kebutuhan air irigasi.

d. Literatur dan Dokumen Teknis

Meliputi buku-buku, jurnal ilmiah, peraturan teknis, serta dokumen perencanaan terdahulu sebagai acuan teoritis dan pembanding.

D. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, “Perencanaan Saluran Sekunder Irigasi Padang Lampe Daerah Irigasi Pangkep”, variabel yang digunakan terdiri atas variabel bebas yaitu curah hujan (R), luas daerah aliran (A), dan koefisien aliran (C), yang merepresentasikan kondisi hidrologi dan karakteristik lahan, serta variabel terikat berupa debit aliran (Q) yang digunakan sebagai dasar perencanaan dimensi saluran. Ketiga variabel bebas tersebut berpengaruh langsung terhadap debit aliran, sehingga perubahan nilai pada R , A , atau C akan menyebabkan perubahan nilai Q . Pemahaman terhadap hubungan antara variabel-variabel ini menjadi landasan utama dalam merancang saluran sekunder yang efisien, sesuai dengan kebutuhan pengairan dan

kondisi teknis di lapangan. Hubungan fungsional antar variabel ini dirumuskan dalam bentuk persamaan fungsi berikut:

$$Q = f\{R, A, C\} \quad (24)$$

E. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu:

1. **Data Primer**

Diperoleh melalui survei langsung di lapangan yang meliputi pengukuran dimensi saluran, elevasi saluran, serta dokumentasi kondisi fisik saluran eksisting.

2. **Data Sekunder**

Diperoleh dari instansi teknis dan dokumen pendukung yang mencakup data curah hujan, data debit sungai, data luas lahan, serta peta topografi wilayah irigasi.

F. Metode Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, meliputi:

1. **Analisis Hidrologi, menggunakan:**

- a. Metode Thiessen untuk curah hujan rata-rata,
- b. Distribusi Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai-Kadoya untuk curah hujan rencana,

- c. Rumus Mononobe untuk intensitas hujan,
 - d. Metode Rasional untuk perhitungan debit banjir rencana.
2. Analisis Hidrolika, menggunakan:
- a. Rumus Manning untuk perhitungan kapasitas saluran,
 - b. Evaluasi kesesuaian kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana.

G. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini disusun secara sistematis untuk menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir.

Tahapan-tahapan tersebut meliputi:

1. Tahap Persiapan

Meliputi studi literatur, identifikasi dan perumusan masalah, penetapan tujuan dan manfaat penelitian, serta penentuan batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer melalui survei lapangan dan pengukuran topografi, serta data sekunder dari instansi teknis dan literatur pendukung.

3. Tahap Analisis Data

Meliputi analisis hidrologi dan hidrolika untuk mengevaluasi kondisi saluran eksisting dan menghitung kebutuhan teknis saluran rencana.

4. Tahap Perencanaan Teknis

Penyusunan desain hidrolis saluran sekunder berdasarkan hasil analisis, serta evaluasi terhadap kapasitas saluran eksisting dibandingkan saluran rencana.

5. Tahap Penyusunan Hasil Penelitian

Merupakan tahap akhir berupa perumusan kesimpulan dan saran yang disusun berdasarkan hasil analisis dan perencanaan teknis yang telah dilakukan.

H. Bagan Alur Paenelitian

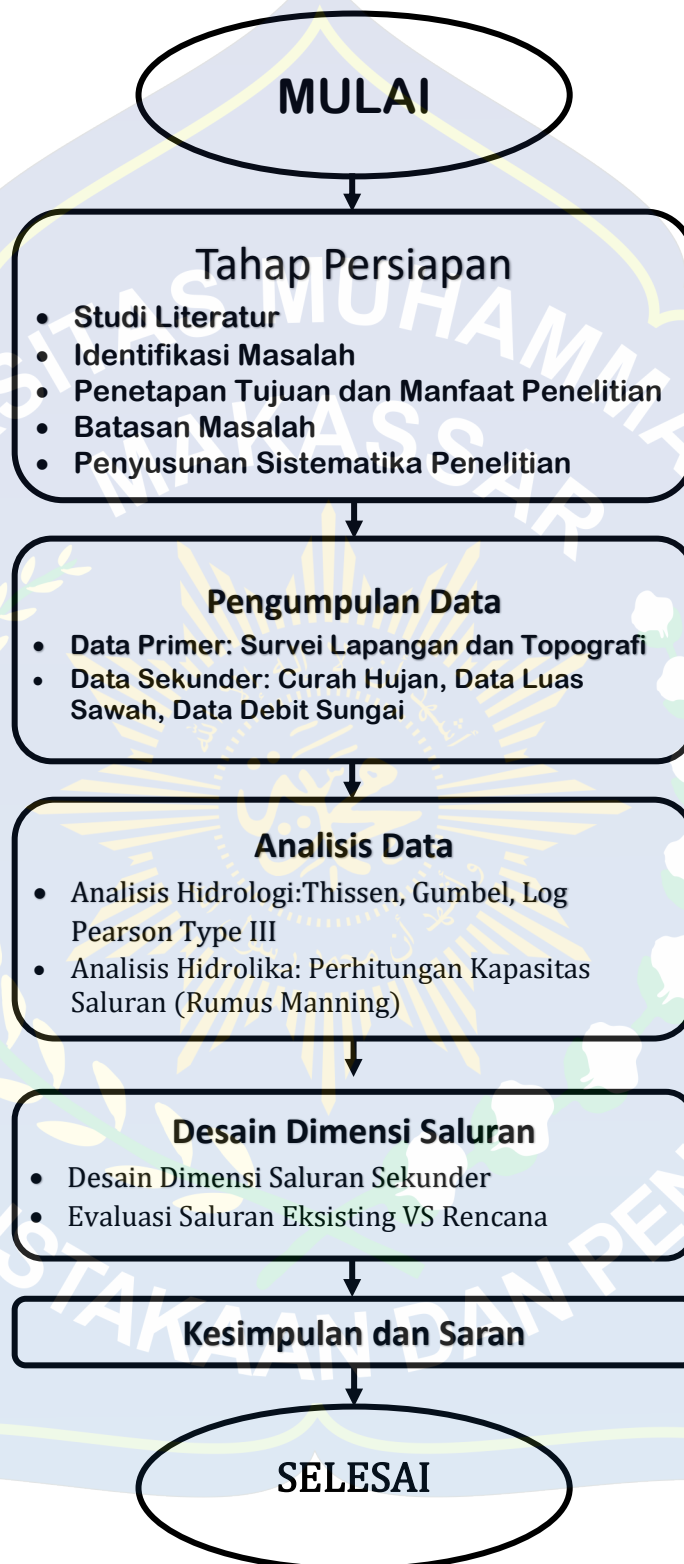
Alur penelitian ini dibuat dengan tahapan:

1. Mulai, yang merupakan langkah inisiasi dalam pelaksanaan seluruh proses penelitian.
2. Setelah itu, proses berlanjut pada Tahap Persiapan, yang terdiri atas:
 - a. Studi Literatur, untuk memperoleh pemahaman teoritis dan referensi terdahulu,
 - b. Identifikasi Masalah, dalam rangka menemukan isu atau persoalan aktual di lapangan,
 - c. Perumusan Masalah, guna memperjelas ruang lingkup penelitian,

- d. Penetapan Tujuan dan Manfaat Penelitian, yang menjadi arah dan alasan utama kegiatan,
 - e. Penentuan Batasan Masalah, untuk mempertegas fokus,
 - f. serta Penyusunan Sistematika Penelitian, sebagai kerangka dasar penulisan laporan.
- 3 Selanjutnya, masuk ke Tahap Pengumpulan Data, yang mencakup:
- a. Data Primer melalui survei lapangan dan pengukuran topografi, serta
 - b. Data Sekunder berupa informasi curah hujan, data luas areal sawah, dan data debit sungai.
- 4 Setelah data terkumpul, dilakukan Analisis Data yang terbagi dalam dua jenis utama:
- a. Analisis Hidrologi, menggunakan metode Thiessen, Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai-Kadoya,
 - b. Analisis Hidrolika, melalui perhitungan kapasitas saluran dengan Rumus Manning.
- 5 Tahapan berikutnya adalah Perencanaan Teknis, yang meliputi:
- a. Desain Dimensi Saluran Sekunder, serta
 - b. Evaluasi Saluran Eksisting dibandingkan dengan kondisi hasil perencanaan.

- 6 Seluruh rangkaian penelitian kemudian ditutup dengan penyusunan Kesimpulan dan Saran, sebagai tahapan akhir dari analisis yang dilakukan.
- 7 Terakhir, alur ini berujung pada tahap Selesai, yang menunjukkan bahwa proses penelitian telah rampung sepenuhnya.





Gambar 5. Flowchart Penelitian

BAB IV

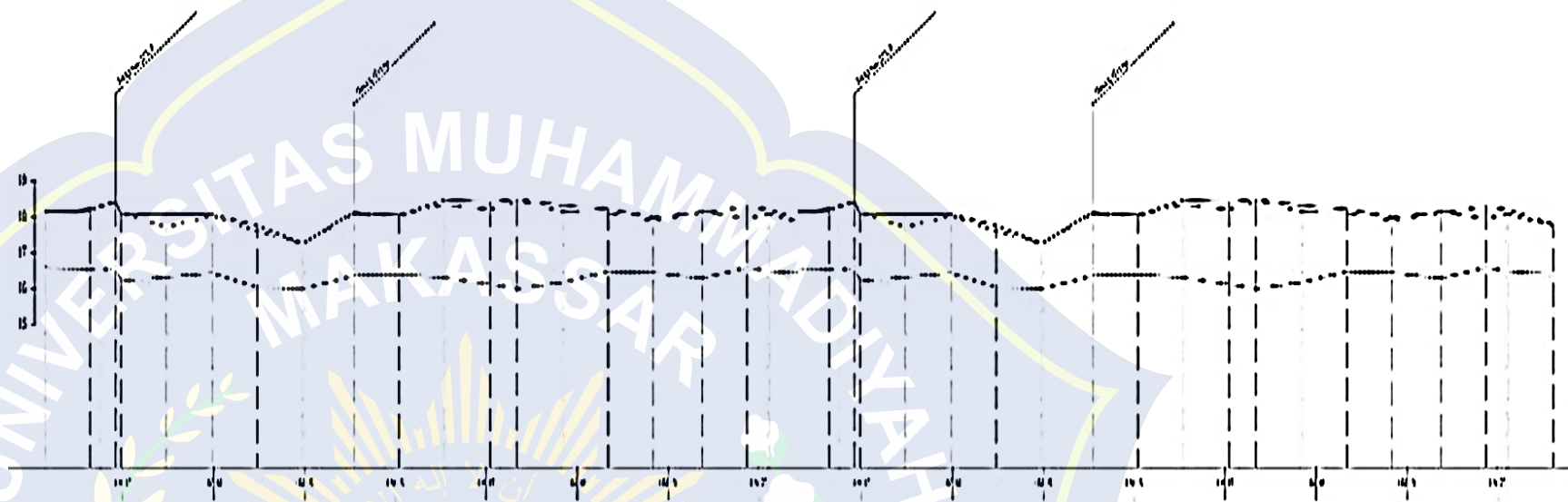
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil

1. Survei Topografi

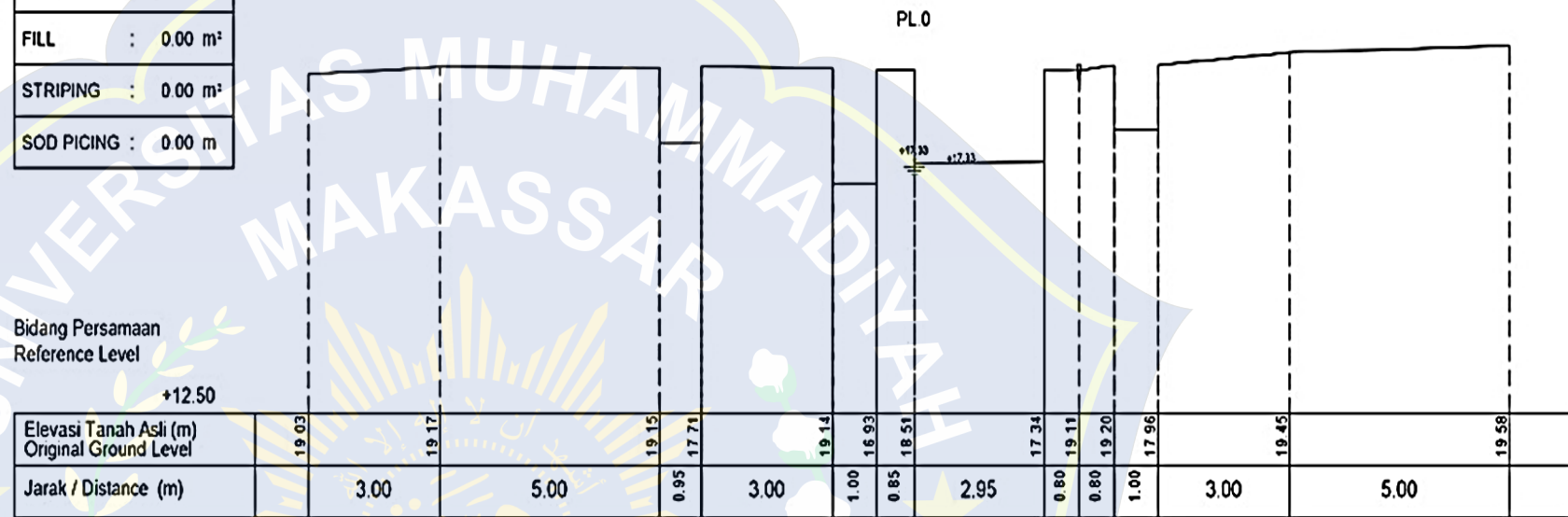
Survei topografi dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan alat waterpas untuk memperoleh data elevasi atau ketinggian titik-titik tertentu. Pengukuran ini mencakup profil memanjang (long section) dari patok PL 0 hingga PL 52, serta potongan melintang (cross section) pada patok B-10. Data ini penting untuk memahami bentuk, kontur, dan kemiringan lahan yang akan digunakan dalam perencanaan teknis, seperti saluran irigasi atau sistem drainase. Proses pengukuran dilakukan secara sistematis mengikuti trase yang telah ditentukan.

Data yang diperoleh merupakan data primer, karena didapatkan langsung melalui observasi dan pengukuran di lokasi tanpa melalui sumber sekunder. Informasi ini bersifat aktual dan mencerminkan kondisi eksisting lahan di lapangan. Hasil pengukuran kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik dan gambar teknis. Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 4. 1 Long section Patok A1-E-11

CUT	: 0.00 m ³
FILL	: 0.00 m ³
STRIPING	: 0.00 m ²
SOD Picing	: 0.00 m



Gambar 4. 2 Cross section PatoK PL-10

2. Data Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini bertujuan untuk mengetahui debit maksimum pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Pangkajenne yang memiliki luas DAS 382.21 km².

Dari data curah hujan yang tercatat pada masing-masing stasiun pengamat hujan dilakukan analisis data. Ada 3 stasiun curah hujan yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu : Stasiun Tabo-tabo, Stasiun Pangkajene, dan Stasiun Padaelo. Curah hujan rata-rata wilayah kemudian dihitung dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Metode ini sangat cocok digunakan pada DAS yang memiliki luas 100 – 500 km² (Soemarto, 1987).

Berdasarkan rumus pada metode Polygon Thiessen maka dapat dihitung frekuensi curah hujan maksimum rata-rata pada ketiga stasiun curah hujan. Untuk luas DAS yang masuk pengaruh ketiga stasiun curah hujan dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 6. Tabel Curah hujan Das Pangkajenne

No.	Nama Stasiun	Luas Pengaruh (Km)	Koefisien Thiessen
1	Tabo-tabo	84,92	0,20
2	Pangkajene	199,18	0,46
3	Padaelo	148,11	0,34
Jumlah		382.21	1

Tabel 7 . Curah Hujan Maksimum Rerata Metode Polygon Thiessen

No.	Tahun	TANGGAL KEJADIAN	NAMA STASIUN			Poligon	MAX
			Paotere	Senre	Panakukkang	Thiessen	
1	2015	03-Jan	49	55	20	41,83	114,62
		03-Feb	0	123	80	84,10	
		02-Feb	0	100	200	114,62	
2	2016	15-Dec	150	0	0	29,47	122,37
		03-Jan	75	183	68	122,37	
		06-Mar	0	0	161	55,17	
3	2017	18-Jan	300	0	6	61,00	71,96
		20-Feb	0	138	0	63,60	
		10-Jan	0	0	210	71,96	
4	2018	20-Dec	135	0	0	26,52	85,56
		08-Feb	83	125	34	85,56	
		20-Jan	21	18	128	56,28	
5	2019	25-Jan	150	0	0	29,47	63,71
		20-Dec	0	110	38	63,71	
		05-Jan	0	32	141	63,06	
6	2020	16-Feb	250	0	69	72,76	139,63
		29-Mar	0	303	0	139,63	
		28-Dec	0	0	110	37,69	
7	2021	05-Jan	125	0	2	25,25	135,28
		01-Jan	23	225	79	135,28	
		02-Jan	0	105	97	81,63	
8	2022	07-May	120	0	0	23,58	109,67
		05-Feb	55	190	33	109,67	
		02-Feb	93	8	181	83,98	
9	2023	18-Dec	189	3	49	55,31	108,00
		30-Jan	56	180	41	108,00	
		29-Jan	75	0	113	53,46	
10	2024	06-Jan	117	53	60	67,97	76,14
		13-Jan	31	123	39	76,14	
		19-Jan	0	20	91	40,40	
			Jumlah				2163,28
			Rata- rata				108,16

B. Analisis Hasil

1. Analisis Hidrologi

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai Koefisien

Thiessen yaitu sebagai berikut:

$$C_i = \frac{A_i}{A_{total}}$$

$$C_i = \frac{84,92}{432,21} = 0,20$$

Untuk menghitung curah hujan maksimum rata-rata dapat dilakukan dengan memilih curah hujan pada setiap stasiun pada tahun yang sama dan untuk rata-rata Thiessen dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = (R_1 \times C_1) + (R_2 \times C_2) + (R_3 \times C_3)$$

$$R = (49 \times 0,20) + (55 \times 0,46) + (20 \times 0,34)$$

$$R = 41,83$$

a. Distribusi Curah Hujan Rancangan

Tabel 8. Parameter Uji Distribusi Statistik

No.	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1	2015	114,62	6,46	41,68	269,09	1737,21
2	2016	122,37	14,21	201,86	2868,03	40748,42
3	2017	71,96	-36,20	1310,53	-47442,95	1717495,57
4	2018	85,56	-22,60	510,77	-11543,56	260887,37
5	2019	63,71	-44,45	1975,79	-87823,60	3903746,75
6	2020	139,63	31,47	990,40	31168,29	980883,02
7	2021	135,28	27,12	735,26	19937,22	540612,48
8	2022	109,67	1,51	2,28	3,45	5,20

9	2023	108,00	-0,16	0,03	0,00	0,00
10	2024	76,14	-32,03	1025,63	-32846,14	1051911,13
Rata-Rata (Xrt)		108,16				
Sx		34,09				
Cs		0,20				
Ck		2,45				
Cv		0,32				

Metode distribusi harus terlebih dahulu di uji melalui pengukuran disperse. Pada pengukuran disperse dapat dilakukan pengukuran terhadap besarnya parameter statistik yang berupa koefisien kemencengan (skewness) atau Cs, koefisien kepuncakan (kurtosis) atau Ck dan koefisien variasi atau Cv, untuk menghitung faktor Cs, Ck dan Cv diperlukan parameter perhitungan faktor yang disajikan dalam bentuk tabel.

Dari tabel di atas didapatkan nilai Standar Deviasi (*Sd*), Koefisien Kemencengan *Skwness* (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv) didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Standar Deviasi (*Sd*)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xrt)^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{22085,33}{20 - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{22085,33}{19}}$$

$$Sd = 34,09 \text{ mm}$$

Koefisien Kemencengan *Skwness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times 138164,02}{(20-1)(20-2)(34,09)^3}$$

Tabel 9. Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Bentuk Log

No.	Tahun	Hujan Harian (X_i)	Log X_i	$X_i - X_{rt}$	$(X_i - X_{rt})^2$	$(X_i - X_{rt})^3$	$(X_i - X_{rt})^4$
1	2015	114,62	2,06	0,05	0,0022	0,0001	0,0000
2	2016	122,37	2,09	0,08	0,0057	0,0004	0,0000
3	2017	71,96	1,86	-0,16	0,0241	-0,0037	0,0006
4	2018	85,56	1,93	-0,08	0,0064	-0,0005	0,0000
5	2019	63,71	1,80	-0,21	0,0434	-0,0090	0,0019
6	2020	139,63	2,14	0,13	0,0176	0,0023	0,0003
7	2021	135,28	2,13	0,12	0,0141	0,0017	0,0002
8	2022	109,67	2,04	0,03	0,0008	0,0000	0,0000
9	2023	108,00	2,03	0,02	0,0004	0,0000	0,0000
10	2024	76,14	1,88	-0,13	0,0171	-0,0022	0,0003
Jumlah			40,25	0,00	0,3887	-0,0126	0,0112
Rata-Rata (X_{rt})			2,01				
Sd			0,14				
C_s			-0,25				
C_k			1,85				
C_v			0,07				

$$C_s = \frac{2763280,40}{(19)(18)(39616,95)}$$

$$C_s = \frac{2763280,40}{13553498,99}$$

$$C_s = 0,20 \text{ mm}$$

Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X}_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_d)^4}$$

$$C_k = \frac{20^2 \times 48054791,40}{(20-1)(20-2)(20-3)(34,09)^4}$$

$$C_k = \frac{19221916560}{(19)(18)(17)(1350541,721)}$$

$$C_k = \frac{19221916560}{7852049564,79}$$

$$C_k = 2,45 \text{ mm}$$

Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}_{rt}}$$

$$C_v = \frac{34,09}{108,16} = 0,32 \text{ mm}$$

Dari tabel di atas didapatkan nilai Standar Deviasi (S_d), Koefisien Kemencengan *Skwness* (C_s), Koefisien Kurtosis (C_k) dan Koefisien Variasi (C_v) didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Harga Rata-rata *mean*

$$x_{rt} = \frac{\sum x}{n}$$

$$x_{rt} = \frac{40,25}{20}$$

$$x_{rt} = 2,01 \text{ mm}$$

Standar Deviasi (S_d)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xrt)^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0,3887}{20 - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0,3887}{19}}$$

$$Sd = 0,14 \text{ mm}$$

Koefisien Kemencengan *Skwness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (Xi - Xrt)^3}{(n - 1)(n - 2)(Sd)^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times (-0,0126)}{(20 - 1)(20 - 2)(0,14)^3}$$

$$C_s = \frac{-0,2514}{(19)(18)(0,002744)}$$

$$C_s = \frac{-0,2514}{0,938448}$$

$$C_s = -0,25 \text{ mm}$$

Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (Xi - Xrt)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)(Sd)^4}$$

$$C_k = \frac{20^2 \times 0,0112}{(20 - 1)(20 - 2)(20 - 3)(0,14)^4}$$

$$C_k = \frac{4,50}{(19)(18)(17)(0,00042)}$$

$$C_k = \frac{4,50}{2,43}$$

$$C_k = 1,85 \text{ mm}$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$c_v = \frac{S_d}{\bar{X}_{rt}}$$

$$c_v = \frac{0,14}{2,01}$$

$$c_v = 0,07 \text{ mm}$$

Tabel 10. Penentuan Distribusi Curah Hujan Berdasarkan Hasil Pengujian Distribusi Statistik

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	0,20	Tidak memenuhi
		Ck = 3	2,45	
3	Gumbel	Cs = 1,1396	0,20	Tidak Memenuhi
		Ck = 5,4002	2,45	
2	Log Normal	Cs = $Cv^3 + 3Cv = 3$	0,21	Tidak memenuhi
		Ck = $Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 5,383$	3,08	
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	-0,25	Memenuhi
			1,85	

Berdasarkan hasil pengujian distribusi statistik pada tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa metode Log Pearson Type III memenuhi persyaratan dari pengujian distribusi.

a. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan bertujuan untuk menentukan kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan maksimum dalam menentukan debit banjir rencana.

Data curah hujan yang digunakan yaitu dari Stasiun Tabo-tabo, Stasiun Pangkajene dan Stasiun Padaelo mulai dari tahun 2001 – 2020. Adapun metode yang digunakan dalam menentukan frekuensi curah hujan maksimum yaitu metode distribusi Gumbel, Log Pearson Type III dan Iwai Kadoya.

1) Metode Gumbel

Tabel 11. Analisis data curah hujan Metode Gumbel

No	Curah Hujan (Xi) (Tahun)	Kala Ulang (Tahun)	Xi^2	$(Xi - Xr)$	$(Xi - Xr)^2$	$(Xi - Xr)^3$	$(Xi - Xr)^4$
1	175,35	0,05	30747,14	67,18	4513,75	303253,34	20373898,09
2	151,63	0,10	22991,30	43,46	1889,17	82112,22	3568976,94
3	150,28	0,14	22584,16	42,12	1773,76	74703,80	3146228,75
4	142,63	0,19	20344,08	34,47	1188,08	40951,13	1411522,49
5	139,63	0,24	19497,87	31,47	990,40	31168,29	980883,02
6	135,28	0,29	18300,67	27,12	735,26	19937,22	540612,48
7	123,94	0,33	15360,47	15,77	248,79	3924,22	61897,31
8	122,37	0,38	14974,92	14,21	201,86	2868,03	40748,42
9	114,62	0,43	13137,79	6,46	41,68	269,09	1737,21
Σ	2163,28	10,00	256075,27	0,000	22085,33	138164,02	48054791,40

Berdasarkan data curah hujan yang ada diatas, kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rencana sebagai berikut.

Menghitung Curah Hujan Rata – rata (Xr)

$$Xr = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{2163,28}{20} = 108,16$$

Menghitung Standar Deviasi (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{22085,33}{20 - 1}} = 34,09$$

Menghitung Koefisien Asimetris (C_s)

$$c_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S_x^3}$$

$$c_s = \frac{20 \times 138164,02}{(20 - 1)(20 - 2)34,09^3}$$

$$c_s = \frac{2763280,35}{13553499,02}$$

$$c_s = 0,20$$

Menghitung Koefisien Kortusis (C_k)

$$c_k = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^4}{S_x^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20} \frac{48054791,40}{34,09^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20} \frac{48054791,40}{34,09^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20} \frac{48054791,40}{1351140,25}$$

$$c_k = 1,78$$

Menghitung Faktor Frekuensi (K)

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$K = \frac{0,3664 - 0,52}{1,06}$$

$$K = -0,1448$$

Dimana :

Y_t = Reduksi Variated (dapat dilihat pada tabel lampiran Y_t untuk

$N = 20$ tahun)

Y_n = Reduces mean (dapat dilihat pada tabel lampiran Y_n untuk

$N = 20$ tahun)

S_n = Reduced standar deviation (dapat dilihat pada tabel lampiran

S_n untuk $N = 20$ tahun)

Menghitung besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang t (X_t)

$$X_t = X_r + (S_x \times K)$$

$$X_t = 108,16 + (34,09 \times (-0,1448))$$

$$X_t = 103,23 \text{ mm}$$

Untuk langkah perhitungan pada periode ulang tahun (T) selanjutnya sama dengan perhitungan diatas. Hasil perhitungan periode ulang tahun (T) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Hasil Perhitungan curah hujan rencana Metode Gumbel

Tahun	Y_n	S_n	Y_t	K	S_x	$K.S_x$	X_r	$X_t = (X_r + (K.S_x))$
2	0,52	1,06	0,3665	-0,1448	34,09	-4,94	108,16	103,23
10	0,52	1,06	2,2502	1,6323	34,09	55,65	108,16	163,81
25	0,52	1,06	3,1985	2,5269	34,09	86,15	108,16	194,32

2) Metode Log Pearson Type III

Tabel 13. Analisis data curah hujan Metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (Tahun)	P (%)	X_i	Log X_i	(Log X_i - log X_r)	(Log X_i - Log X_r) ²	(Log X_i - Log X_r) ³
1	0,05	4,76	175,35	2,24	0,2315	0,0536	0,0124

2	0,10	9,52	151,63	2,18	0,1683	0,0283	0,0048
3	0,14	14,29	150,28	2,18	0,1645	0,0270	0,0044
4	0,19	19,05	142,63	2,15	0,1418	0,0201	0,0028
5	0,24	23,81	139,63	2,14	0,1325	0,0176	0,0023
6	0,29	28,57	135,28	2,13	0,1188	0,0141	0,0017
7	0,33	33,33	123,94	2,09	0,0808	0,0065	0,0005
8	0,38	38,10	122,37	2,09	0,0752	0,0057	0,0004
9	0,43	42,86	114,62	2,06	0,0468	0,0022	0,0001
10	0,48	47,62	109,67	2,04	0,0277	0,0008	0,0000
Jumlah			2163,28	40,25	-0,0001	0,39	-0,013

Berdasarkan data curah hujan diatas dapat dilakukan perhitungan hujan rencana menggunakan rumus – rumus berikut.

Menghitung Curah hujan rata – rata (X_r).

$$\log X_r = \frac{\sum(\log X_i)}{n} = \frac{40,25}{20} = 2,012$$

Menghitung Simpangan baku (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(\log X_i - \log X_r)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,39}{20 - 1}} = 0,143$$

Menghitung Koefisien kemencengan (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum(\log X_i - \log X_r)^3}{(n - 1)(n - 2)(S_x)^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times (-0,013)}{(20 - 1)(20 - 2)(0,143)^3}$$

$$C_s = \frac{-0,251}{1,001}$$

$$C_s = -0,251$$

Menghitung Harga G

Harga G untuk koefisien kemencengan dapat dilihat pada tabel lampiran harga G distribusi log pearson type III sesuai hasil perhitungan nilai Cs yang didapatkan. Apabila nilai Cs tidak ada pada tabel, maka dilakukan interpolasi untuk mendapatkan harga G yang sesuai.

Diketahui:

$$Cs = -0,251$$

Tabel 14. Harga G untuk $-0,20$ dan $-0,30$

Cs	2	10	25
-0,20	0,850	1,680	1,945
-0,30	0,853	1,643	1,890

Interpolasi nilai Cs = $-0,251$ ke persamaan berikut:

$$\frac{(-0,20) - (-0,30)}{(-0,251) - (-0,30)} = \frac{0,850 - 0,853}{G - 0,853}$$

$$\frac{0,1}{0,049} = \frac{-0,003}{G - 0,853}$$

$$0,1 \times (G - 0,853) = 0,049 \times (-0,003)$$

$$0,1x - 0,0853 = -0,000147$$

$$0,1G = -0,000147 + 0,0853$$

$$0,1G = 0,08515$$

$$G = \frac{0,08515}{0,1} = 0,8515$$

Menghitung besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang t (X_t)

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_r + (S_x \times G)$$

$$\text{Log } X_t = 2,01 + (0,143 \times 0,8515) \text{Log } X_t = 2,012 + 0,122$$

$$\log X_t = 2,134$$

$$X_t = 136,22 \text{ mm}$$

Tabel 15. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	G	Log X_t	X_t (mm)
1	2	0,8515	2,13	136,22
2	10	1,6610	2,25	177,84
3	25	1,9168	2,29	193,47

Untuk langkah perhitungan pada periode ulang tahun (T) selanjutnya sama dengan perhitungan diatas. Hasil perhitungan periode ulang tahun (T) dapat dilihat pada tabel 10.

3) Metode Iwai Kadoya

Tabel 16. Analisis data curah hujan Metode Iwai Kadoya

No	Kala Ulang (Tahun)	P %	X_i	Log X_i	(Log X_i - Log X)	(Log X_i - Log X) ²	(Log X_i - Log X) ³
1	0,05	4,76	175,35	2,24	0,2315	0,0536	0,0124
2	0,10	9,52	151,63	2,18	0,1683	0,0283	0,0048
3	0,14	14,29	150,28	2,18	0,1645	0,0270	0,0044
4	0,19	19,05	142,63	2,15	0,1418	0,0201	0,0028
5	0,24	23,81	139,63	2,14	0,1325	0,0176	0,0023
6	0,29	28,57	135,28	2,13	0,1188	0,0141	0,0017
7	0,33	33,33	123,94	2,09	0,0808	0,0065	0,0005
8	0,38	38,10	122,37	2,09	0,0752	0,0057	0,0004
9	0,43	42,86	114,62	2,06	0,0468	0,0022	0,0001
10	0,48	47,62	109,67	2,04	0,0277	0,0008	0,0000
Σ			2163,28	40,25	0,00	0,39	-0,01

Perhitungan Log X , X , dan X^2

$$\Sigma(\log X_i) = 40,25$$

$$n = 20$$

$$\log X = \frac{\sum (\log X_i)}{n} = \frac{40,25}{20} = 2,01$$

$$X = 102,91$$

$$X^2 = 10590,16$$

Tabel 17. Perhitungan nilai b

No	Xs	Xt	Xs x Xt	Xs + Xt	(4)- X ²	2x- (5)	bi = (6)/(7)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	175,35	55,05	7320,15	230,40	-3270,01	-24,58	133,01
2	151,63	63,71	8458,46	215,34	-2131,70	-9,53	223,77
Σbi							356,78
b							178,39

Tabel 18. Perhitungan Probabilitas Curah Hujan Harian

No	Xi	Log XI	Xi +b	Log(Xi + b)	{Log(Xi+b)} ²
1	175,35	2,244	353,740	2,55	6,50
2	151,63	2,181	330,020	2,52	6,34
3	150,28	2,177	328,672	2,52	6,33
4	142,63	2,154	321,024	2,51	6,28
5	139,63	2,145	318,026	2,50	6,26
6	135,28	2,131	313,671	2,50	6,23
7	123,94	2,093	302,329	2,48	6,15
8	122,37	2,088	300,764	2,48	6,14
9	114,62	2,059	293,012	2,47	6,09
Jumlah	2163,28	40,25	5731,12	49,09	120,52
				2,45	6,03
				Xo	Xa

Menghitung Nilai Xo dan Xa

$$Xo = \frac{\sum \log (Xi + b)}{n}$$

$$X_o = \frac{49,09}{20}$$

$$X_o = 2,45$$

$$X_a = \frac{\sum (\text{Log } (X_i - b))^2}{n}$$

$$X_a = \frac{120,52}{20}$$

$$X_a = 6,03$$

Menghitung nilai $1/c$

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \times \sqrt{(X_a - X_o^2)}$$

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{20-1}} \times \sqrt{(6,03 - 2,45^2)}$$

$$\frac{1}{c} = 0,241$$

Tabel 19. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Iwai Kadoya

T	ϵ_i	$(1/a) \times \epsilon_i$	$(1/a) \times \epsilon_i + X_o$	$\text{Log}^{-1} ((1/a) \times \epsilon_i + X_o)$	$X_T = (5) - b$
1	2	3	4	5	6
2	0,0000	0,00	2,45	304,64	126,247
10	0,9062	0,22	2,67	360,26	181,868
25	1,2379	0,30	2,75	377,37	198,983

Tabel 20. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode

Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai Kadoya

No	Periode Ulang	Gumbel	Iwai Kadoya	Log Pearson Type III
1	2	103,23	126,25	136,22
2	10	163,81	181,87	177,84
3	25	194,32	198,98	193,47

b. Analisis Intensitas Curah Hujan

Berdasarkan hasil pengujian distribusi statistik pada tabel 10, hasil perhitungan curah hujan metode Log Pearson Type III akan digunakan dalam menentukan intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe.

Tabel 21. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson

No	Periode Ulang (Tahun)	Log Pearson Type III
1	2	136,22
3	10	177,84
4	25	193,47

Rumus perhitungan intensitas curah hujan (I) yang digunakan yaitu rumus Mononobe berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Untuk perhitungan interval 2 tahun dengan t = 10 menit maka dapat diperoleh intensitas curah hujan sebesar :

$$I = \frac{136,22}{24} \left[\frac{24}{10/60} \right]^{2/3}$$

$$I = 5,68[144]^{2/3}$$

$$I = 155,934 \text{ mm}$$

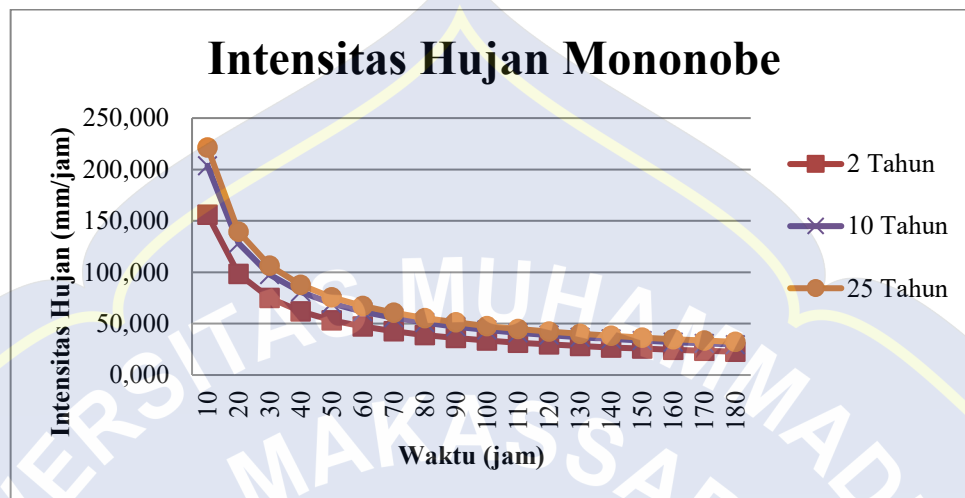
Untuk waktu (t) berikutnya dihitung menggunakan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 22. Hasil Analisis Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe

t (menit)	136,22	177,84	193,47
	2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
10	155,934	203,575	221,466
20	98,232	128,244	139,515
30	74,965	97,869	106,470
40	61,883	80,789	87,889
50	53,329	69,622	75,740
60	47,225	61,653	67,072
70	42,613	55,632	60,521
80	38,984	50,894	55,367
90	36,040	47,050	51,185
100	33,595	43,859	47,713
110	31,527	41,159	44,776
120	29,750	38,839	42,253
130	28,204	36,821	40,057
140	26,845	35,046	38,126
150	25,638	33,471	36,412
160	24,558	32,061	34,879
170	23,585	30,791	33,497
180	22,704	29,640	32,245

Secara grafis intensitas curah hujan dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini. hujan (mm/jam) dan lama hujan atau waktu (jam). Frekuensi curah hujan disajikan dalam bentuk IDF (intencity Duration Frekuensi).

Sehingga dari grafik dapat ditarik kesimpulan yaitu :



Gambar 6 Grafik Intensitas Curah Hujan dengan Metode Mononobe

Pada grafik diatas dapat dilihat hubungan antara intensitas curah. Semakin singkat hujan berlangsung maka intensitas hujan yang terjadi semakin tinggi, begitupula sebaliknya. Semakin besar periode ulang yang terjadi maka intensitas hujan akan semakin tinggi, begitupula sebaliknya.

c. Distribusi Hujan Jam – Jaman

Tabel 23. Perhitungan Hujan Rata-rata Dalam T Jam

No.	T (jam)	R_T (mm/jam)
A.	1	0,5503 R_2
B.	2	0,3467 R_5
C.	3	0,2646 R_{10}
D.	4	0,2184 R_{25}
E.	5	0,1882 R_{50}
F.	6	0,1667 R_{100}

Tabel 24. Perhitungan Hujan Netto

Kala	Curah Hujan	Koef.	Hujan Netto
Ulang	Rancangan	Pengaliran	R_n
(Tahun)	(mm)	(C)	(mm)

Kala	Curah Hujan	Koef.	Hujan Netto
2	136,221	0,70	95,355
10	177,839	0,70	124,487
25	193,469	0,70	135,428

Tabel 25. Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)		
		2	10	25
		95,355	124,487	135,428
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt		
1	55,032%	52,476	68,508	74,529
2	14,304%	13,640	17,807	19,372
3	10,034%	9,568	12,491	13,589
4	7,988%	7,617	9,944	10,818
5	6,746%	6,432	8,397	9,135
6	5,896%	5,622	7,340	7,985

b. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qr)

Sebelumnya didapatkan nilai koefisien pengaliran (C), nilai intensitas curah hujan (I) dengan kala ulang 2, 10 dan 25 tahun serta luas area yang didapatkan pada catchment. Maka selanjutnya dapat dihitung debit banjir rencana untuk kala ulang sebagai berikut:

Diketahui:

$$I = 136,22 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,70$$

$$A = 16196,738 \text{ m}^2 = 0,01620 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,2778 \times 0,70 \times 136,221 \times 0,01620$$

$$Q = 0,429 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk hasil perhitungan debit banjir rencana kala ulang 2,10 dan 25 tahun selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 26. Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2, 10 dan 25 Tahun

No	Kala Ulang (Tahun)	Debit Rencana Qr (m ³ /dtk)
1	2	0,429
2	10	0,560
3	25	0,609

2. Analisis Hidrolika

Analisis kapasitas tampung saluran (full bank capacity) merupakan analisis hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Kapasitas tampung saluran merupakan besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran dalam menampung limpasan air hujan yang terjadi.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu, rumus ini dapat digunakan secara luas untuk menghitung kapasitas saluran.

3. Analisa Kapasitas Drainase

Analisa ini dilakukan sebagai control terhadap perhitungan debit banjir rencana. Dari data – data yang telah diketahui dapat dihitung kapasitas maksimal debit dengan menggunakan rumus manning.

a) Saluran S

Diketahui dimensi saluran :

$$\text{Panjang saluran (L)} = 1100 \text{ m}$$

$$\text{Lebar atas (B)} = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bawah (b)} = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi muka air (h)} = 0,27 \text{ m}$$

Luas penampang basah (A):

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

$$A = (0,70 + (1 \times 0,27)) \times 0,27$$

$$A = 0,26 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P):

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

$$P = 0,70 + 2 \times 0,27\sqrt{1^2 + 1}$$

$$P = 0,53 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$$R = \frac{0,26}{0,53}$$

$$R = 0,49 \text{ m}$$

Kecepatan aliran (V):

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,49^{2/3} \times 0,000582^{1/2}$$

$$V = 1,15 \text{ m/dtk}$$

Tabel 27. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran	Dimensi Saluran				m	Dimensi Hidrolis			n	S	V (m/dtk)
	B (m)	b (m)	H (m)	h (m)		A (m ²)	P (m ²)	R (m ²)			
Saluran	0,80	0,70	0,55	0,27	1,00	0,26	0,53	0,49	0,013	0,000582	1,15

4. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Eksisting (Qs)

Perhitungan daya tampung debit saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

a) Saluran Sisi Kanan

Debit Saluran:

$$Q_s = V \times A$$

$$Q_s = 1,15 \times 0,26$$

$$Q_s = 0,302 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 28. Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran dengan Debit Rencana

Saluran	Qs (m ³ /dtk)	QT (m ³ /dtk)			Keterangan QS > QT
		2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	
Saluran	0,302	0,429	0,560	0,609	Tidak Memenuhi

5. Analisa Kapasitas Drainase Rencana

Rencana perbaikan drainase dilakukan untuk mencegah terjadinya genangan akibat saluran yang tidak mampu menampung debit yang terjadi. Dalam perencanaan ini, penulis memberikan beberapa pilihan yang dapat diambil setelah dilakukan perhitungan berdasarkan faktor yang dapat dilihat di lapangan. Dimensi saluran yang dipilih menggunakan tipe saluran yang tetap yaitu saluran penampang trapesium dengan dimensi saluran yang diperbesar. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini:

Saluran Sisi Kanan

Diketahui dimensi saluran :

$$\text{Panjang saluran (L)} = 1100 \text{ m}$$

$$\text{Lebar atas (B)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bawah (b)} = 0,90 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi muka air (h)} = 0,45 \text{ m}$$

Luas penampang basah (A):

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

$$A = (0,90 + (1 \times 0,45)) \times 0,45$$

$$A = 0,61 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P):

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

$$P = 0,90 \times 2 \times 0,45\sqrt{1^2 + 1}$$

$$P = 1,15 \text{ m}^2$$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$$R = \frac{0,61}{1,15}$$

$$R = 0,53 \text{ m}$$

Kecepatan aliran (V):

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,53^{2/3} \times 0,000582^{1/2}$$

$$V = 1,33 \text{ m/dtk}$$

Tabel 29. Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana

Saluran	Dimensi Saluran					Dimensi Hidrolis			n	S	V (m/dtk)
	B (m)	b (m)	H (m)	h (m)	m	A (m ²)	P (m ²)	R (m ²)			
Saluran	1,00	0,90	0,80	0,45	1,00	0,61	1,15	0,53	0,013	0,000582	1,33

6. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Drainase Rencana (Qs)

Perhitungan daya tampung debit saluran drainase yang direncanakan

dapat dihitng dengan menggunakan rumus berikut:

a) Saluran Sisi Kanan

Debit Saluran:

$$Q_s = V \times A$$

$$Q_s = 1,33 \times 0,61$$

$$Q_s = 0,797 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

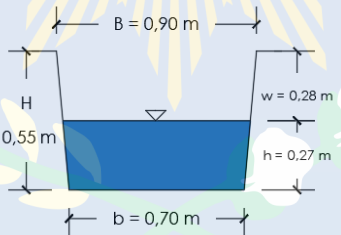
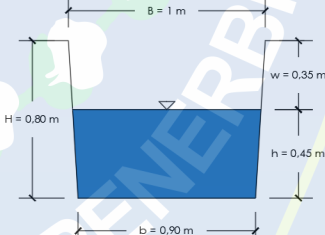
Tabel 30. Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran Rencana Dan Debit Rencana

Saluran	Qs (m ³ /dtk)	QT (m ³ /dtk)			Keterangan QS > QT
		2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	
Saluran	0,797	0,429	0,560	0,609	Memenuhi

7. Perbandingan Saluran Eksisting dan Saluran Rencana

a) Saluran sisi kanan

Tabel 4. 1 Perbandingan Saluran Eksisting Dan Saluran Rencana

Dimensi Saluran	Saluran Eksisting	Saluran Rencana
Bentuk Saluran		
Lebar Atas (B)	0,80 m	1,00 m
Lebar bawah (b)	0,70 m	0,90 m
Tinggi Muka Air (h)	0,27 m	0,45 m
Tinggi Saluran (H)	0,55 m	0,80 m
Tinggi Jagaan (w)	0,28 m	0,35 m
Kecepatan Aliran	1,15 m/dtk	1,22 m/dtk
Debit Saluran	0,302 m ³ /dtk	0,797 m ³ /dtk

C. Pembahasan Hasil

Berdasarkan hasil perbandingan antara saluran eksisting dan saluran rencana, terlihat adanya peningkatan signifikan pada hampir seluruh parameter hidraulik dan geometrik saluran. Lebar atas saluran direncanakan meningkat dari 0,80 m menjadi 1,00 m, sementara lebar bawah juga diperlebar dari 0,70 m menjadi 0,90 m. Hal ini menunjukkan adanya perbesaran penampang basah untuk meningkatkan kapasitas aliran. Tinggi muka air juga naik dari 0,27 m pada kondisi eksisting menjadi 0,45 m dalam desain rencana, yang diiringi dengan peningkatan tinggi total saluran dari 0,55 m menjadi 0,80 m. Tinggi jagaan sebagai bagian dari pengamanan terhadap limpasan juga diperbesar dari 0,28 m menjadi 0,35 m.

Secara hidraulik, kecepatan aliran mengalami sedikit peningkatan dari 1,15 m/dtk menjadi 1,22 m/dtk, namun peningkatan yang paling mencolok terdapat pada debit saluran, yaitu dari 0,302 m³/dtk menjadi 0,797 m³/dtk. Hal ini mengindikasikan bahwa saluran rencana memiliki kapasitas hampir tiga kali lipat dibanding saluran eksisting, sehingga dapat melayani kebutuhan irigasi yang lebih besar. Peningkatan ini dirancang untuk mengantisipasi tuntutan distribusi air yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan pertanian di wilayah layanan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tentang analisa perencanaan sistem drainase sebagai upaya penanggulangan banjir di Padang Lampe, Kecamatan Pangkajenne, Kab. Pangkep dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi eksisting saluran sekunder Irigasi Padang Lampe belum mampu memenuhi kebutuhan irigasi secara optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit rencana banjir (untuk kala ulang 2–25 tahun) lebih besar daripada kapasitas tampung saluran eksisting, yang hanya sebesar 0,302 m³/dtk. Ketimpangan ini menyebabkan potensi genangan dan ketidakefisienan distribusi air, sesuai dengan teori distribusi air dan evaluasi sistem irigasi yang menekankan pentingnya kesesuaian kapasitas saluran terhadap debit rencana.
2. Desain teknis saluran sekunder yang direncanakan telah memenuhi kriteria hidrolika dan mampu menampung debit rencana. Dengan menggunakan metode Manning dan memperbesar dimensi saluran menjadi $B = 1,00$ m, $b = 0,90$ m, dan $H = 0,80$ m, diperoleh kapasitas debit sebesar 0,797 m³/dtk, melebihi debit rencana maksimum sebesar 0,609 m³/dtk. Hal ini menunjukkan desain yang efisien dan sesuai standar teknis dalam perencanaan sistem irigasi.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan penelitian tentang perencanaan saluran sekunder Irigasi Padang Lampe, maka disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1 Untuk Mahasiswa Teknik Pengairan:

Diharapkan mahasiswa dapat lebih mendalami aspek teknis perencanaan irigasi, khususnya dalam penggunaan metode hidrologi dan hidrolika seperti metode Thiessen, Log Pearson Type III, dan rumus Manning. Penelitian ini menunjukkan pentingnya ketelitian dalam analisis debit dan kapasitas saluran sebagai dasar desain. Oleh karena itu, mahasiswa disarankan untuk melakukan praktik langsung di lapangan guna memperkuat pemahaman teoritis dengan aplikasi nyata.

2 Untuk Kelanjutan dan Pengembangan Penelitian:

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memasukkan aspek efisiensi ekonomi dari desain saluran, analisis multi-skenario debit ekstrem, serta pemodelan hidraulik digital (misalnya HEC-RAS) untuk simulasi aliran. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat memperluas cakupan hingga saluran tersier dan mengintegrasikan sistem irigasi berbasis teknologi sensor atau otomasi untuk efisiensi distribusi air yang lebih tinggi.

3 Untuk Kalangan Akademik dan Institusi Pendidikan:

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan kurikulum dan modul praktikum mata kuliah Perencanaan Irigasi atau Hidrolika Terapan. Institusi akademik juga diharapkan lebih aktif mendorong kolaborasi penelitian terapan dengan pemerintah daerah dan instansi pengairan, agar hasil akademik lebih terintegrasi dengan kebutuhan teknis di lapangan.

4 Untuk Masyarakat dan Pemangku Kepentingan (Pemerintah Daerah, Dinas PU, dan P3A):

Perlu segera dilakukan pembenahan fisik terhadap saluran eksisting berdasarkan rekomendasi desain teknis dalam penelitian ini, guna menghindari kerugian akibat banjir dan inefisiensi irigasi. Selain itu, disarankan adanya program penyuluhan kepada petani dan masyarakat mengenai pentingnya menjaga saluran irigasi dari sampah dan sedimentasi, serta pelibatan aktif kelompok P3A dalam pemeliharaan jaringan sekunder dan tersier secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- (DIRJEN-SDA), D. J. (2020). *Statistik sumber daya air tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Allen, R. G. (1998). *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Rome, Italy: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (Kedua ed.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bluman, A. G. (2018). *Elementary statistics: A step by step approach*. New York: NY: McGraw-Hill Education.
- Chow, V. T. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Chow, V. T. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill.
- Dinas Pekerjaan Umum Bidang Pengairan Kabupaten Pangkep. (2023). *Data Jaringan Irigasi Kabupaten Pangkep Tahun 2023*. Pangkajene: Dinas PU Kabupaten Pangkep.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2007). *Pedoman Umum Sistem Irigasi*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2012). *Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Indonesia, Pemerintah Republik. (2006). *Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri PUPR No. 14/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Perencanaan Teknis Irigasi*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Kurniawan, H. (2019). Peran P3A dalam pengelolaan irigasi partisipatif di Indonesia. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(1), 45–54.
- Mays, L. W. (2005). *Water Resources Engineering*. Hoboken: New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ministry of Public Works and Housing. (2028). *Irrigation improvement and participatory irrigation development program*. Jakarta: Directorate General of Water Resources.

Mott, R. L. (2006). *Applied Fluid Mechanics*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.

Subramanya, K. (2009). *Flow in Open Channels* (3rd ed. ed.). New Delhi: Tata McGraw-Hill.

Sutardi, M. (2003). *Pengelolaan Irigasi dan Kelembagaan Petani*. Yogyakarta: Andi Offset.

Sutardi, S. (2003). *Pengelolaan Irigasi dan Kelembagaan Petani*. Yogyakarta: Andi Offset.



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Akamat Kantor: Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar 90222 Tlp (0411) 866972, 881593, Fax (0411) 8665508

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Devi Arfanita / Putri Anwar

Nim : 105811113718 / 10581112019

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	6%	10 %
2	Bab 2	8%	25 %
3	Bab 3	3%	10 %
4	Bab 4	7%	10 %
5	Bab 5	2%	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan
Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan
seperlunya.

Makassar, 26 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah, S. Humi, M.P.
NBM. 964 501

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail: perpustakaan@unismuh.ac.id