

**EVALUASI DEBIT ALIRAN PADA SALURAN D.I. KRUENG
PANDRAH KECAMATAN PANDRAH
KABUPATEN BIREUEN**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-syarat
Yang Diperlukan untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Oleh:

ZULHAMD
NIM: 1803120145



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATOH – BANDA ACEH
2025**

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Debit Aliran Pada Saluran D.I. Krueng Pandrah Kecamatan Pandrah Kabupaten Bireuen”, disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Zulhamdi
NIM : 1803120145
Program Studi : Teknik Sipil

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh, telah lulus pada tanggal 25 Agustus 2025.

Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Disetujui Oleh,

Pembimbing,



Akmal, ST., M.Eng, IPM

NIDN. 1308068301



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Maimunah, ST, M.Eng, IPM,
ASEAN Eng

NIK. 19790420 200405 2 001

Menyetujui/Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh



Prof. Dr. Ir. Hafnidar A. Rani, ST, MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE, APEC Eng

NIK. 19700314 200004 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

“Evaluasi Debit Aliran Pada Saluran D.I. Krueng Pandrah Kecamatan Pandrah
Kabupaten Bireuen”

Disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Zulhamdi
NIM : 1803120145
Program Studi : Teknik Sipil

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji untuk disahkan.

Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Pembimbing,

Akmal, ST., M.Eng, IPM
NIDN. 1308068301

Penguji I,

Yulia, ST, MT, IPM
NIDN. 1319078601

Penguji II,

Cut Nawalul Azka, S.ST, MT, IPP
NIDN. 1330019301

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Maimunah, ST., M.Eng, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19790420 200405 2 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulhamdi

Nim : 1803120145

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Didalam tugas akhir saya tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari tugas akhir/skripsi, tesis, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan.
2. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.
3. Apabila ternyata terdapat dalam tugas akhir saya bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebagian atau seluruhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 25 Agustus 2025
Saya yang membuat pernyataan,

Zulhamdi
1803120145

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. Selanjutnya shalawat serta salam kepada baginda Nabi dan Rasul Muhammad SAW, yang telah menuntun umat dengan keistimewaan dan ilmu pengetahuannya kearah yang benar.

Tugas Akhir ini berjudul “Evaluasi Debit Aliran Pada Saluran D.I. Krueng Pandrah Kecamatan Pandrah Kabupaten Bireuen”. ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi sebagian syarat kurikulum yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Muhammadiyah Aceh.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan ini, penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama Bapak Akmal ST., M. Eng,IPM sebagai pembimbing yang telah memberikan arahan, saran dan petunjuk serta memberikan waktu luang kepada penulis.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh Prof. Dr. Ir Hafnidar A. Rani, ST, MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE.
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Ir. Maimunah, ST., M.Eng, IPM, ASEAN Eng.
3. Kepada Ibu Yulia,ST, MT, IPM dan Ibu Cut Nawalul Azka, S.ST, MT, IPP sebagai Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan penulisan tugas akhir ini.
4. Tenaga pengajar pada Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh.
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta serta seluruh anggota keluarga yang telah memberi do'a restu serta dorongan untuk keberhasilan penulis.

6. Sahabat dan rekan-rekan mahasiswa yang telah mendukung dan membantu penulis hingga selesainya penulisan ini.

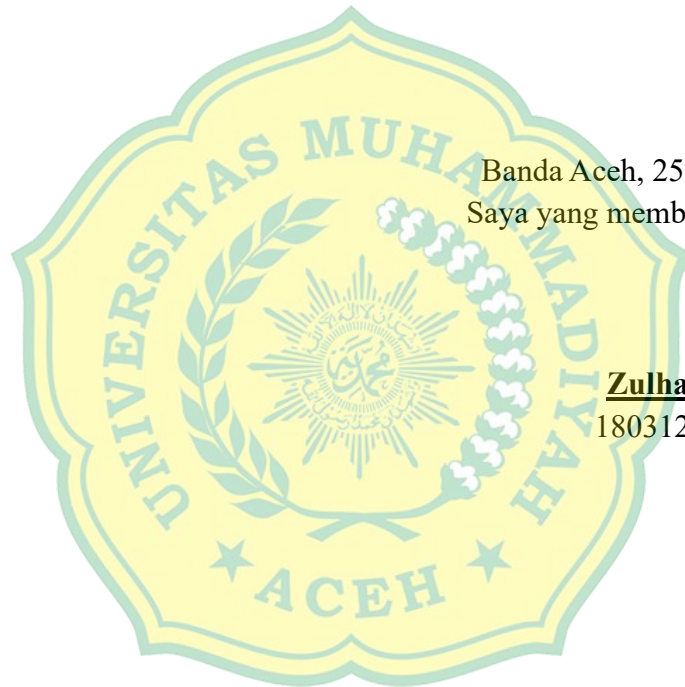
Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hal-hal yang telah dituliskan dalam penulisan Tugas Akhir ini tentu masih jauh dari kesempurnaan. Dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun dan bermanfaat untuk kesempurnaan penulis.

Akhirnya kepada Allah SWT jugalah kita berserah diri, karena tiada satupun dapat terjadi jika tidak atas kehendak-Nya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Banda Aceh, 25 Agustus 2025
Saya yang membuat pernyataan,

Zulhamdi
1803120145



EVALUASI DEBIT ALIRAN PADA SALURAN D.I. KRUENG PANDRAH KECAMATAN PANDRAH KABUPATEN BIREUEN

Oleh:

Zulhamdi
NIM. 1803120145

Pembimbing
Akmal, ST, M.Eng, IPM

ABSTRAK

Irigasi merupakan aspek penting dalam menunjang keberlanjutan produksi pertanian dengan menyediakan dan mengatur air sesuai kebutuhan lahan, terutama pada tanaman padi. Saluran yang menjadi pengamatan dalam penelitian ini adalah saluran Primer Pandrah Kiri di DI Krueng Pandrah Kabupaten Bireuen, yang memegang peranan penting dalam kegiatan pertanian dan mengalir area sawah seluas 580 Ha. Namun, saluran ini menghadapi sejumlah masalah yang mempengaruhi efisiensi distribusi air, seperti kehilangan air yang signifikan akibat rembesan, evaporasi, dan kebocoran fisik sepanjang saluran terbuka. Efisiensi penyaluran air irigasi khususnya pada saluran primer sangat menentukan ketersediaan air bagi petani. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi saluran irigasi primer kiri DI Pandrah, menghitung kehilangan air yang terjadi sepanjang saluran, dan mengestimasi kebutuhan air irigasi tanaman padi pada berbagai tahap pertumbuhan. Penelitian menggunakan pendekatan survei dan pengukuran lapangan langsung, mengolah data primer berupa dimensi saluran, kecepatan aliran, kondisi bangunan irigasi, serta debit air masuk dan keluar, dengan metode perhitungan hidraulika Manning. Analisis kehilangan air mempertimbangkan rembesan, evaporasi, dan kebocoran fisik di saluran terbuka, sementara kebutuhan air dihitung dengan perhitungan evapotranspirasi, perkolasi, serta curah hujan efektif. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi saluran primer sebesar 53%, yang masih dapat ditingkatkan dengan mengelola kehilangan air yang totalnya mencapai 1,179 m³/detik. Fluktuasi kebutuhan air irigasi tanaman padi tertinggi terjadi pada tahap persemaian sebesar 0,940 m³/detik dengan total kebutuhan air lebih dari 6 juta m³. Penelitian merekomendasikan perawatan rutin saluran dan pengaturan distribusi air berdasarkan fase pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengelolaan irigasi yang lebih efektif dan berkelanjutan di DI Pandrah.

Kata Kunci : Efisiensi, irigasi, kebutuhan air, saluran primer, kehilangan air.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Irigasi.....	4
2.2 Tujuan Irigasi	5
2.3 Jenis-Jenis Irigasi	5
2.4 Sistem Irigasi	6
2.5 Jaringan Irigasi	6
2.5.1 Jaringan Irigasi Berdasarkan Pengaturannya	6
2.5.2 Jaringan Irigasi Berdasarkan Pengelolannya.....	9
2.6 Bangunan Irigasi.....	10
2.7 Efisiensi Saluran Irigasi.....	11
2.8 Efisiensi Penyaluran Air Irigasi.....	12
2.9 Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning	13
2.10 Debit Aliran	14

2.11	Kehilangan Air.....	15
2.12	Rembesan.....	16
2.13	Perkolasi.....	17
2.14	Evaporasi	17
2.15	Kebutuhan Air.....	19
2.16	Pola Tanam	21
2.17	Curah Hujan.....	22
2.18	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Lokasi Penelitian	24
3.2	Pengumpulan Data	25
3.3	Alat dan Bahan	25
3.3	Pengolahan Data.....	26
3.4	Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Analisis Teknis Bangunan Irigasi.....	30
4.2	Analisis Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning	31
4.3	Analisis Debit Saluran.....	31
4.4	Analisis Kehilangan Air	32
4.4.1	Analisis Kehilangan Air Akibat Remebesan.....	32
4.4.2	Analisis Kehilangan Air Akibat Evaporasi	32
4.5	Analisis Efisiensi Saluran.....	33
4.6	Analisis Kebutuhan Air Irigasi.....	33
4.6.1	Analisis Kebutuhan Air pada Padi	34
4.6.2	Analisis Kebutuhan Air Irigasi.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran	39

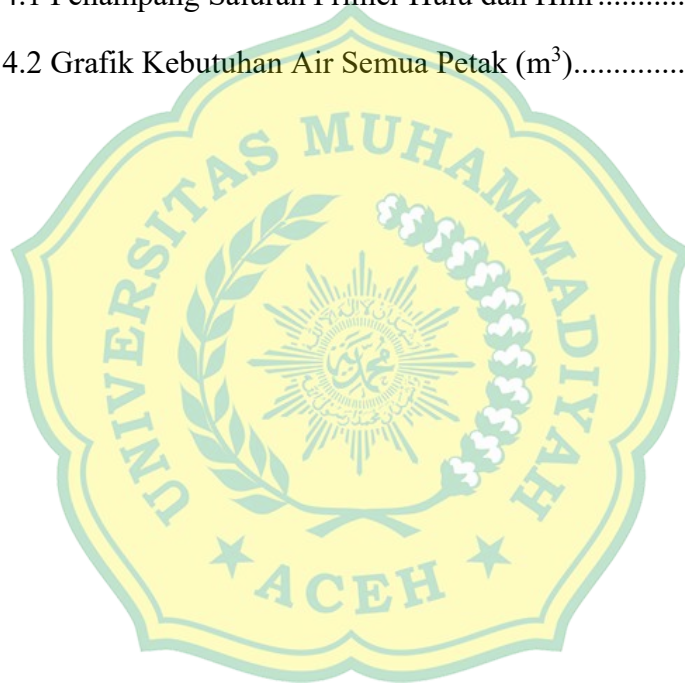
DAFTAR KEPUSTAKAAN	40
--------------------------	----

LAMPIRAN.....	40
---------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Irigasi Sederhana	7
Gambar 2.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis	7
Gambar 2.3 Jaringan Irigasi Teknis	8
Gambar 2.4 Jaringan Irigasi Teknis	10
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Penampang Saluran Primer Hulu dan Hilir.....	30
Gambar 4.2 Grafik Kebutuhan Air Semua Petak (m ³).....	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi.....	9
Tabel 2.2 Tipe Alat Ukur	11
Tabel 2.3 Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran.....	16
Tabel 2.4 Harga Perkolasi Dari Berbagai Jenis Tanah	17
Tabel 2.5 Kebutuhan Air untuk Padi Menurut Nodeco/Prosida	20
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4.1 Perhitungan Kecepatan dengan Metode Manning	31
Tabel 4.2 Rekap Hasil Perhitunngan Kehilangan Air Saluran Irigasi	33
Tabel 4.3 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi pada Padi.....	35
Tabel 4.4 Rekap Kebutuhan air di <i>Intake</i>	37



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Lampiran A.3.1 Bagan Alir Penelitian.....	44
Lampiran A.3.2 Peta Provinsi Aceh.....	45
Lampiran A.3.3 Peta Kab. Bireuen	46
Lampiran A.3.4 Peta Lokasi Penelitian.....	47
Lampiran A.3.5 Lokasi Penelitian	48
Lampiran A.3.6 Kondisi Saluran Area Hulu.....	48
Lampiran A.3.7 Kondisi Saluran Area Hilir.....	49
Lampiran A.3.8 Pengukuran Tinggi Saluran	49
Lampiran A.3.9 Pengukuran Lebar Muka Saluran	50
Lampiran A.3.10 Contoh Saluran yang Bermasalah.....	50

LAMPIRAN B

Lampiran B.2.1 Data Curah Hujan Bulanan Jeunieb	51
Lampiran B.2.2 Data Evaporasi Bulanan Jeunieb	51
Lampiran B.2.3 Harga Kekasaran Manning Berdasarkan Tipe Saluran.....	52
Lampiran B.2.4 Standar Kebutuhan Air pada Padi.....	52



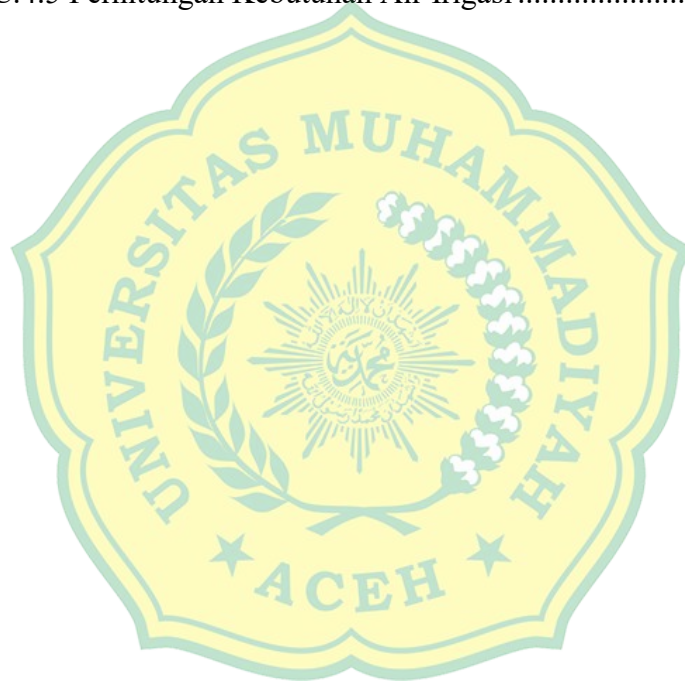
LAMPIRAN B

Lampiran B.3.1 Efisiensi Irigasi Berdasarkan Tipe Saluran.....	53
Lampiran B.3.2 Standar Kebutuhan Air pada Padi.....	53



LAMPIRAN C

Lampiran C.4.1 Perhitungan Luas Penampang Saluran Primer.....	53
Lampiran C.4.2 Perhitungan Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning	55
Lampiran C.4.3 Perhitungan Debit Aliran	57
Lampiran C.4.4 Perhitungan Kehilangan Air	58
Lampiran C.4.5 Perhitungan Efisiensi Saluran.....	60
Lampiran C.4.5 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi	61



BAB I

PENDAHULUAN

Irigasi merupakan aspek krusial dalam menunjang keberlanjutan produksi pertanian, terutama dalam menyediakan dan mengatur air yang sesuai dengan kebutuhan lahan pertanian. Daerah Irigasi (DI) Pandrah di Kecamatan Pandrah, Kabupaten Bireuen, adalah salah satu daerah dengan sistem irigasi yang memiliki peran vital dalam mendukung aktivitas pertanian, khususnya tanaman padi. Pengelolaan dan efisiensi penyaluran air irigasi di saluran primer sangat menentukan ketersediaan air yang dapat diterima oleh petani. Namun, berbagai faktor seperti kehilangan air akibat rembesan, evaporasi, dan kebocoran fisik dapat mengurangi efisiensi saluran irigasi dan berimbas pada produktivitas pertanian. Sehingga diperlukan analisis yang mendalam mengenai efisiensi, kehilangan air, serta kebutuhan air tanaman padi di daerah irigasi tersebut.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kebutuhan akan evaluasi teknis saluran irigasi primer kiri DI Pandrah dengan pendekatan pengukuran lapangan secara langsung dan perhitungan hidraulika menggunakan metode Manning. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat tentang performa saluran, sekaligus memberikan rekomendasi peningkatan efisiensi dan pengelolaan air yang lebih baik. Dengan meningkatkan efisiensi penyaluran air, maka distribusi air ke lahan pertanian akan semakin optimal, sehingga mendukung kesejahteraan petani dan keberlanjutan hasil pertanian di wilayah tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, umusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini berkisar pada bagaimana tingkat efisiensi saluran primer kiri irigasi di Daerah Irigasi Pandrah, berapa besar kehilangan air yang terjadi pada saluran tersebut beserta faktor-faktor penyebabnya, serta seberapa besar kebutuhan air irigasi yang diperlukan oleh tanaman padi pada berbagai tahapan pertumbuhannya. Permasalahan ini muncul karena pentingnya keandalan distribusi air irigasi untuk mendukung produktivitas pertanian dan adanya indikasi kehilangan air yang dapat mengurangi efektivitas pengairan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengukur tingkat efisiensi saluran primer irigasi di wilayah tersebut, menghitung besarnya kehilangan air yang terjadi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi, serta mengestimasi kebutuhan air irigasi tanaman padi pada setiap fase pertumbuhan. Dengan pencapaian tujuan tersebut, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif terkait pengelolaan air yang efektif dan efisien dalam sistem irigasi DI Pandrah.

Penelitian ini fokus mengkaji efisiensi saluran primer kiri irigasi di Daerah Irigasi Pandrah dengan penekanan pada pengukuran debit masuk dan keluar serta analisis kehilangan air sepanjang saluran. Jaringan irigasi sekunder dan tersier tidak termasuk dalam analisis. Kehilangan air yang dihitung hanya mencakup rembesan, evaporasi, dan kebocoran fisik di saluran terbuka, tanpa pengkajian kehilangan air di lahan pertanian.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan dalam memberikan data dan analisis yang akurat tentang kondisi efisiensi dan kehilangan air pada saluran primer kiri DI Pandrah. Hasilnya dapat menjadi referensi praktis bagi pengelola irigasi dalam meningkatkan manajemen distribusi air, mengurangi kehilangan, serta merancang perawatan yang lebih efektif. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas pertanian dan ketersediaan sistem irigasi di kawasan tersebut.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa efisiensi saluran irigasi primer sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik saluran dan manajemen pengairan. Haerani dan Rahmanto (2023) melaporkan efisiensi saluran di DI Kali Masjid turun hingga 80% akibat ketidaksesuaian elevasi dasar saluran. Ragil dkk. (2025) menemukan efisiensi saluran sekunder Bantul masih kondisi baik dengan pemeliharaan rutin. Studi oleh Saifurridzal dkk. (2023) mengidentifikasi kerusakan fisik seperti runtuhnya dinding dan sedimentasi di Kabupaten Jember yang menurunkan efisiensi. Winardi dkk. (2020) melaporkan kehilangan air yang signifikan akibat kebocoran dan infiltrasi di saluran primer Krueng Pandrah, sementara Rizalilahdi dan Fauzi (2014) menilai bahwa sistem irigasi di DI Pandrah belum optimal dari sisi efisiensi konsistensi. Temuan tersebut pentingnya pengukuran efisiensi dan

kehilangan saluran air primer sebagai dasar perbaikan pengelolaan irigasi, relevan dengan tujuan penelitian ini untuk meningkatkan distribusi air irigasi dan hasil pertanian di DI Pandrah.

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan survei dan pengukuran lapangan di Daerah Irigasi Pandrah, Kabupaten Bireuen. Data primer yang dikumpulkan meliputi dimensi saluran, kecepatan aliran, kondisi fisik bangunan irigasi, dan debit air masuk serta keluar. Data sekunder diperoleh dari peta dan data curah hujan resmi. Analisis dilakukan dengan metode perhitungan hidraulika menggunakan rumus Manning, serta perhitungan kehilangan air dan efisiensi saluran berdasarkan perbandingan debit masuk dan keluar. Kebutuhan air irigasi tanaman padi dianalisis dengan menerapkan standar kebutuhan air dan penghitungan evapotranspirasi, perkolasi, serta curah hujan efektif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi saluran primer kiri DI Pandrah berada pada angka 53%, termasuk kategori baik namun masih dapat ditingkatkan. Kehilangan air total mencapai 1,179 m³/detik, dengan faktor utama berasal dari rembesan dan evaporasi yang relatif kecil. Kebutuhan air irigasi tanaman padi berfluktuasi sepanjang fase pertumbuhan, dengan kebutuhan terbesar pada tahap persemaian sebesar 0,940 m³/detik dan total kebutuhan air mencapai lebih dari 6 juta meter kubik untuk area seluas 580 hektar. Pembahasan menguraikan dampak kehilangan air pada efisiensi distribusi dan pentingnya pengelolaan saluran irigasi yang baik untuk memenuhi kebutuhan air tanaman secara optimal.

Penelitian menyimpulkan bahwa meskipun efisiensi saluran primer kiri irigasi DI Pandrah sudah dalam kategori baik, masih terdapat kehilangan air signifikan yang perlu dikendalikan. Kebutuhan air tanaman padi harus dipenuhi dengan mempertimbangkan faktor kehilangan dalam jaringan irigasi. Disarankan untuk melakukan perawatan rutin saluran, pemantauan debit secara berkala, serta pengaturan distribusi air sesuai dengan kebutuhan tanaman pada tiap periode pertumbuhan guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Sugiyono (2017) tinjauan pustaka merupakan uraian tentang teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari referensi yang dijadikan landasan untuk melakukan penelitian. Tinjauan ini berfungsi untuk menyusun kerangka berpikir dan membangun hipotesis dalam suatu penelitian.

2.1 Irigasi

Menurut Kadir dkk. (2020), Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah resapan air yang dapat mengatur sistem tata air, pada dasarnya kualitas daerah aliran sungai (DAS) dipengaruhi oleh berbagai faktor alami seperti biofisik pembentuk tanah, air, dan vegetasi namun aktivitas manusia dalam penggunaan lahan dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem daerah aliran sungai. Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS) menurut Ilva dkk. (2020) yaitu sebagai tempat penyedia air pertanian, industri dan pemukiman serta sebagai ekosistem yang didalamnya terjadi proses biofisik hidrologis yang dapat terjadi secara alamiah.

Daerah Aliran Sungai (DAS) berperan vital sebagai sumber utama air untuk irigasi, mendukung keberlanjutan produksi pertanian. Proses hidrologis di DAS penyimpanan, penampungan, dan pengaliran air secara bertahap menjamin pasokan air yang stabil untuk irigasi. Pengelolaan DAS yang baik sangat penting untuk menjaga ketersediaan air irigasi secara berkelanjutan dan mengurangi risiko kekeringan pada musim kemarau.

Fitriansyah dkk. (2020), irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian. Menurut Dwiwana dkk. (2019), irigasi secara teknis adalah menyalurkan air melalui saluran pembawa ke tanah pertanian dan mendistribusikannya secara maksimal. Air irigasi berasal dari lima sumber: presipitasi, air atmosfer, air banjir, air tanah, dan irigasi. Sistem irigasi dapat dibagi menjadi irigasi permukaan, irigasi bawah permukaan, dan lainnya.

2.2 Tujuan Irigasi

Tujuan utama irigasi menurut (Kementerian PUPR 2024) adalah mewujudkan kemanfaatan air yang menyeluruh, terpadu, dan berwawasan lingkungan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani. Tersedianya air irigasi memberikan manfaat dan kegunaan lain, seperti:

- a. Mempermudah pengolahan lahan pertanian
- b. Memberantas tumbuhan pengganggu
- c. Mengatur suhu tanah dan tanaman
- d. Memperbaiki kusuburan tanah
- e. Membantu proses penyuburuan tanah

Pemenuhan kebutuhan air irigasi harus merata dan menyeluruh, terutama saat ketersediaan air terbatas seperti musim kemarau, ketika banyak lahan kosong karena air tidak cukup. Pengelolaan air irigasi yang baik perlu didukung teknologi dan regulasi yang tepat. Bangunan dan jaringan irigasi harus dikelola secara teratur di bawah pengawasan organisasi seperti Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A).

2.3 Jenis-Jenis Irigasi

Dari segi konstruksi jaringan irigasinya, Jenis jenis irigasi menurut Susmono dkk. (2023):

- a. Irigasi permukaan (*surface irrigation*)

Metode tertua dan paling umum, air dialirkan bebas di permukaan lahan sampai daerah perakaran tanaman tergenang. Berbeda dengan irigasi curah dan tetes yang menggunakan pipa bertekanan.

- b. Irigasi bawah permukaan (sub surface irrigation)

Air disalurkan di bawah permukaan tanah melalui saluran terbuka atau pipa bawah tanah, menaikkan muka air tanah sehingga air mencapai akar tanaman secara kapiler.

- c. Irigasi pancaran (*sprinkle irrigation*)

Metode modern dengan menyemprotkan air bertekanan seperti hujan ke seluruh lahan, bisa diatur otomatis atau manual. Umum di negara

maju dan digunakan juga untuk pemupukan.

d. Irigasi tetes (*drip irrigation*)

Mengalirkan air secara perlahan langsung ke akar tanaman memakai pipa dan katup, hemat air dan pupuk, cocok untuk lahan kering dengan topografi landai.

2.4 Sistem Irigasi

Sistem irigasi menurut Angguniko dan Hidayah (2017) terdiri dari jaringan irigasi utama, sekunder, dan tersier yang dirancang agar saluran dan bangunan pengatur berada di tempat lebih tinggi atau mengikuti kontur tanah. Hal ini untuk memanfaatkan aliran air alami yang mengalir ke lahan pertanian dan didistribusikan merata lewat bangunan pembagi, sehingga seluruh petani mendapat manfaat air tanpa ketimpangan.

Letak jaringan irigasi mengikuti kontur dan berada lebih tinggi dari lahan, menjaga tekanan air konstan sesuai prinsip hidraulika, sehingga distribusi air berjalan lancar dan adil. Model ini juga memadukan aspek teknis dan sosial untuk mendukung keberlanjutan pertanian serta kesejahteraan petani.

2.5 Jaringan Irigasi

Menurut Malik dkk. (2022) jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan sisa air irigasi. Jaringan irigasi terdiri dari irigasi primer, sekunder, tersier bahkan sampai dengan kuarter, tergantung jaringan masing-masing daerah irigasi (DI).

2.5.1 Jaringan Irigasi Berdasarkan Pengaturannya

a. Jaringan irigasi sederhana

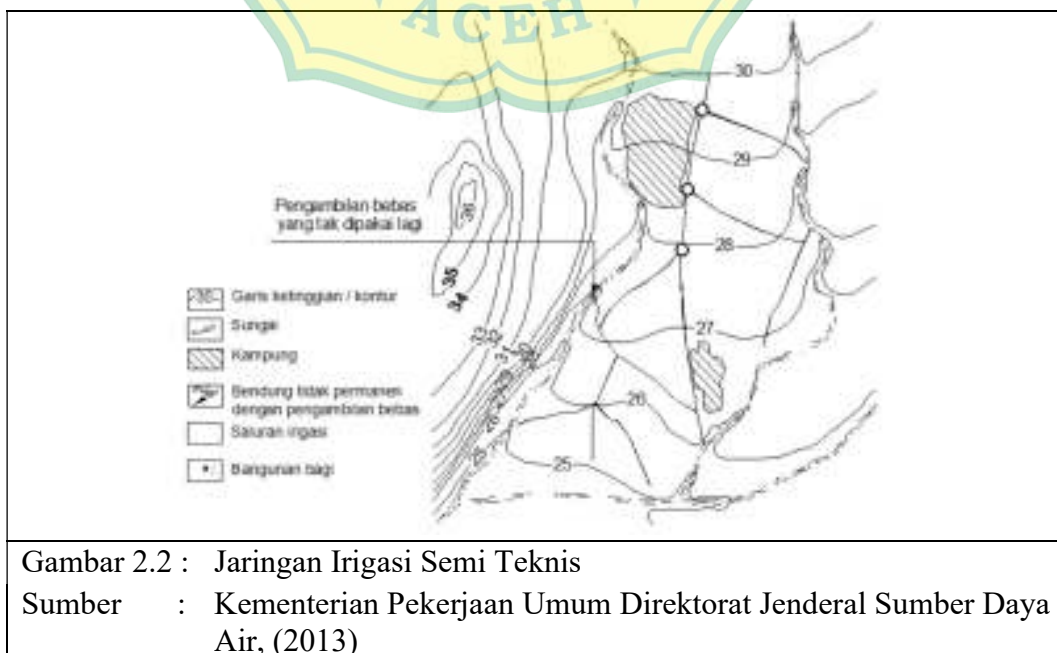
Didalam irigasi sederhana, dapat dilihat Gambar 2.1. pembagian air tidak diukur atau diatur, sehingga air berlebih mengalir ke saluran pembuang. Kelompok

petani mengelola jaringan ini secara mandiri tanpa keterlibatan pemerintah.



b. Jaringan Irigasi Semi Teknis

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semiteknis adalah bahwa jaringan semiteknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya, dapat dilihat Gambar 2.2.



Tabel 2.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Nama Objek	Kondisi		
	Irigasi Teknis	Irigasi Semi Teknis	Irigasi Sederhana
(1)	(2)	(3)	(4)
Bangunan Utama	Bangunan Permanen	Bangunan Permanen/Semi	Bangunan Sementara
Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Buruk
Jaringan saluran	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran irigasi dan pembuang menjadi satu
Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
Efisiensi secara keseluruhan	50 - 60%	40 - 50%	< 40%
Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2000 Ha	Tak lebih dari 500 Ha

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

2.5.2 Jaringan Irigasi Berdasarkan Pengelolannya

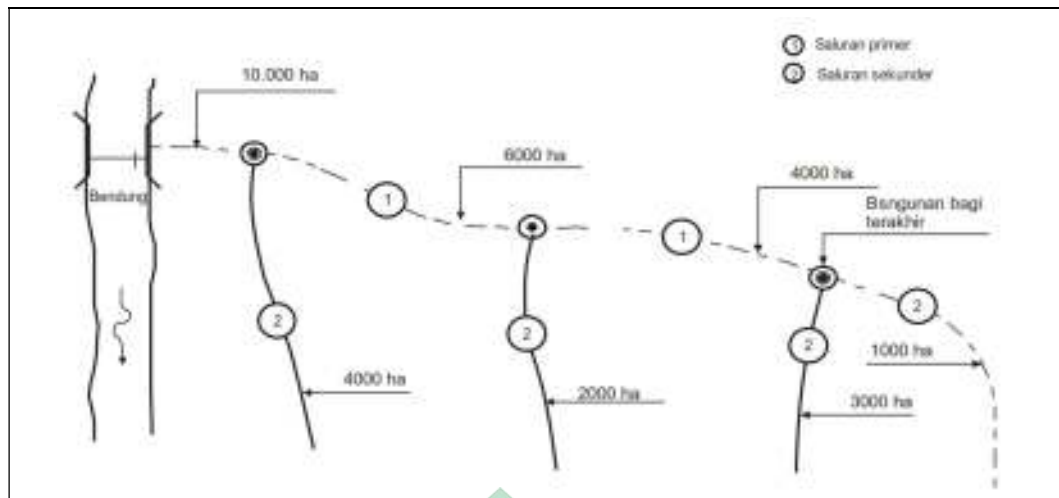
Menurut pengelolaannya jaringan irigasi dibagi menjadi 3 bagian:

a. Jaringan Irigasi Utama/Primer

Menurut Satrio dan Fatchan (2023) jaringan primer dalam konteks irigasi adalah bagian utama dari jaringan irigasi yang berfungsi sebagai saluran induk untuk mengalirkan air dalam jumlah besar dari sumber air menuju ke saluran sekunder dan seterusnya ke bidang irigasi.

b. Jaringan Irigasi Sekunder

Menurut Purba dan Wulandari (2025), jaringan irigasi sekunder adalah jaringan yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan pelengkapanya. Fungsinya adalah menyebarkan air ke unit-unit irigasi lebih kecil seperti desa atau kawasan pertanian, agar distribusi air menjadi terarah dan efisien untuk area tersebut.



Gambar 2.4 : Jaringan Irigasi Primer dan Sekunder

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, (2013)

c. Jaringan Irigasi Sekunder

Jaringan irigasi tersier menurut BWS (2025) adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter serta bangunan pelengkapanya. Jaringan irigasi tersier berfungsi untuk mengalirkan air dari jaringan sekunder ke petak-petak sawah atau kebun yang lebih kecil.

2.6 Bangunan Irigasi

Keberadaan bangunan irigasi diperlukan untuk menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi. Beberapa jenis bangunan irigasi yang sering dijumpai dalam praktek irigasi antara lain (PUPR, 2024):

a. Bangunan Utama

Bangunan utama adalah semua bangunan yang direncanakan di sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringa irigasi, biasanya dilengkapi dengan kantong lumpur agar bisa mengurangi kadar sedimen yang berlebihan serta memungkinkan untuk mengukur dan mengatur air yang masuk.

b. Bangunan Pembawa

Bangunan pembawa mempunyai fungsi mengalirkan air dari sumbemya menuju

petak irigasi. Bangunan pembawa meliputi saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran kwarter.

c. Bangunan Bagi dan Sadap

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu.

d. Bangunan Pengukur dan Pengatur

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

Tabel 2.2 Tipe Alat Ukur

Tipe Alat Ukur	Mengukur dengan	Mengatur
Ambang lebar	Aliran atas	Tidak
<i>Parshall</i>	Aliran atas	Tidak
<i>Cipoletti</i>	Aliran atas	Tidak
<i>Romijn</i>	Aliran atas	Ya
<i>Crump-deGruyter</i>	Aliran bawah	Ya
Bangunan sadap pipa sederhana	Aliran bawah	Ya
<i>Constant-Head Orifice (CHO)</i>	Aliran bawah	Ya
<i>Cut Throat Flume</i>	Aliran atas	Tidak

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

2.7 Efisiensi Saluran Irigasi

Efisiensi saluran irigasi adalah ukuran seberapa sesuai penggunaan air irigasi dengan kebutuhan budidaya tanaman, yaitu perbandingan antara air yang benar-benar sampai ke lahan pertanian dengan jumlah air yang dialirkan ke saluran irigasi, sudah termasuk memperhitungkan kehilangan air akibat evaporasi,

rembesan, dan perkolasi. Efisiensi ini dinyatakan dalam persentase (%) (Wirosoedarmo dkk. 2023). Secara matematis efisiensi irigasi dapat ditulis:

$$Ef = \left[\frac{A_{dbk} - A_{hl}}{A_{dbk}} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- Ef = Efisiensi,
- A_{dbk} = air yang diberikan, dan
- A_{hl} = air yang hilang.

Efisiensi sistem irigasi mencakup jaringan utama, sekunder, tersier, dan kuarter, dengan total efisiensi rata-rata 65-79%. Efisiensi di bawah 60% menunjukkan sistem kurang baik. Studi terbaru (Pratama dkk. 2023) melaporkan efisiensi saluran irigasi bisa mencapai 84-98%, tergantung kondisi fisik, pemeliharaan, dan keberadaan tanaman liar. Faktor-faktor ini sangat memengaruhi efisiensi penyaluran air.

2.8 Efisiensi Penyaluran Air Irigasi

Prosedur pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung menurut Rahman dan Khaidir, (2021) adalah sebagai berikut: menentukan titik awal (titik A), menentukan panjang lintasan pelampung (L), dan titik akhir (titik B). Pelampung dilepaskan dari titik A menuju titik B, dan waktu tempuh diukur dengan stopwatch. Pengukuran dilakukan tiga kali dan dirata-rata. Kecepatan aliran air (m/s) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{M}{S} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan (m/s),
- M = panjang lintasan (m), dan
- S = waktu tempuh (s).

Efisiensi pengaliran (*drainage efficiency*) pada saluran utama, yaitu primer dan sekunder dari bendung hingga sadap tersier, dihitung dengan rumus:

$$Ef = \frac{Q_{outflow}}{Q_{inflow}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Ef = Efisiensi,

$Q_{outflow}$ = air masuk ke satu *section*, dan

Q_{inflow} = air keluar dari satu *section*.

Efisiensi penyaluran air irigasi bisa berkurang karena kehilangan air akibat evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran, dan rembesan. Perkiraan efisiensi irigasi adalah 80% untuk jaringan tersier dan 90% untuk jaringan primer dan sekunder. Efisiensi total sistem irigasi adalah $80\% \times 90\% \times 90\% = 65\%$ (Institut Teknologi Bandung, 2020).

2.9 Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning

Yuliana (2023) berpendapat bahwa kecepatan aliran adalah besarnya perpindahan partikel air dalam satuan waktu pada suatu lintasan aliran, yang sangat dipengaruhi oleh bentuk penampang saluran, kemiringan dasar, kekasaran permukaan, serta jari-jari hidraulik. Dalam studi hidraulika, kecepatan aliran memegang peran penting dalam menentukan kapasitas aliran saluran terbuka.

Gaharu dan Rahmawati, (2025) mentakan bahwa metode Manning, dikembangkan oleh insinyur Irlandia Robert Manning pada tahun 1889, tetap menjadi standar hidraulika karena mampu mengestimasi kecepatan dan debit dengan akurasi memadai selama parameter yang digunakan tepat. Persamaan Manning banyak digunakan pada pengaliran di saluran terbuka, namun bisa juga digunakan untuk pengaliran di pipa. Berbeda dengan persamaan Chezy, persamaan Manning lebih memiliki banyak variasi dalam koefisien kekasarannya, atau koefisien kekasaran Manning yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 di Lampiran B halaman 52 dan berikut adalah persamaan umum untuk rumus Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Jari-jari hidraulik akan didapatkan dengan rumus sederhana yaitu:

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2.5)$$

Perhitungan kemiringan saluran didapatkan dengan persamaan sebagai

berikut:

$$S = \frac{A}{L} \dots \dots \dots (2.6)$$

Perhitungan keliling basah saluran dengan bentuk trapezium didapatkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = B + 2h \sqrt{1 + m^2} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan aliran (m/s),`
- n = koefisien kekasaran manning,`
- R = jari-jari hidraulik (m),
- A = luas penampang (m²),
- S = kemiringan saluran,
- Δ = selisih elevasi hulu dan hilir (m),
- L = total panjang saluran (m),
- P = keliling basah (m),
- B = lebar dasar saluran (m),
- h = tinggi muka air (m), dan
- m = kemiringan talud.

Koefisien kekasaran secara teoritis sangat berpengaruh kepada kecepatan dan juga debit aliran, jika nilai koefisien kekasarannya besar, maka nilai kecepatan dan debit aliran menjadi rendah.

2.10 Debit Aliran

Debit air irigasi adalah banyaknya air yang mengalir tiap satuan waktu yang dinyatakan dalam m³ per detik atau liter per detik (Saragi dkk. 2023). debit air dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu debit sesaat (*instantaneous discharge*) dan debit rata-rata (*average discharge*). Debit di bedung harus cukup untuk memenuhi kebutuhan air ke saluran induk, sekunder, dan tersier.

Dengan distribusi yang terkendali dan pengukuran yang tepat, kebutuhan air irigasi dapat terpenuhi tanpa menimbulkan masalah di kalangan petani. Rumus perhitungan debit yaitu:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

- Q = Debit saluran (m^3/s),
- A = luas penampang (m^2), dan
- V = kecepatan aliran (m/s).

Unruk menghitung luas penampang dengan bentuk trapezium dapat menggunakan rumus berikut:

$$A = (b + m \times h) \times h \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- b = Lebar saluran bawah (m),
- m = kemiringan saluran (m), dan
- h = tinggi air maksimum.

2.11 Kehilangan Air

Kehilangan air bisa diminimalkan dengan menjadikan saluran irigasi permanen dan mengelola operasionalnya agar debit air yang tersedia dimanfaatkan maksimal oleh petani. Kehilangan air di saluran irigasi merupakan selisih antara debit masuk (*inflow*) dan debit keluar (*outflow*), yang dapat terjadi akibat penguapan, rembesan, dan kebocoran (Saifurridzal dkk. 2023).

Kehilangan air dibagi menjadi:

- a. Fisik: berupa rembesan di saluran dan perkolasi di sawah.
- b. Operasional: akibat pelimpasan air berlebih saat pengoperasian dan pemborosan air oleh petani.

Pengukuran kehilangan air menggunakan metode *inflow-outflow*:

$$\text{Kehilangan Air} = Q_{Inflow} - Q_{Outflow} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

Kehilangan air pada ruas pengukuran/bentang saluran ke n ($m^3/detik$)

- Q_{Inflow} = Debit masuk ruas pengukuran ke n ($m^3/detik$), dan
- $Q_{Outflow}$ = debit keluar ruas pengukuran ke n ($m^3/detik$).

Rata-rata kehilangan air pada jaringan irigasi:

- a. 12,5 - 20% di petak tersier (dari bangunan sadap sampai sawah).
- b. 5 - 10% di saluran sekunder.
- c. 5 - 10% di saluran primer.

Indikasi rembesan berlebih dapat dilihat dari peta tanah dan pengecekan sumur uji sepanjang saluran, sehingga perbaikan saluran perlu dilakukan pada bagian yang rawan rembesan (Sari dan Sulaeman 2020).

2.12 Rembesan

Rembesan air terjadi ke segala arah dengan aliran tidak merata pada tiap bagian. Pada saluran irigasi tanpa lapisan, rembesan dan kebocoran umumnya berlangsung horizontal, sedangkan saluran berlapis permanen minimal kehilangan kecuali jika terdapat retak (Najimuddin dkk. 2025). Koefisien rembesan 0,2 untuk menghitung kehilangan air akibat rembesan. Besar kehilangan air (S) dapat dihitung dengan rumus Moritz (USBR):

$$S = 0,035C \sqrt{\frac{Q}{V}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

S = kehilangan air akibat rembesan (m³/detik per km saluran)

Q = debit aliran (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m/detik)

C = koefisien tanah rembesan (m³/detik)

Nilai C bervariasi berdasarkan jenis saluran, misalnya tanah pasir (5,5), tanah sedimen (2,5), tanah lempung (1,6), pasangan batu (0,9), dan campuran semen hingga pasir dan batu dengan nilai lebih rendah.

Harga-harga C dapat diambil seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran (1/2)

Jenis Bahan Pembentuk Saluran	Rembesan m ³ /detik
Tanah Pasir	5,5
Tanah Sedimen	2,5
Tanah Lempung	1,6

Tabel 2.3 Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran (2/2)

Jenis Bahan Pembentuk Saluran	Rembesan m ³ /detik
Pasangan Batu	0,9
Campuran Semen, Kapur Pasir, Batu- batu	0,4
Adukan Semen	0,17
Campuran Semen, Pasir dan Batu	0,13

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

2.13 Perkolasi

Perkolasi adalah gerak air ke bawah dari zona tidak jenuh menuju zona jenuh di dalam tanah yang dipengaruhi oleh gravitasi. Laju perkolasi adalah kecepatan maksimum air meresap dalam tanah di zona tidak jenuh, yang dipengaruhi oleh sifat fisik tanah seperti tekstur dan permeabilitas. Pada tanah lempung berat dengan pengelolaan baik, laju perkolasi sekitar 1-3 mm/hari, sementara pada tanah bertekstur lebih ringan bisa lebih tinggi hingga 26,9 mm/hari pada tanah berpasir (Susanti dkk. 2024).

Adapun nilai perkolasi yang dilihat dari berbagai jenis tanahnya pada tabel 2.4.

Tabel. 2.4 Harga Perkolasi Dari Berbagai Jenis Tanah

No.	Macam Tanah	Perkolasi (mm/hr)
1	Lempung berpasir	3-6
2	Pasir	2-3
3	Tanah liat	1-2

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

2.14 Evaporasi

Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan seperti laut, danau, tanah, dan tanaman yang dipengaruhi oleh radiasi matahari, temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Laju evaporasi biasanya diukur dalam mm/hari atau mm/bulan dan dinyatakan sebagai volume air yang hilang tiap satuan luas dalam satu satuan waktu. Prinsip utama evaporasi adalah fungsi perbedaan tekanan uap di

permukaan air dan udara serta kecepatan angin (Bunganaen, 2023).

Evaporasi merupakan fungsi dari perbedaan tekanan uap di permukaan air dan di udara. Prinsip tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$E = (es - ed) \cdot f(u) \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

- E = Evaporasi,
- es = tekanan uap jenuh pada suhu udara di permukaan air,
- ed = tekanan uap pada suhu titik embun dari udara, dan
- $f(u)$ = fungsi kecepatan angin.

Pengukuran volume evaporasi yang paling umum dilakukan adalah menggunakan panci evaporasi. Karena evaporasi di panci lebih cepat dibanding permukaan air luas, hasil pengukuran harus dikalibrasi dengan mengalikan koefisien panci agar sesuai kondisi nyata. Untuk persamaannya dinyatakan sebagai berikut:

$$E = k \times Ep \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

- E = Evaporasi dari badan air (mm/hari),
- k = koefisien panci (0,8), dan
- Ep = evaporasi dari panci (0,68 mm/hari).

Koefisien panci evaporasi bervariasi menurut musim dan lokasi, biasanya antara 0,6 sampai 0,8 dengan nilai rata-rata tahunan sekitar 0,7. Untuk menghitung kehilangan air akibat evaporasi di saluran dapat digunakan rumus:

$$E_{loss} = E \times A \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan:

- E_{loss} = Kehilangan air akibat evaporasi (mm^3/hari)
- E = evaporasi dari badan air (mm/hari), dan
- A = luas permukaan saluran (m^2).

Pada dasarnya, besarnya nilai evaporasi yang terjadi sangatlah kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa evaporasi hampir tidak ada pengaruhnya terhadap debit saluran. Evapotranspirasi terjadi saat tanah memiliki cukup air dan dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti temperatur, penyinaran matahari,

kelembaban, dan kecepatan angin. Perhitungan evapotranspirasi kini sering menggunakan rumus Penman-Monteith yang dimodifikasi oleh FAO, dengan persamaan yang melibatkan radiasi bersih, deficit tekanan uap, dan fungsi kecepatan angin untuk kondisi iklim setempat (Adiningrum 2016). Rumus Penman Modifikasi untuk evapotranspirasi (ET_o) adalah:

$$ET_o = c\{W.R_n + (1 - W).f(u).(ea - ed)\}.....(2.15)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o.....(2.16)$$

Keterangan:

ET_o	= Evapotranspirasi potensial tanaman acuan (mm/hari),
c	= faktor yang menunjukkan pengaruh perbedaan Kecepatan angin pada siang dan malam hari,
W	= faktor temperatur,
R_n	= radiasi (mm/hari),
$f(u)$	= fungsi kecepatan angin rata-rata yang diukur pada ketinggian 2 (km/hari)
$(ea - ed)$	= perbedaan tekanan uap jenuh dengan aktual (mbar)
ET_c	= kebutuhan air konsumtif (mm/hari), dan
K_c	= koefisien tanaman.

2.15 Kebutuhan Air

Air irigasi adalah air yang diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan kebutuhan air lahan pertanian. Kebutuhan air irigasi merupakan volume air yang diperlukan untuk evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan tanaman, dikurangi kontribusi hujan dan air tanah.(Rizqi dkk. 2020).

Faktor penentu kebutuhan air pada tanaman padi meliputi:

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Perkolasi dan infiltrasi
4. Pergantian lapisan air

5. Curah hujan efektif

6. Efisiensi irigasi

7. Pola tanam

Besarnya kebutuhan air padi bervariasi sesuai tahap pertumbuhan, dinyatakan dalam mm/hari:

- Penyiapan lahan (1-1,5 bulan): 10-14 mm/hari
- Pertumbuhan pertama (1-2 bulan): 4-6 mm/hari
- Pertumbuhan kedua (1-1,5 bulan): 6-8 mm/hari
- Pemasakan (1-1,5 bulan): 5-7 mm/hari

Kedalaman air di sawah untuk mengendalikan gulma:

- 2,5-5 cm untuk mengurangi gulma
- 5-10 cm untuk meniadakan gulma

Kebutuhan air tergantung keterampilan petani dalam mengelola lahan. Informasi ini berdasarkan penelitian dan standar di Indonesia untuk efisiensi penggunaan air irigasi (Izdihar Balqis dkk. 2022).

Tabel 2.5 Kebutuhan Air untuk Padi Menurut Nodeco/Prosida

Periode 15 hari ke	Nedeco / Prosida	
	Varietas Biasa (ltr/dtk/ha)	Varietas Unggul (ltr/dtk/ha)
1	1,20	1,20
2	1,20	1,27
3	1,32	1,33
4	1,40	1,30
5	1,35	1,15
6	1,25	0
7	1,12	-
8	0	-

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

Kebutuhan air di petak tersier sawah dapat digunakan persamaan:

$$NFR = E_{tc} + P - Re + WLR \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

NFR = Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari)

ETc = Evaporasitanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)

R_e = Curah Hujan Efektif (mm/hari)

Sehingga kebutuhan air irigasi untuk padi yaitu:

$$IR = NFR / E \dots \dots \dots (2.18)$$

Langkah menghitung kebutuhan air irigasi menurut Mansyafandi (2013) dalam jurnal Putra, (2025) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan evapotranspirasi daerah setempat menggunakan metode Penman, radiasi, atau Thornthwaite.
2. Menentukan koefisien tanaman (K_c) dari tabel FAO atau NEDECO.
3. Menghitung penggunaan konsumtif tanaman (ET_c) dengan mengalikan K_c dan evapotranspirasi potensial (ET_o).
4. Menghitung kebutuhan air selama penyiapan lahan menggunakan persamaan Van Goor dan Zijlstra.
5. Menentukan nilai perkolasi.
6. Menentukan nilai evaporasi.
7. Mengganti lapisan air dua kali (masing-masing 50 mm) satu dan dua bulan setelah transplantasi (3,33 mm/hari).
8. Menghitung hujan efektif dengan rumus:

$$R_{eff} = \frac{0,7 \times R_{80}}{\text{jumlah hari setengah bulan}} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan R_{80} sebagai curah hujan minimum tengah bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 80%.

9. Menghitung kebutuhan air irigasi dengan mengurangi total kebutuhan air dengan hujan efektif.
10. Mengonversi kebutuhan air sawah dari mm/hari ke liter/detik/ha dengan membagi 8,64.
11. Menghitung kebutuhan air di intake (DR) dengan membagi kebutuhan air di sawah dengan efisiensi irigasi (0,65).

2.16 Pola Tanam

Untuk menyusun pola tata tanam pada suatu daerah irigasi harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Iklim yang biasa terjadi
2. Ketersediaan air irigasi
3. Kesesuaian lahan dan sifat tanaman
4. Keinginan dan kebiasaan petani setempat
5. Kebijakan pemerintah
6. Jumlah dan kualitas tenaga kerja

Maksud diadakan tata tanam adalah untuk mengatur waktu, tempat, jenis dan luas tanaman pada daerah irigasi seefektif dan seefisien mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) dipengaruhi oleh faktor-faktor NFR seperti tersebut diatas dengan memperhitungkan curah hujan efektif (R_e). Bedanya kebutuhan pengambilan air irigasi (DR), juga ditentukan dengan memperhitungkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan (e), perhitungan kebutuhan air irigasi dengan persamaan 2.15 dan 2.16.

2.17 Curah Hujan

Data hujan sangat penting sebagai masukan utama dalam sistem sungai dan aliran air. Untuk memahami karakteristik aliran, diketahui besaran curah hujan di lokasi atau sekitarnya sangat diperlukan. Hampir semua pengembangan sumber daya air dan perencanaan irigasi bergantung pada data hidrologi, khususnya data curah hujan. Nilai curah hujan wilayah dapat dihitung dari rata-rata data curah hujan stasiun dalam DAS (Shalsabillah dkk. 2018).

Curah hujan efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan yang terlampaui 80% waktu periode tersebut, menggunakan persamaan 2.17. Untuk palawija, curah hujan efektif dihitung berdasarkan curah hujan rata-rata bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 50%, dikaitkan dengan evapotranspirasi tanaman bulanan (Tubani dkk. 2023).

2.18 Penelitian Terdahulu

Penulis membutuhkan penelitian tersebut dan akan dijadikan sebagai acuan

penelitian penulis, adapun penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu.

No.	Peneliti	Judul Peneliti	Hasil
1	(Haerani dan Rahmanto 2023)	Evaluasi Saluran Irigasi Terhadap Pendistribusian Air pada Jaringan Irigasi di D.I. Kali Masjid, Desa Poja, Kecamatan Gapura, Kabupaten Sumenep	Penelitian ini mengevaluasi pengaruh elevasi dasar saluran yang tidak sesuai standar terhadap distribusi air. Hasilnya menunjukkan bahwa debit andalan sebesar 30 L/dt lebih kecil dari debit rencana, dengan efisiensi saluran hanya 80%, di bawah standar efisiensi saluran sekunder sebesar 90%
2	(Ragildkk. 2025)	Analisis Kalibrasi Debit Bangunan Ukur dan Efisiensi Saluran Irigasi (Studi Kasus: Saluran Sekunder Bantul, Kabupaten Pekalongan)	Studi ini menganalisis kalibrasi debit dan efisiensi saluran sekunder Bantul. Hasilnya menunjukkan bahwa efisiensi saluran masih dalam kategori baik, namun diperlukan pemeliharaan rutin untuk mempertahankan kinerja optimal.
3	(Saifurridzal dkk. 2023)	Pengukuran Debit di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember)	Penelitian di Kabupaten Jember menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara debit air yang terukur di lapangan dengan nilai pada bangunan ukur. Debit diukur menggunakan current meter dengan metode tampang rerata pada 16 wilayah irigasi, menghasilkan nilai debit bervariasi dari 0,07 m ³ /s hingga 1,98 m ³ /s. Banyak saluran mengalami kerusakan seperti dinding runtuh, sedimentasi, dan penumpukan sampah, yang memperparah ketidakakuratan pengukuran.
4	(Winardidkk. 2020)	Efisiensi Penyaluran Saluran Primer Daerah Irigasi Krueng Pandrah	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi penyaluran dan jumlah kehilangan air pada saluran primer jaringan irigasi Krueng Pandrah. Hasil studi menunjukkan adanya kehilangan air yang signifikan pada saluran primer, yang disebabkan oleh kebocoran dan infiltrasi, sehingga mempengaruhi ketersediaan air untuk lahan pertanian.
5	(Rizalilha di dan Fauzi 2014)	Evaluasi Kinerja Irigasi dari Aspek Konsistensi Efisiensi Irigasi pada Daerah Irigasi Pandrah, Bireuen, Aceh	Berdasarkan hasil evaluasi terhadap kinerja irigasi dari aspek konsistensi efisiensi pada Daerah Irigasi (D.I.) Pandrah di Kabupaten Bireuen, Aceh, dapat disimpulkan bahwa sistem irigasi di wilayah tersebut belum sepenuhnya berjalan secara optimal.

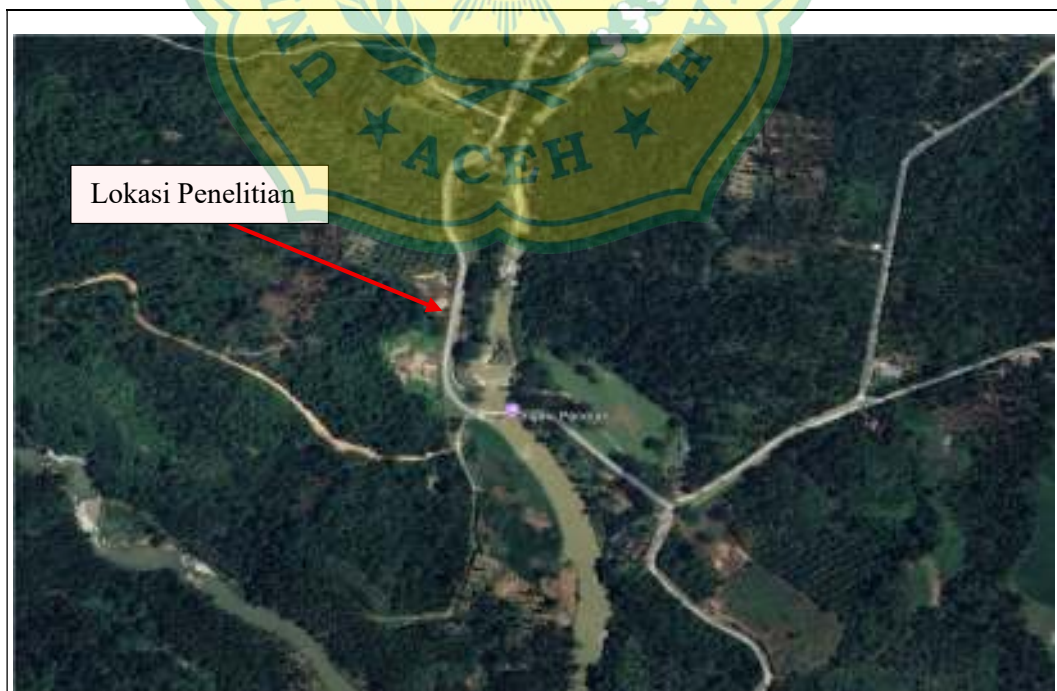
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dikemukakan metodologi penelitian berupa suatu proses yang terdiri dari langkah-langkah yang digunakan untuk mendapatkan dan menganalisis informasi untuk meningkatkan pemahaman tentang suatu topik atau masalah. Adapun bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.1 hal 44.

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan data dalam rangka menjawab permasalahan penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pandrah, Kabupaten Bireuen. Adapun objek yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah DI Pandrah, Kecamatan Pandrah, Kabupaten Bireuen. Visualisasi lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian

Sumber : <https://maps.app.goo.gl/CoCKkchEokA8wHz1A> (2025)

Untuk mendapatkan data yang komprehensif, peneliti melakukan survei awal ke lokasi penelitian. Survei ini bertujuan untuk mengamati kondisi eksisting DI Pandrah secara langsung, mengidentifikasi tantangan yang mungkin dihadapi, dan memvalidasi data awal yang akan digunakan dalam penelitian.

3.2 Pengumpulan Data

Data adalah suatu bentuk kumpulan informasi baik berupa lisan maupun tulisan, Yang menunjang dalam penulisan penelitian. Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari sumbernya. Data primer yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data-data terkait kondisi eksisting daerah irigasi Pandrah, Kecamatan Pandrah diantaranya:

- a. Luas penampang,
- b. kecepatan aliran,
- c. kondisi air irigasi, dan
- d. kondisi fisik bangunan air

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada atau yang sudah dipublikasi. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; Peta Provinsi Aceh, peta Kabupaten Bireuen, Peta Daerah Irigasi Pandrah, Kecamatan Pandrah, Data Curah Hujan dan Data Evaporasi.

3.3 Alat dan Bahan

a. Alat

1. Tiang ukur
2. Rollmeter
3. Kamera

b. Bahan

1. Papan tulis
2. Pulpen

3.3 Pengolahan Data

Setelah proses pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan, tahapan selanjutnya adalah analisis dan pengolahan data. Tahapan ini bertujuan untuk mengolah data yang telah diperoleh menjadi informasi kuantitatif yang dapat digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian. Pada tahap ini, data yang masih mentah akan dijelaskan, diklasifikasikan, serta diolah dengan metode statistik atau teknik analisis yang sesuai agar hasilnya dapat memberikan gambaran yang jelas dan terukur mengenai fenomena yang diteliti. Dengan demikian, proses analisis dan pengolahan data menjadi kunci penting dalam memastikan validitas dan reliabilitas temuan penelitian.

3.4 Analisis Data

Melalui proses analisis, informasi yang awalnya bersifat deskriptif dan tersebar menjadi lebih sistematis dan bermakna, sehingga dapat membantu peneliti dalam mengambil kesimpulan atau membuat keputusan berdasarkan bukti yang diperoleh. Dengan pendekatan yang tepat, analisis data memfasilitasi pemahaman mendalam terhadap permasalahan yang sedang diteliti serta menguatkan validitas hasil penelitian. Adapun tahap analisisnya yaitu sebagai berikut:

1. Analisis luas penampang

Dalam menghitung luas penampang, data dimensi saluran menjadi hal utama yang harus diperoleh terlebih dahulu. Pengukuran yang memastikan keakuratan terhadap dimensi saluran sangat penting untuk hasil perhitungan debit dan kecepatan aliran sesuai dengan kondisi lapangan. Selanjutnya untuk menentukan luas penampang basah dan keliling saluran basah, dilakukan pengukuran terhadap lebar dasar saluran (b), tinggi muka air (h), serta kemiringan talud (m). Perhitungan luas penampang basah yang berbentuk trapesium dilakukan

menggunakan persamaan 2.9.

Pendekatan ini memastikan bahwa perhitungan debit dan kecepatan aliran yang dilakukan selanjutnya dapat memberikan hasil yang valid dan sesuai dengan karakteristik lapangan. Ketelitian dalam pengukuran juga mempengaruhi akurasi analisis hidraulika dan pengelolaan air irigasi di lapangan.

2. Analisis kecepatan aliran

Berdasarkan hasil survei di lapangan, saluran yang digunakan merupakan saluran dengan aliran tetap. Oleh karena itu, dalam perhitungan kecepatan aliran perlu memperhatikan koefisien Manning. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan mengacu pada persamaan yang telah dijelaskan pada bab Tinjauan Pustaka, yaitu persamaan 2.4, 2.5, dan 2.6.

3. Analisis debit aliran

Secara prinsip, pengukuran debit aliran air dilakukan dengan mengukur luas penampang basah dan kecepatan aliran air, serta tinggi muka air sebagai parameter penunjang. Luas penampang basah diperoleh dari pengukuran lebar dan kedalaman air pada saluran, sedangkan kecepatan aliran ditentukan menggunakan alat ukur seperti current meter atau metode pelampung. Setelah kedua parameter tersebut diperoleh, debit aliran dapat dihitung dengan persamaan yang tercantum pada persamaan 2.8.

4. Analisis kehilangan air pada saluran

Kehilangan air pada saluran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.8 yang telah dijelaskan pada bab Tinjauan Pustaka. Selain itu, dalam perhitungan kehilangan air juga perlu mempertimbangkan faktor rembesan dan evaporasi, yang masing-masing dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14 dan 2.15. Penentuan besarnya kehilangan air secara komprehensif sangat penting untuk memperoleh estimasi aliran yang lebih akurat

dan realistis sesuai dengan kondisi lapangan.

5. Analisis efisiensi saluran

Efisiensi saluran digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi saluran berdasarkan debit yang masuk dengan debit air yang keluar. Perhitungan efisiensi ini penting untuk mengetahui seberapa besar kehilangan air sepanjang saluran akibat berbagai faktor seperti rembesan, evaporasi, dan kebocoran (perkolasi). Adapun perhitungannya dapat menggunakan persamaan 2.3. Untuk persentase efisiensi berdasarkan tipe saluran dapat dilihat pada Tabel 3.1 pada Lampiran B halaman 54.

Untuk menghitung efisiensi saluran irigasi dapat menggunakan persamaan 2.10.

6. Analisis kebutuhan air irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi adalah proses untuk mengetahui volume air yang diperlukan tanaman selama masa tanam dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti evapotranspirasi, curah hujan efektif, perkolasi, dan efisiensi irigasi. Analisis ini penting untuk memastikan ketersediaan air yang cukup dalam sistem irigasi agar tanaman dapat tumbuh optimal dan produksi pertanian dapat ditingkatkan. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh data dan informasi yang konkret terkait dengan:

- a. Kebutuhan air pada padi: terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap penyemaian, tahap pertumbuhan pertama, tahap pertumbuhan kedua dan tahap pemasakan. Adapun standar kebutuhan air pada padi dapat dilihat pada tabel 3.2. Setiap tahap memiliki kebutuhan air yang berbeda sesuai dengan intensitas kebutuhan air tanaman yang terus berkembang sepanjang siklus hidupnya. Standar kebutuhan air untuk masing-masing tahap tersebut dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3.2 pada Lampiran B halaman 53. Mengetahui kebutuhan air pada setiap fase sangat penting untuk mengatur pemberian air secara efisien, sehingga tanaman padi memperoleh suplai air

yang optimal yang pada akhirnya dapat meningkatkan hasil produksi serta efisiensi penggunaan air irigasi.

- b. Kebutuhan air untuk irigasi: analisis kebutuhan air untuk irigasi ini penting sebagai dasar menentukan volume udara yang harus disuplai di *intake*. Perhitungan asupan kebutuhan dilakukan dengan membagi kebutuhan udara di sawah dengan persentase keseluruhan jaringan irigasi, sehingga dapat dipastikan bahwa distribusi air cukup untuk memenuhi kebutuhan setiap lahan dengan efisiensi yang optimal.



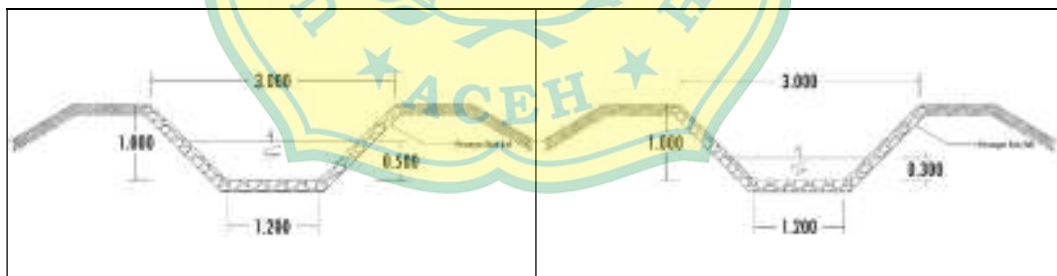
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas proses serta hasil penelitian yang meliputi analisis debit aliran, kehilangan air, efisiensi saluran, dan kebutuhan air irigasi. Pembahasan difokuskan pada pengolahan data dan interpretasi hasil yang diperoleh dari lapangan, dengan tujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja saluran irigasi serta estimasi kebutuhan air bagi tanaman.

4.1 Analisis Teknis Bangunan Irigasi

Bangunan yang ada pada saluran irigasi primer Daerah Irigasi Pandrah, Kecamatan Pandrah, Kabupaten Bireuen, merupakan bangunan permanen yang terbuat dari pasangan batu. Saluran sekunder pada jaringan irigasi ini memiliki panjang total sepanjang 2.514 meter. Untuk skema jaringan irigasi dapat dilihat pada Lampiran A.3.4 pada halaman 47. Adapun dimensi saluran dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1: Penampang Saluran Primer Hulu dan Hilir

Sumber : Survey Lapangan

Berdasarkan gambar tersebut, dilakukan perhitungan luas penampang basah pada saluran primer di bagian hulu dan hilir. Luas penampang basah di bagian hulu sebesar 0,850 m², sedangkan di bagian hilir sebesar 0,543 m². Perbedaan luas penampang ini mencerminkan perubahan dimensi saluran akibat variasi kondisi topografi dan kebutuhan debit aliran sepanjang saluran. Untuk perhitungan luas penampang basah dapat dilihat di Lampiran C.4.1 pada halaman 53 .

4.2 Analisis Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning

Perhitungan debit aliran pada saluran primer dilakukan menggunakan metode Manning, mengingat saluran yang menjadi objek penelitian merupakan saluran terbuka dengan aliran tetap. Metode ini dipilih karena mampu memperkirakan kecepatan dan debit aliran dengan mempertimbangkan kondisi kekasaran permukaan saluran serta kemiringan dasar. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.2 di halaman 54. Sedangkan rekapan hasil perhitungan yang dilakukan dengan metode Manning dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pendekatan ini sangat penting untuk memastikan bahwa dimensi dan karakteristik saluran mampu mendukung optimalisasi distribusi air pada jaringan irigasi yang ada.

Tabel 4.1 Perhitungan Kecepatan dengan Metode Manning

No.	Perhitungan	Saluran Primer	
		Area Hulu	Area Hilir
1	Keliling Basah (m)	2,614	2,190
2	Kemiringan Saluran	0,008	0,008
3	Jari-jari Hidraulik (m)	0,325	0,248
4	Kecepatan (m/s)	2,966	2,475

Tabel 4.1 menyajikan hasil perhitungan beberapa parameter hidraulik pada saluran primer di bagian hulu dan hilir. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa keliling basah di hulu saluran lebih besar yaitu 2,614 meter dibandingkan di hilir yang sebesar 2,190 meter. Kemiringan saluran kedua bagian tersebut adalah sama, yaitu 0,008. Jari-jari hidraulik yang merupakan perbandingan antara luas penampang basah terhadap keliling basah, juga lebih besar di hulu (0,325 m) dibanding hilir (0,248 m). Kecepatan aliran di hulu saluran tercatat sebesar 2,966 m/s, sedangkan di hilir sedikit lebih kecil yaitu 2,475 m/s.

4.3 Analisis Debit Saluran

Perhitungan debit aliran air dilakukan dengan menggunakan metode Manning yang memanfaatkan data tinggi muka air, luas penampang saluran, dan

kecepatan aliran air. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh debit masuk sebesar $2,521 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan debit keluar tercatat sebesar $1,342 \text{ m}^3/\text{s}$. Perbedaan nilai debit ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kehilangan air akibat rembesan, perkolasi dan evaporasi. Untuk analisis kehilangan air akan dipaparkan di pembahasan selanjutnya.

4.4 Analisis Kehilangan Air

Kehilangan air dianalisis dengan hasil dari seberapa besar jumlah debit air yang masuk dan seberapa besar jumlah debit air yang keluar, maka hasil selisih antara debit air yang masuk dikurangi debit air yang keluar itulah hasil dari debit air yang hilang. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pada saluran Primer Pandrah dengan panjang 2514 m mengalami kehilangan air sebanyak $1,179 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.4 di halaman 57.

4.4.1 Analisis Kehilangan Air Akibat Rembesan

Rembesan air umumnya lebih besar terjadi pada saluran yang belum dibangun secara permanen, sementara pada saluran permanen kemungkinan terjadinya rembesan sangat kecil. Pada saluran primer Pandrah yang merupakan saluran permanen, digunakan nilai koefisien rembesan (C) sebesar 0,13 sesuai karakteristik material pembentuk saluran yaitu campuran semen, pasir dan batu (dapat dilihat di Tabel 2.3 pada halaman 16). Hasil analisis menunjukkan bahwa kehilangan air akibat rembesan pada saluran primer ini sebesar $0,00419 \text{ m}^3/\text{s}$. Nilai koefisien rembesan tersebut diperoleh berdasarkan evaluasi kondisi permukaan saluran yang berpengaruh terhadap besarnya aliran rembesan yang terjadi. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.4 di halaman 57.

4.4.2 Analisis Kehilangan Air Akibat Evaporasi

Berdasarkan hasil analisis, saluran primer Pandrah mengalami kehilangan air akibat evaporasi sebesar $2,896 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $0,0000002896 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Nilai ini menunjukkan bahwa kontribusi evaporasi terhadap kehilangan air di saluran tergolong sangat kecil jika dibandingkan dengan faktor-faktor lain seperti rembesan maupun kebocoran. Meskipun demikian, perhitungan evaporasi tetap penting untuk melengkapi evaluasi menyeluruh terkait efisiensi distribusi air pada sistem irigasi.

Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.4 di halaman 57. Adapun rekap hasil akibat kehilangan air dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Rekap Hasil Perhitungan Kehilangan Air Saluran Irigasi

Nama Saluran	Rembesan m ³ /detik	Evaporasi m ³ /detik	Kehilangan Air m ³ /detik
Primer Pandrah	0,00419	0,0000002896	1,179

Kehilangan air yang terjadi pada saluran primer Pandrah menyebabkan penurunan debit air yang memasuki saluran tersebut. Penurunan debit ini berdampak langsung terhadap pasokan air yang tersedia untuk wilayah pertanian masyarakat pengguna irigasi. Akibatnya, ketersediaan air untuk kebutuhan irigasi menjadi berkurang, yang dapat mempengaruhi produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan air di daerah irigasi tersebut.

4.5 Analisis Efisiensi Saluran

Efisiensi saluran digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi saluran berdasarkan debit yang masuk dengan debit air yang keluar. Efisiensi saluran primer Pandrah di Kecamatan Pandrah ini sebesar 53% atau berada pada kategori baik seperti yang tertulis pada KP-SDA, 2013 bahwa tingkat saluran sekunder yang masuk dalam kategori sangat baik bernilai sebesar 90%. Saluran primer Pandrah ini memiliki bangunan fisik yang masih baik tetapi mengalami peningkatan kehilangan air yang mempengaruhi efisiensi pada saluran. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.5 di halaman 59.

4.6 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisis ini bertujuan untuk menentukan volume air yang dibutuhkan untuk

tanaman padi pada berbagai tahapan pertumbuhannya, yakni tahap persemaian, pertumbuhan awal, pertumbuhan lanjutan, dan pemasakan. Standar kebutuhan air pada masing-masing tahap disajikan secara rinci untuk memberikan gambaran kebutuhan air yang sebenarnya selama siklus tanam. Selain itu, analisis juga mencakup estimasi kebutuhan air irigasi di *intake* yang dihitung dengan cara mempertimbangkan efisiensi jaringan irigasi secara keseluruhan.

4.6.1 Analisis Kebutuhan Air pada Padi

Berdasarkan peraturan standar kebutuhan air pada padi maka kebutuhan air untuk setiap tahapannya yaitu:

a. Tahap penyemaian

Kebutuhan air total pada tahap persemaian untuk luas wilayah pengairan seluas 580 hektar adalah sebesar 0,940 m³/detik. Selama periode penyemaian yang berlangsung selama satu bulan, volume air yang diperlukan mencapai 2.436.000 m³. Berdasarkan volume tersebut, waktu aliran yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air selama satu bulan tersebut diperkirakan sekitar 22 hari.

b. Tahap pertumbuhan pertama

Pada tahap pertumbuhan pertama, kebutuhan air total yang diperlukan untuk wilayah irigasi seluas 580 hektar mencapai 0,403 m³/detik. Selama periode waktu satu bulan, volume air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi tahap ini sebesar 1.044.000 m³. Dengan mempertimbangkan volume air tersebut, estimasi waktu aliran yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air selama bulan tersebut adalah sekitar 10 hari.

c. Tahap pertumbuhan kedua

Pada fase pertumbuhan kedua, kebutuhan air total yang diperlukan untuk area irigasi seluas 580 hektar mencapai 0,537 m³/detik. Selama periode satu bulan, volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan irigasi pada tahap ini sebesar 1.392.000 m³. Dengan mempertimbangkan kebutuhan volume tersebut, waktu aliran yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan

air selama periode satu bulan tersebut diperkirakan sekitar 13 hari.

d. Tahap pemasakan

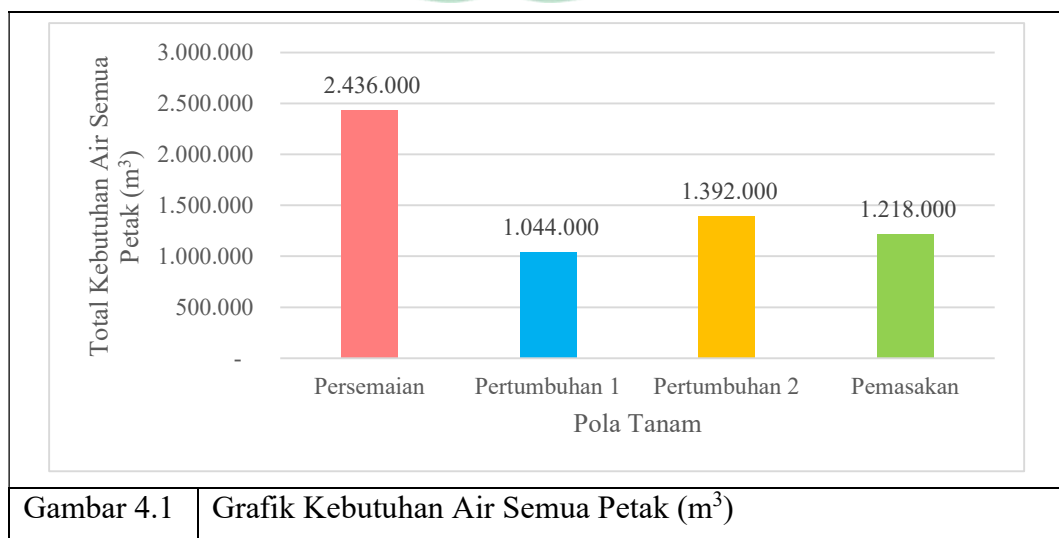
Pada fase pemasakan, kebutuhan air total yang diperlukan untuk area irigasi seluas 580 hektar mencapai 0,470 m³/detik. Selama periode satu bulan, volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan irigasi pada tahap ini sebesar 1.218.000 m³. Dengan mempertimbangkan kebutuhan volume tersebut, waktu aliran yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air selama periode satu bulan tersebut diperkirakan sekitar 11 hari.

Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.6 di halaman 60. Sedangkan rekap hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi pada Padi

No.	Pola Tanam	Kebutuhan Air (mm/hari)	Kebutuhan Air 580 Ha (m ³ /s)	Total Kebutuhan Air Semua Petak (m ³)	Kebutuhan Pengaliran (Hari)
1	Persemaian	0,014	0,940	2.436.000	22
2	Pertumbuhan 1	0,006	0,403	1.044.000	10
3	Pertumbuhan 2	0,008	0,537	1.392.000	13
4	Pemasakan	0,007	0,470	1.218.000	11
Total				6.090.000	56

Untuk mendapatkan perbandingan secara visual terhadap total kebutuhan air semua petak (m³) dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Kebutuhan Air Semua Petak (m³)

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.1, nilai kebutuhan air irigasi tertinggi terdapat pada tahap persemaian dengan besaran debit sebesar 0,940 m³/detik dan total volume air mencapai 2.436.000 m³ dalam waktu pengaliran selama 22 hari. Sementara itu, kebutuhan air terendah ditemukan pada tahap pertumbuhan pertama dengan debit sebesar 0,403 m³/detik dan total volume air sebesar 1.044.000 m³ dalam waktu pengaliran selama 10 hari. Secara keseluruhan, total kebutuhan air irigasi untuk seluruh tahapan pertumbuhan tanaman padi di wilayah pengairan seluas 580 hektar mencapai 6.090.000 m³ dengan waktu pengaliran total selama 56 hari. Hasil ini menunjukkan adanya variasi kebutuhan air yang signifikan pada setiap fase pertumbuhan padi, yang menjadi acuan penting untuk pengaturan pengaliran air agar penggunaan air lebih efisien dan optimal.

4.6.2 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Berdasarkan hasil analisis data evapotranspirasi referensi (E₀) sebagaimana tercantum pada Lampiran B.2.2 halaman 51, serta penggunaan nilai koefisien tanaman (K_c) pada Tabel 2.5, diperoleh kebutuhan air konsumtif sebesar 4,416 mm/hari. Nilai rata-rata evaporasi pada lokasi penelitian tercatat sebesar 4,048 mm/hari.

Hasil observasi karakteristik tanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa tanah cenderung memiliki tekstur liat dengan sedikit fraksi pasir. Dengan mempertimbangkan tekstur tanah tersebut, nilai perkolasi yang digunakan pada lokasi penelitian adalah 5 mm/hari. Selain itu, penggantian lapisan air (WLR) biasanya dilakukan sesuai kebutuhan, misalnya dua kali masing-masing 50 mm atau setara dengan 3,3 mm/hari.

Berdasarkan seluruh parameter di atas, total kebutuhan air di lokasi penelitian dihitung sebesar 14,264 mm/hari. Untuk selanjutnya, analisis dilakukan terhadap curah hujan yang diperoleh dari data BMKG guna menentukan nilai curah hujan efektif. Hasil analisis menunjukkan curah hujan efektif sebesar 0,223 mm/hari.

Selanjutnya, kebutuhan air yang harus dipenuhi di lahan sawah (*Net Field*

Requirement/NFR) didapatkan sebesar 14,041 mm/hari atau setara dengan 1,629 L/detik/ha. Sementara itu, kebutuhan air di titik pengambilan (*intake*) sebesar 3,059 L/detik/ha. Rangkuman kebutuhan air irigasi secara umum dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekap Kebutuhan air di *Intake*

No.	Kegiatan	Satuan	Nilai	Keterangan
1	E_{t0}	mm/hari	3,68	-
2	Kc		1,2	FAO
3	Etc	mm/hari	4,416	$E_{t0} \times Kc$
4	Evap selama PL (E_o)		4,048	$1,1 \times E_{t0}$
5	Perkolasi	mm/hari	2,5	-
6	Peng. Lap. Air (WLR)	mm/hari	3,3	50 mm/15
7	Total keb.air	mm/hari	14,264	[3+4+5+6+7]
8	Hujan efektif	mm/hari	0,2227	$0.7 \times R_{80} / 15$
9	Keb. Air di sawah (NFR)	mm/hari	14,041	[9-8]
10	Keb. Air di sawah (NFR)	l/detik/ha	1,629	$14,227 \times 0,116$
11	Keb. Intake (DR)	l/detik/ha	3,059	$1,650/0,53$

Tabel rekapitulasi ini memberikan gambaran mengenai tahapan perhitungan kebutuhan air irigasi dengan mempertimbangkan seluruh komponen utama. Dengan diketahuinya nilai E_{t0} (evapotranspirasi referensi), Kc (koefisien tanaman), perkolasi, dan penggantian lapisan air, dapat ditentukan total kebutuhan air yang diperlukan oleh tanaman per hari. Selain itu, hujan efektif dihitung untuk mengetahui kontribusi curah hujan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi.

Konversi kebutuhan air di lahan (NFR) ke dalam satuan liter per detik per hektar memudahkan proses perencanaan dan distribusi air di lapangan. Kebutuhan air di *intake* yang lebih besar dari kebutuhan di sawah menunjukkan adanya faktor kehilangan air di jaringan irigasi yang perlu diperhitungkan dalam pengelolaan distribusi air. Secara keseluruhan, tabel ini memperjelas keterkaitan antara parameter-parameter utama yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi, sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan teknis dalam manajemen irigasi pada tingkat lapangan maupun *intake*. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada Lampiran C.4.6 di halaman 62.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis efisiensi, kehilangan air, dan kebutuhan air irigasi pada saluran primer Daerah Irigasi Pandrah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat efisiensi saluran primer di DI Pandrah tercatat sebesar 53%. Nilai ini termasuk ke dalam kategori baik berdasarkan standar KP-SDA (2013), namun masih terdapat potensi kehilangan air yang memengaruhi efisiensi total jaringan irigasi. Efisiensi tersebut diperoleh dari perbandingan debit air yang masuk pada hulu dengan debit air yang keluar di hilir saluran, sehingga mencerminkan kemampuan saluran dalam menyalurkan air secara optimal dari intake ke lahan pertanian. Meskipun sudah berada dalam kategori baik, upaya perbaikan dan peningkatan efisiensi tetap diperlukan, seperti melalui pemeliharaan fisik saluran dan pengurangan rembesan agar distribusi air ke lahan dapat berjalan lebih efektif dan tepat sasaran.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa kehilangan air yang terjadi pada saluran primer Pandrah mencapai 1,179 m³/detik dari debit masuk 2,521 m³/detik. Faktor kehilangan utama diidentifikasi berasal dari rembesan (0,00419 m³/detik) dan evaporasi (0,00000029 m³/detik), meskipun faktor evaporasi sangat kecil. Kehilangan air ini menyebabkan penurunan debit air yang diterima di hilir saluran, sehingga perlu perhatian dalam pengelolaan fisik dan operasional saluran agar efisiensi penyaluran air dapat meningkat.
3. Kebutuhan air untuk tanaman padi di DI Pandrah dianalisis pada setiap tahapan pertumbuhan. Volume kebutuhan tertinggi tercatat pada tahap persemaian dengan kebutuhan sebesar 0,940 m³/detik, dan kebutuhan terendah pada tahap pertumbuhan pertama sebesar 0,403 m³/detik. Total kebutuhan air irigasi sampai akhir fase pemasakan mencapai 6.090.000 m³ untuk areal seluas 580

hektar. Selain itu, kebutuhan air di intake dihitung sebesar 3,059 L/detik/ha, yang lebih besar daripada kebutuhan bersih di lahan akibat faktor kehilangan air pada jaringan irigasi primer.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa rekomendasi pengembangan yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian evaluasi debit aliran pada saluran:

1. Perlu dilakukan upaya peningkatan efisiensi saluran irigasi melalui perawatan rutin fisik saluran, penutupan kebocoran, dan optimalisasi pengelolaan operasional, agar kehilangan air dapat ditekan seminimal mungkin.
2. Pemantauan debit dan evaluasi kondisi bangunan saluran secara berkala diperlukan untuk mendeteksi secara dini terjadinya kehilangan air akibat rembesan dan kerusakan fisik saluran.
3. Pengaturan jadwal distribusi air irigasi sebaiknya mempertimbangkan kebutuhan air tanaman di setiap tahapan pertumbuhan padi, untuk memastikan kecukupan dan efisiensi penggunaan air di lapangan, serta meningkatkan produktivitas lahan pertanian secara berkelanjutan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Adiningrum, Cita. 2016. "Analisis Perhitungan Evapotranspirasi Aktual Terhadap Perkiraan Debit Kontinyu dengan Metode Mock." *Jurnal Teknik Sipil* 13(2):135–47. doi: 10.24002/jts.v13i2.649.
- Angguniko, Bastin Yungga, dan Susi Hidayah. 2017. "Rancangan Unit Pengelola Irigasi Modern di Indonesia." *Jurnal Irigasi* 12(1):23. doi: 10.31028/ji.v12.i1.23-36.
- Bunganaen, Wilhelmus. 2023. "Analisis Efisiensi Dan Kehilangan Air Pada Jararingan Utama Daerah Irigasi Air Sagu." *Jurnal Kehilangan Air* 80–93.
- BWS, Palu. 2025. "Sistem Jaringan Irigasi." *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. Diambil (Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter serta bangunan pelengkapanya. Ja).
- Dwiwana dkk. 2019. "Analisa Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Terdu." *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura* 6(1):215–23.
- Fitriansyah, Fitriansyah dkk. 2020. "Analisa Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Padi Dan Palawija Pada Daerah Irigasi Rawa (DIR) Danda Besar Kabupaten Barito Kuala." *Media Ilmiah Teknik Sipil* 8(2):79–87. doi: 10.33084/mits.v8i2.1405.
- Gaharu, Mochamad Devedo Dida, dan Dewi Rahmawati. 2025. "Analisis Hidraulika Dan Inventarisasi Saluran Drainase Daerah Kawasan Bandara New Yogyakarta International Airport." 4(1).
- Haerani, Yusriyana, dan Ach. Desmantri Rahmanto. 2023. "Evaluasi Saluran Irigasi Terhadap Pendistribusian Air Pada Jaringan Irigasi Di D.I. Kali Masjid Desa Poja Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep." *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)* 11(1):63–72. doi: 10.24929/ft.v11i1.2161.
- Ilva, Habrio dkk. 2020. "Analisis Kondisi Hidrologi DAS Siak Bagian Hulu

- Berdasarkan Peta Tata Guna Lahan Tahun 2014 Menggunakan Model Flow Persistence.” *Jurnal Teknik* 14(1):22–26. doi: 10.31849/teknik.v14i1.3465.
- Izdihar Balqis, Erisa dkk. 2022. “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Di Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur.” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA* 4(2):124–37. doi: 10.36277/transukma.v4i2.102.
- Kadir, Syarifuddin dkk. 2020. *PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI I R D H Owww.irdhcenter.com L*.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. “Standar Perencanaan Irigasi.” *Kementerian Pekerjaan Umum* 1–253.
- Malik, Abd dkk. 2022. “Indeks Kinerja Sistem Irigasi Daerah Irigasi Lebani Kabupaten Polewali Mandar.” *Jurnal Konstruksi* 1(9):24–32.
- Najimuddin, Didin dkk. 2025. “Analisis Tingkat Rembesan Air Pada Saluran.” 6(1):58–63.
- Pratama, Riedo Riswan dkk. 2023. “Analisis Kehilangan Air Irigasi Di Saluran Kr 2a Kiri Desa Purwodadi Kecamatan Trimurjo Kabupaten Lampung Tengah.” *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil* 4(2):298–308. doi: 10.24127/jumatisi.v4i2.5187.
- PUPR, Kementerian. 2024. “Moderniasasi Irigasi Dan Upaya Menjaga Ketahanan Pangan.” 1–11.
- Purba, Musa Affandy, dan Tika Ermita Wulandari. 2025. “Evaluasi Jaringan Irigasi Saluran Sekunder pada Daerah Irigasi Kerasan Kabupaten Simalungun.” 17(1):165–70.
- Putra, Muhammad Hakiem Sedo. 2025. “Irrigation Water Requirement Analysis Using Cropwat 8.0 Software (Case Study: Sekampung Batanghari Irrigation Area).” *Media Komunikasi Teknik Sipil* 30(2):246–55. doi: 10.14710/mkts.v30i2.66772.
- Ragil, Nafii dkk. 2025. “Analisis Kehilangan Air Dan Efisiensi Saluran (Studi Kasus Saluran Sekunder Bantul Di Pekalongan).” *Jurnal Teknik Sipil Giratory UPGRI* 6(1):1–7. doi: 10.26877/giratory.v6i1.24091.
- Rahman, M. Fathur, dan Muhammad Khaidir. 2021. “Pengukuran Aliran Air Dan Tinggi Muka Air Pada Saluran Irigasi Dengan Hall Effect Sensor Dan

- Ultrasonik.” 61–65.
- Rizalilhadi, Maimun, dan Amir Fauzi. 2014. “Evaluasi Kinerja Irigasi Dari Aspek Konsistensi Efisiensi.” 8(October):16–18. doi: 10.13140/RG.2.1.3889.0009.
- Rizqi, Mahendra dkk. 2020. “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Cropwat 8.0 pada Daerah Irigasi Krueng Jreu Kabupaten Aceh Besar.” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 4(4):412–21. doi: 10.17969/jimfp.v4i4.12758.
- Saifurridzal dkk. 2023. “Pengukuran Debit Di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember).” 59–66.
- Saragi, Tiurma Elita dkk. 2023. “Analisa Debit Andalan.” *Jurnal Teknik Sipil* 2(2):13–24.
- Sari, Kartini, dan Budiawan Sulaeman. 2020. “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Jaringan Sekunder Di Kota Palopo.” 5(2):82–90.
- Satrio, Muhammad Amsyar Aji Bimo, dan Achmad Karim Fatchan. 2023. “Pekerjaan Pemasangan Precast Minipile Saluran Primer Pada Proyek Rehabilitasi Jaringan Irigasi D.I Sim Di Kabupaten Madiun (Tahap II).” (August 2022).
- Shalsabillah, Hanan dkk. 2018. “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode Cropwat Version 8.0.” *Inersia, Jurnal Teknik Sipil* 10(2):61–68. doi: 10.33369/ijts.10.2.61-68.
- Sugiyono. 2017. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Susanti, Herni dkk. 2024. “Analisis Sifat Fisika Tanah Terhadap Infiltrasi Dan Perkolasi Air Di Lahan Pertanian.” 01:86–91.
- Susmono, Setyo dkk. 2023. “Konstruksi Pembangunan Jaringan Irigasi Studi Kasus Peningkatan Jaringan Irigasi DI Serayu Sistem Saluran Induk Sumpiuh.” *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia* 1(4):133–38. doi: 10.14710/jpii.2023.19230.
- Teknologi Bandung, Institut. 2020. “PRAKTIKUM HIDROLOGI PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN DAN Lembar Kerja :”
- Tubani, Roswita Maranatha dkk. 2023. “Analisis Ketersediaan Debit Air Irigasi Terhadap Pola Tanam Masyarakat Pada Daerah Irigasi Haekrit Kabupaten Belu.” *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)* 2(5):16–17. doi:

10.62603/konteks.v2i5.199.

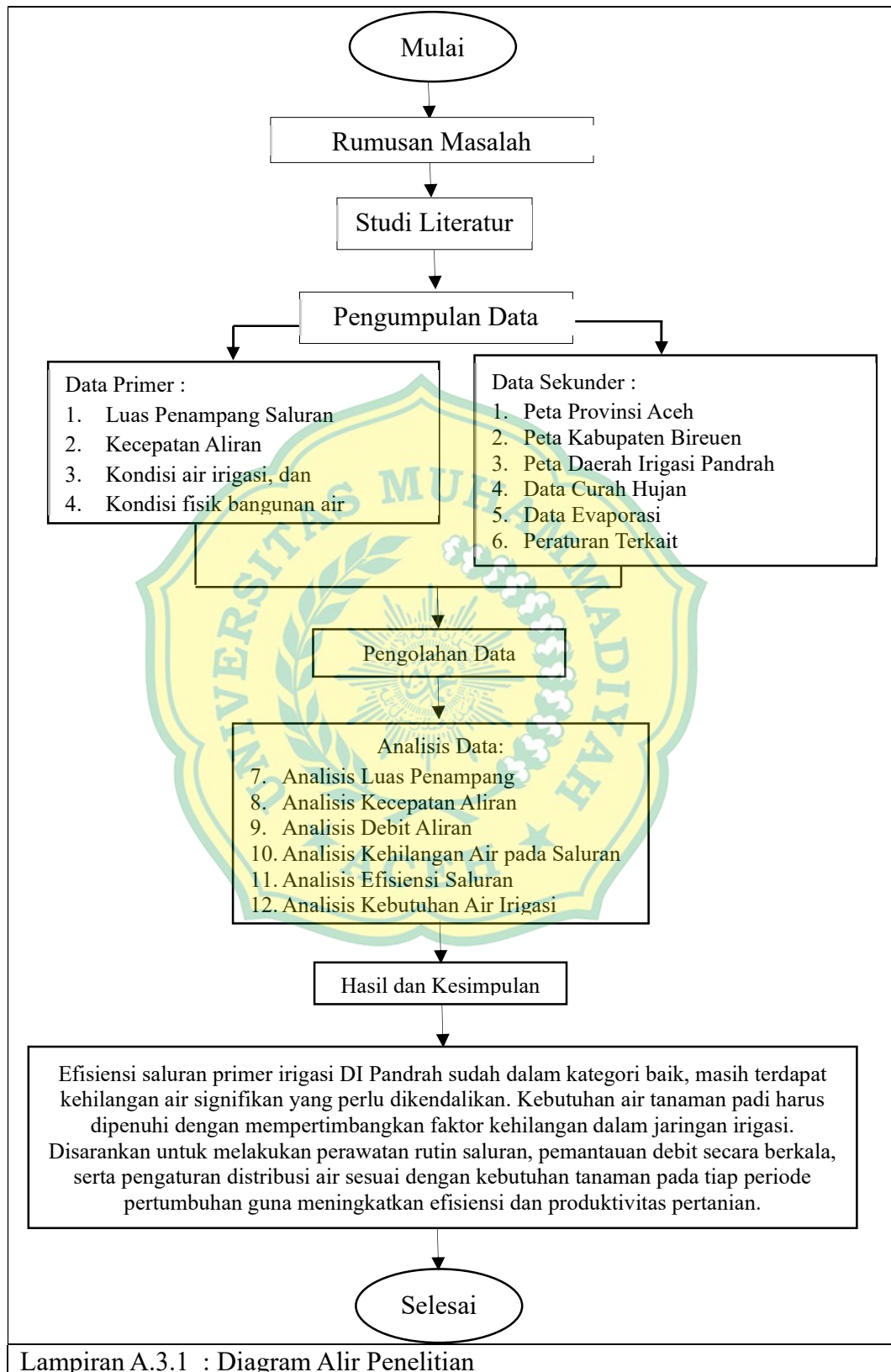
Winardi, Winardi dkk. 2020. “Kajian Kinerja Sistem Irigasi Di Daerah Irigasi Pandrah Kabupaten Bireuen.” *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 3(2):158–65. doi: 10.24815/jarsp.v3i2.16566.

Wirosoedarmo, Ruslan dkk. 2023. “Evaluasi Efisiensi Saluran Terhadap Debit Aliran Air pada Jaringan Irigasi Purwodadi Magetan , Jawa Timur Irrigation Efficiency Evaluation to the Water Flow at the Purwodadi Irrigation.” 16–24.

Yuliana, Yasintha Martha. 2023. “Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Di Kali Tengah Kecamatan Driyorejo Kabupaten Gresik.”

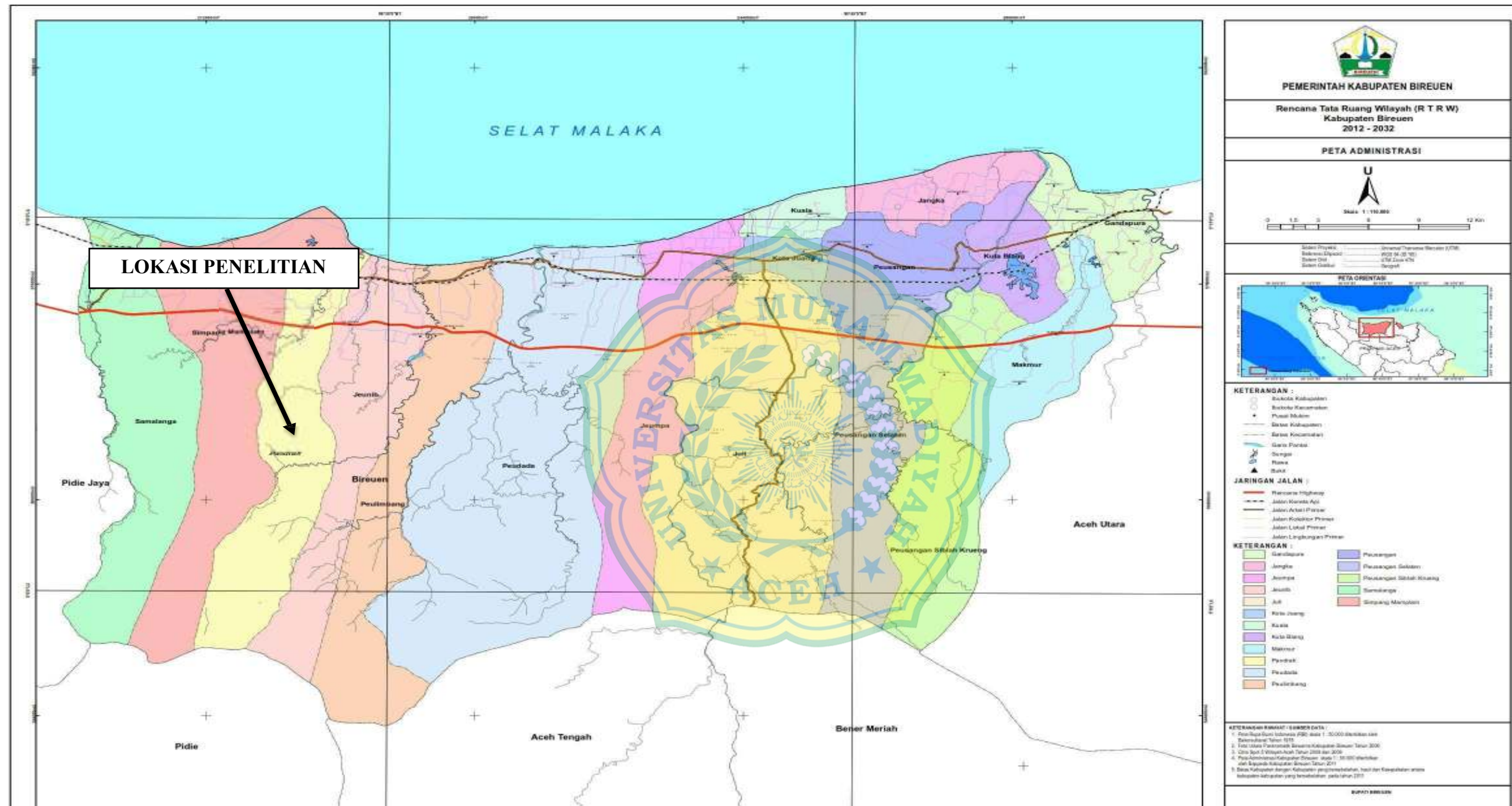


LAMPIRAN A



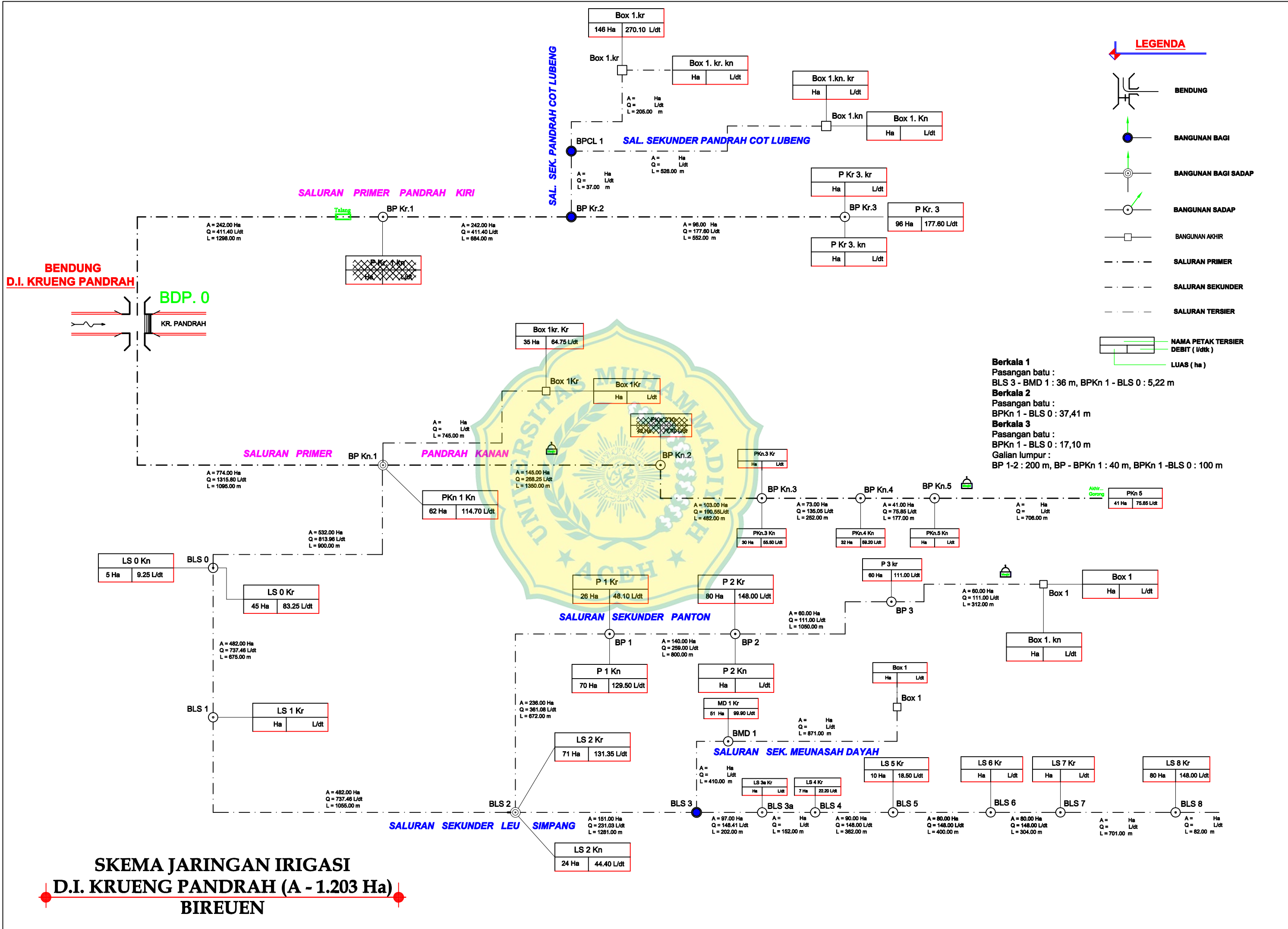
LAMPIRAN A





Lampiran A.3.3 : Peta Kabupaten Bireuen

Sumber	: Dinas Pekerjaan Umum, 2025
--------	------------------------------

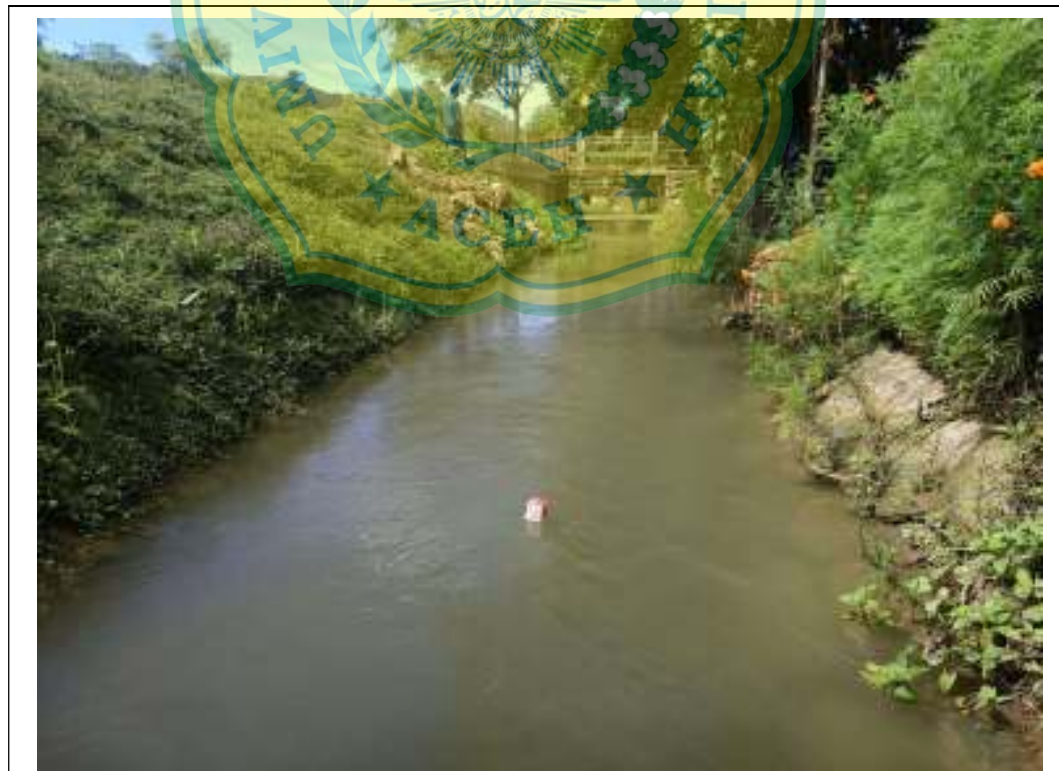


LAMPIRAN A



Gambar A.3.5 : Lokasi Penelitian

Sumber : <https://www.google.com/maps>



Gambar A.3.6 : Kondisi Saluran Area Hulu

Sumber : Lapangan

LAMPIRAN A



Gambar A.3.7 : Kondisi Saluran Area Hilir

Sumber : Lapangan



Gambar A.3.8 : Pengukuran Tinggi Saluran

Sumber : Lapangan

LAMPIRAN A



Gambar A.3.9 : Pengukuran Lebar Muka Saluran
Sumber : Lapangan



Gambar A.3.10 : Contoh Saluran yang Bermasalah
Sumber : Lapangan

LAMPIRAN B

Tabel B.2.1 Data Curah Hujan Bulanan Jeunieb

Tahun	Data Curah Hujan Bulanan (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2023	390	172	202	66	59	100	8	119	181,5	127,5	188	209	1822
2024	203	39,5	124	47,5	168	175	39,5	145,5	89	169,5	454,5	200	1855
2025	435,5	71	188	223,2	192,5	22,5	-	-	-	-	-	-	1132,7
Jumlah	1028,500	282,500	514,000	336,700	419,500	297,500	47,500	264,500	270,500	297,000	642,500	409,000	
Rata-rata	342,833	94,167	171,333	112,233	139,833	99,167	23,750	132,250	135,250	148,500	321,250	204,500	
Max	435,500	172,000	202,000	223,200	192,500	175,000	39,500	145,500	181,500	169,500	454,500	209,000	
Min	203,000	39,500	124,000	47,500	59,000	22,500	8,000	119,000	89,000	127,500	188,000	200,000	

Sumber: Kantor Pengamat Irigasi Jeunieb, 2025

Tabel B.2.2 Data Evaporasi Bulanan Jeunieb

No	Tahun	Evaporasi Rata-rata (mm/hari)												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Ket
1	2023	4,5	4,3	3,7	3,6	2,8	2,5	4,3	3,2	3,9	5,1	4,9	4,1	rata-rata setiap variabel
2	2024	4,4	3,8	3,5	2,9	3,3	2,3	2,8	3,4	5,7	6,4	6,4	3,6	
3	2025	3,6	4,3	4	4	3,8	2,2	-	-	-	-	-	-	
Jumlah		12,500	12,400	11,200	10,500	9,900	7,000	7,100	6,600	9,600	11,500	11,300	7,700	9,775
Rata-rata		4,167	4,133	3,733	3,500	3,300	2,333	3,550	3,300	4,800	5,750	5,650	3,850	4,006
Max		4,500	4,300	4,000	4,000	3,800	2,500	4,300	3,400	5,700	6,400	6,400	4,100	4,450
Min		3,600	3,800	3,500	2,900	2,800	2,200	2,800	3,200	3,900	5,100	4,900	3,600	3,525

LAMPIRAN B

Tabel B.2.3 Harga Kekasaran Manning Berdasarkan Tipe Saluran

Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga		
	Minimum	Normal	Maksimum
Beton			
- Gorong-gorong dan bebas dari kotoran	0,0100	0,0110	0,0130
- Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoan/gangguan	0,0110	0,0130	0,0140
- Beton dipoles	0,0110	0,0120	0,0140
- Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,0130	0,0150	0,0170
Tanah, lurus dan seragam			
- Bersih baru	0,0160	0,0180	0,0200
- Bersih telah melapuk	0,0180	0,0220	0,0250
- Berkerikil	0,0220	0,0250	0,0300
- Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,0220	0,0270	0,0330
Saluran alam			
- Bersih, lurus	0,0250	0,0300	0,0330
- Bersih, berkelok-kelok	0,0330	0,0400	0,0450
- Banyak tanaman pengganggu	0,0500	0,0700	0,0800
- Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,0250	0,0300	0,0350
- Saluran belukar	0,0350	0,0500	0,0700

Tabel B.2.4 Standar Kebutuhan Air pada Padi

No.	Jenis Kegiatan Pola Tanam	Waktu (Hari)	Kebutuhan Air Tanaman Standar (m/hari)
1	Persemaian	25	0,014
2	Pertumbuhan Pertama	30	0,006
3	Pertumbuhan Kedua	45	0,008
4	Pemasakan	30	0,007

Tabel 3.1 Efisiensi Irigasi Berdasarkan Tipe Saluran

Tipe Saluran	Efisiensi (%)
Saluran Tersier	80
Saluran Sekunder	90
Saluran Primer	90
Keseluruhan	65

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

Tabel 3.2 Standar Kebutuhan Air pada Padi

No.	Jenis Kegiatan Pola Tanam	Waktu (Hari)	Kebutuhan Air Tanaman Standar (m/hari)
1	Persemaian	25	0,014
2	Pertumbuhan Pertama	30	0,006
3	Pertumbuhan Kedua	45	0,008
4	Pemasakan	30	0,007

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013)

LAMPIRAN C

Lampiran C.4.1 Perhitungan Luas Penampang Saluran Primer

1. Luas Penampang Basah pada Hulu

Tinggi air maksimum (h) = 0,5 m (pengukuran lapangan)

Lebar saluran bawah (B) = 1,2 m (pengukuran lapangan)

Kemiringan Saluran (m) = 1,0 m (pengukuran lapangan)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.9:

$$\begin{aligned} A &= (b + m \times h) \times h \\ &= (1,2 + 1 \times 0,5) 0,5 \\ &= 0,850 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas Penampang Basah pada Hilir

Tinggi air maksimum (h) = 0,35 m (pengukuran lapangan)

Lebar saluran bawah (B) = 1,2 m (pengukuran lapangan)

Kemiringan Saluran (m) = 1,0 m (pengukuran lapangan)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.9:

$$\begin{aligned} A &= (b + m \times h) \times h \\ &= (1,2 + 1 \times 0,35) 0,35 \\ &= 0,543 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lampiran C.4.2 Perhitungan Kecepatan Aliran Menggunakan Metode Manning

1. Kecepatan pada Hulu

$$n = 0,014 \quad (\text{Tabel B.2.3 Harga Kekasaran Manning})$$

$$A = 0,850 \text{ m}^2 \quad (\text{hasil perhitungan luas penampang hulu})$$

$$T1 = 43,872 \text{ m} \quad (\text{data elavasi})$$

$$T2 = 43,737 \text{ m} \quad (\text{data elavasi})$$

$$\Delta = T1 - T2 \quad (\text{selisih T1 dan T2})$$

$$= 43,872 - 43,737$$

$$= 0,135 \text{ m}$$

$$L = 17,5 \text{ m} \quad (\text{survey lapangan})$$

- a) Perhitungan keliling basah saluran dengan bentuk trapezium menggunakan persamaan 2.7.

$$\begin{aligned} P &= B + 2h \sqrt{1 + m^2} \\ &= 1,2 + 2(0,5) \sqrt{1 + 1^2} \\ &= 2,614 \text{ m} \end{aligned}$$

- b) Perhitungan kemiringan saluran menggunakan persamaan 2.6.

$$\begin{aligned} S &= \frac{\Delta}{L} \\ &= \frac{0,135}{17,5} \\ &= 0,008 \end{aligned}$$

- c) Perhitungan Jari-jari hidraulik menggunakan persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,850}{2,614} \\ &= 0,325 \text{ m} \end{aligned}$$

- d) Kecepatan dengan Metode Manning menggunakan persamaan 2.4.

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,014} 0,325^{2/3} 0,008^{1/2} \end{aligned}$$

$$= 2,966 \text{ m/s}$$

2. Kecepatan pada Hulu

$$n = 0,014 \quad (\text{Tabel B.2.3 Harga Kekasaran Manning})$$

$$A = 0,543 \text{ m}^2 \quad (\text{hasil perhitungan luas penampang hilir})$$

$$T1 = 43,872 \text{ m} \quad (\text{data elavasi})$$

$$T2 = 43,737 \text{ m} \quad (\text{data elavasi})$$

$$\Delta = T1 - T2 \quad (\text{selisih } T1 \text{ dan } T2)$$

$$= 43,872 - 43,737$$

$$= 0,135 \text{ m}$$

$$L = 17,5 \text{ m} \quad (\text{survey lapangan})$$

- a) Perhitungan keliling basah saluran dengan bentuk trapezium menggunakan persamaan 2.7.

$$\begin{aligned} P &= B + 2h \sqrt{1 + m^2} \\ &= 1,2 + 2(0,35) \sqrt{1 + 1^2} \\ &= 2,190 \text{ m} \end{aligned}$$

- b) Perhitungan kemiringan saluran menggunakan persamaan 2.6.

$$\begin{aligned} S &= \frac{\Delta}{L} \\ &= \frac{0,135}{17,5} \\ &= 0,008 \end{aligned}$$

- c) Perhitungan Jari-jari hidraulik menggunakan persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,850}{2,190} \\ &= 0,248 \text{ m} \end{aligned}$$

- d) Kecepatan dengan Metode Manning menggunakan persamaan 2.4.

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,014} 0,248^{2/3} 0,008^{1/2} \\ &= 2,966 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lampiran C.4.3 Perhitungan Debit Aliran

1. Debit Aliran yang Masuk

$A = 0,850 \text{ m}^2$ (hasil perhitungan luas penampang hulu)

$V = 2,966 \text{ m/s}$ (hasil perhitungan kecepatan metode manning area hulu)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.8:

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 0,850 \times 2,966 \\ &= 2,521 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

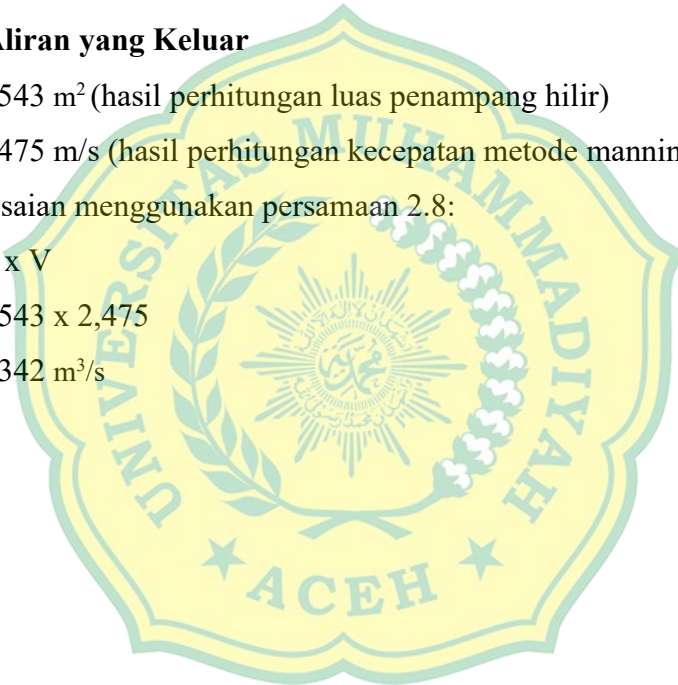
2. Debit Aliran yang Keluar

$A = 0,543 \text{ m}^2$ (hasil perhitungan luas penampang hilir)

$V = 2,475 \text{ m/s}$ (hasil perhitungan kecepatan metode manning area hilir)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.8:

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 0,543 \times 2,475 \\ &= 1,342 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$



Lampiran C.4.4 Perhitungan Kehilangan Air

$Q_{Inflow} = 2,521 \text{ m}^3/\text{s}$ (hasil perhitungan debit yang masuk)

$Q_{Outflow} = 1,342 \text{ m}^3/\text{s}$ (hasil perhitungan debit yang keluar)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.10:

$$\begin{aligned}\text{Kehilangan Air} &= Q_{Inflow} - Q_{Outflow} \\ &= 2,521 - 1,342 \\ &= 1,179 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

1. Perhitungan Rembesan

$Q = 2,521 \text{ m}^3/\text{s}$ (hasil perhitungan luas penampang hulu)

$V = 2,966 \text{ m/s}$ (hasil perhitungan kecepatan metode manning area hulu)

$C = 0,13$ (Tabel 2.3 Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.11.

$$\begin{aligned}S &= 0,035C \sqrt{\frac{Q}{V}} \\ S &= 0,035C \sqrt{\frac{2,521}{2,966}} \\ &= 0,00419 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Evaporasi

$K = 0,8$ (koefisien panci dari maksimum)

$E_p = 4,006 \text{ mm/hari}$ (diambil nilai rata-rata evaporasi dari Tabel B.2.2

Data Evaporasi Bulanan Jeunieb)

$A_{\text{hulu}} = 0,850 \text{ m}^2$ (luas penampang area hulu)

$= 8.500.000 \text{ mm}^2$ (konversi ke mm^2)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.13 dan 2.14):

$$\begin{aligned}E &= K \times E_p \\ &= 0,8 \times 4,006 \\ &= 3,204 \text{ mm/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{loss} &= E \times A \\
 &= 3,204 \times 8.500.000 \\
 &= 27.237.778 \text{ mm}^3/\text{hari} \\
 &= 0,027 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,0000003153 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 3,476 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$



Lampiran C.4.5 Perhitungan Efisiensi Saluran

$Q_{Inflow} = 2,521 \text{ m}^3/\text{s}$ (hasil perhitungan debit yang masuk)

$Q_{Outflow} = 1,342 \text{ m}^3/\text{s}$ (hasil perhitungan debit yang keluar)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.3:

$$\begin{aligned} E_{ff} &= \left(Q_{outflow} / Q_{inflow} \right) \times 100\% \\ &= \left(1,342 / 2,521 \right) \times 100\% \\ &= 53\% \end{aligned}$$



Lampiran C.4.6 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

1. Analisis Kebutuhan Air untuk Padi

a) Tahap Penyemaian

Standar kebutuhan air tanaman = 0,014 m/hari (tabel B.2.4)

Total area pengairan = 580 Ha (dari data sekunder)

Total Q hilir = 1,342 m³/s (hasil perhitungan)

Kebutuhan air total penyemaian = Standar kebutuhan air x 10.000 x total area
pengairan

$$= 0,014 \times 10.000 \times 580 \times 1,342$$

$$= 0,940 \text{ m}^3/\text{s}$$

Waktu penyemaian 1 bulan membutuhkan volume air sebanyak

$$= 30 \times \text{Kebutuhan air total penyemaian}$$

$$= 2.436.000 \text{ m}^3$$

Waktu alir selama 1 bulan = total kebutuhan air / debit aliran yang keluar

$$= 2.436.000 / 0,940$$

$$= 1.814.598,809 \text{ detik}$$

$$= 21,002 \text{ hari}$$

$$\approx 22 \text{ hari}$$

b) Tahap Pertumbuhan Pertama

Standar kebutuhan air tanaman = 0,006 m/hari (tabel B.2.4)

Total area pengairan = 580 Ha (dari data sekunder)

Total Q hilir = 1,342 m³/s (hasil perhitungan)

Kebutuhan air total pertumbuhan pertama = Standar kebutuhan air x 10.000 x
total pengairan

$$= 0,006 \times 10.000 \times 580 \times 1,342$$

$$= 0,403 \text{ m}^3/\text{s}$$

Waktu pertumbuhan pertama 1 bulan membutuhkan volume air sebanyak

$$= 30 \times \text{Kebutuhan air total penyemaian}$$

$$= 1.044.000 \text{ m}^3$$

Waktu alir selama 1 bulan = total kebutuhan air / debit aliran yang keluar

$$\begin{aligned}
&= 1.044.000 / 1,342 \\
&= 777.685,204 \text{ detik} \\
&= 9,001 \text{ hari} \\
&\approx 10 \text{ hari}
\end{aligned}$$

c) Tahap Pertumbuhan kedua

$$\begin{aligned}
\text{Standar kebutuhan air tanaman} &= 0,008 \text{ m/hari (tabel B.2.4)} \\
\text{Total area pengairan} &= 580 \text{ Ha (dari data sekunder)} \\
\text{Total Q hilir} &= 1,342 \text{ m}^3/\text{s (hasil perhitungan)} \\
\text{Kebutuhan air total pertumbuhan kedua} &= \text{Standar kebutuhan air} \times 10.000 \times \\
&\quad \text{total pengairan} \\
&= 0,008 \times 10.000 \times 580 \times 1,342 \\
&= 0,537 \text{ m}^3/\text{s} \\
\text{Waktu pertumbuhan pertama 1 bulan membutuhkan volume air sebanyak} &= 30 \times \text{Kebutuhan air total penyemaian} \\
&= 1.392.000 \text{ m}^3 \\
\text{Waktu alir selama 1 bulan} &= \text{total kebutuhan air} / \text{debit aliran yang keluar} \\
&= 1.044.000 / 0,537 \\
&= 1.036.913,605 \text{ detik} \\
&= 12,001 \text{ hari} \\
&\approx 13 \text{ hari}
\end{aligned}$$

a) Tahap Pemasakan

$$\begin{aligned}
\text{Standar kebutuhan air tanaman} &= 0,007 \text{ m/hari (tabel B.2.4)} \\
\text{Total area pengairan} &= 580 \text{ Ha (dari data sekunder)} \\
\text{Total Q hilir} &= 1,342 \text{ m}^3/\text{s (hasil perhitungan)} \\
\text{Kebutuhan air total pemasakan} &= \text{Standar kebutuhan air} \times 10.000 \times \text{total} \\
&\quad \text{pengairan} \\
&= 0,007 \times 10.000 \times 580 \times 1,342 \\
&= 0,470 \text{ m}^3/\text{s} \\
\text{Waktu pertumbuhan pertama 1 bulan membutuhkan volume air sebanyak} &= 30 \times \text{Kebutuhan air total penyemaian}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.218.000 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu alir selama 1 bulan} &= \text{total kebutuhan air} / \text{debit aliran yang keluar} \\
 &= 1.218.000 / 0,470 \\
 &= 907.299,404 \text{ detik} \\
 &= 10,501 \text{ hari} \\
 &\approx 11 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

2. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

$K_c = 1,2$ (Tabel 2.5 Kebutuhan air menurut Nodeco/Prosida)

$E_{t0} = 4,006 \text{ mm/hari}$ (diambil nilai rata-rata evaporasi dari Tabel B.2.2 Data

Evaporasi Bulanan Jeunieb)

Penyelesaian menggunakan persamaan 2.16, 2.17, 2.18 dan 2.19:

$$\begin{aligned}
 ET_c &= K_c \times E_{t0} \\
 &= 1,2 \times 4,006 \\
 &= 4,807 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_o &= 1,1 \times E_{t0} \\
 &= 1,1 \times 4,006 \\
 &= 4,406 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air} &= ET_c + E_o + \text{Perkolasi} + \text{WLR} \\
 &= 4,807 + 4,406 + 2,5 + 3,3 \\
 &= 15,013 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hujan Efektif} &= \frac{0,7 \times R_{80}}{\text{jumlah hari setengah bulan}} \\
 &= 0,223 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan air di sawah (NFR)

$$\begin{aligned}
 NFR &= \text{Total Kebutuhan Air} - \text{hujan efektif} \\
 &= 15,013 - 0,223 \\
 &= 14,790 \text{ mm/hari} \\
 &= 1,716 \text{ L/detik/ha}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan air di sawah (NFR)

$$\begin{aligned}
 DR &= NFR / \text{Efisiensi jaringan irigasi keseluruhan} \\
 &= 1,716 / 50\% \\
 &= 3,222 \text{ L/detik/ha}
 \end{aligned}$$