

**ANALISIS POLA OPERASI BUKAAN PINTU BANGUNAN RAMAN  
UTARA 4 (BRU 4) BERDASARKAN DEBIT ANDALAN 80%**

**(Skripsi)**

**Oleh:**

**RAHMALIA PUTRI**

**2215011033**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## ABSTRAK

### ANALISIS POLA OPERASI BUKAAN PINTU BANGUNAN RAMAN UTARA 4 (BRU 4) BERDASARKAN DEBIT ANDALAN 80%

Oleh

**RAHMALIA PUTRI**

Pengaturan distribusi air irigasi yang presisi sangat penting bagi produktivitas pertanian. Penelitian ini bertujuan menganalisis ketersediaan debit andalan 80% di Bendung Raman, mengevaluasi kapasitas fisik saluran, dan menentukan tinggi bukaan pintu air optimal pada Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4). Metode yang digunakan meliputi metode tahun dasar (*basic year method*) untuk analisis hidrologi, serta persamaan *manning* dan kurva *schmidt* untuk evaluasi parameter hidrolika pintu sorong.

Hasil analisis menunjukkan debit andalan 80% ( $Q_{80}$ ) Sungai Way Raman mencapai 22,18 m<sup>3</sup>/s. Mengingat kapasitas total maksimum saluran eksisting (primer BRU 4 dan sekunder BA 1 dan BC 1) hanya sebesar 18,52 m<sup>3</sup>/s, maka operasional pintu air dibatasi sesuai target kebutuhan skema irigasi guna mencegah risiko luapan (*overtopping*). Berdasarkan perumusan *rating curve*, rekomendasi tinggi bukaan pintu pada elevasi muka air hulu normal ( $h_1 = 1,32\text{m}$ ) adalah 0,90-0,95m (BRU 4), 0,30-0,35m (BA 1), dan 0,10-0,15m (BC 1). Saat elevasi muka air hulu rendah ( $h_1=0,99\text{ m}$ ), tinggi bukaan disesuaikan secara dinamis menjadi 0,70-0,75m (BRU 4), 0,45-0,50m (BA 1) dan 0,10-0,15m (BC 1) agar distribusi aliran tetap akurat, aman, dan efisien.

Kata Kunci: debit andalan, pintu sorong, pola operasi pintu, tinggi bukaan pintu.

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF GATE OPENING OPERATION PATTERN AT RAMAN UTARA 4 (BRU 4) STRUCTURE BASED ON 80% DEPENDABLE FLOW***

*By*

**RAHMALIA PUTRI**

*Precise regulation of irrigation water distribution is crucial for agricultural productivity. This study aims to analyze the availability of the 80% dependable flow at the Raman Weir, evaluate the physical capacity of the channels, and determine the optimal gate opening height at the Raman Utara 4 (BRU 4) structure. The methods used include the basic year method for hydrological analysis, along with the manning equation and the schmidt curve for evaluating the hydraulic parameters of the sluice gate.*

*The analysis results show that the 80% dependable flow ( $Q_{80}$ ) of the river reaches 22.18 m<sup>3</sup>/s. Given that the maximum total capacity of the existing channels (primary BRU 4 and secondary BA 1 and BC 1) is only 18.52 m<sup>3</sup>/s, the gate operation is strictly limited according to the irrigation scheme target requirements to prevent the risk of overtopping. Based on the rating curve formulation, the recommended gate opening heights at a normal upstream water level elevation ( $h_1 = 1.32$  m) are 0.90-0.9 m (BRU 4), 0.30-0.35 m (BA 1), and 0.10-0.15 m (BC 1). When the upstream water level elevation is low ( $h_1 = 0.99$  m), the opening heights are dynamically adjusted to 0.70-0.75 m (BRU 4), 0.45-0.50 m (BA 1), and 0.10-0.15m (BC 1) to ensure the flow distribution remains accurate, safe, and efficient.*

*Keywords: dependable flow, sluice gate, gate operation pattern, gate opening height.*

**ANALISIS POLA OPERASI BUKAAN PINTU BANGUNAN RAMAN  
UTARA 4 (BRU 4) BERDASARKAN DEBIT ANDALAN 80%**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RAHMALIA PUTRI**

**2215011033**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

Judul Skripsi

: ANALISIS POLA OPERASI BUKAAN PINTU  
BANGUNAN RAMAN UTARA 4 (BRU 4)  
BERDASARKAN DEBIT ANDALAN 80%

Nama Mahasiswa

: RAHMALIA PUTRI

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2215011033

Program Studi

: S1 TEKNIK SIPIL

Jurusan


: TEKNIK SIPIL

Fakultas

: TEKNIK

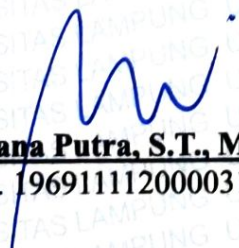


  
**Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.**  
NIP. 197001291995121001

  
**Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**  
NIP. 196705141993031002

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP. 196911112000031002

  
**Dr. Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP. 197412252005011003

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.**


Sekretaris

: **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**

Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti,**  
**S.T., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
**NIP. 196910302000031001**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 03 Juni 2026**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmalia Putri

Nomor Pokok Mahasiswa : 2215011033

Judul Skripsi : Analisis Pola Operasi Buka-an Pintu Bangunan  
Raman Utara 4 (BRU 4) Berdasarkan Debit Andalan  
80%

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Mei 2026  
Pembuat Pernyataan



Rahmalia Putri

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kecamatan Belitang, Kabupaten OKU Timur, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 08 Agustus 2004. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Rahmat Saleh dan Ibu Lisa Apriyani. Penulis merupakan 3 bersaudara dengan 1 (satu) adik perempuan yang bernama Lira Amelda Juliani dan 1 (satu) adik laki-laki yang bernama R. Alfin Aldiano.

Penulis memulai jenjang pendidikan di TK Mulia Dono Harjo, Belitang, yang diselesaikan pada tahun 2010, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Dasar di SD Negeri Dono Harjo, Belitang, yang diselesaikan pada tahun 2016, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Pertama di SMP Cipta Karya, Bangun Harjo, yang diselesaikan pada tahun 2019, dan dilanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Al-Azhar 3 Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2022. Kemudian, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai Anggota dan Sekretaris Departemen Usaha dan Karya pada periode 2023-2024 dan 2024-2025.

Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Desa Sumber Fajar, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung, selama 40 hari, yaitu Januari - Februari 2025, Kemudian pada Juli - Oktober 2025 penulis melaksanakan Kerja Praktik pada Proyek Peningkatan D.I. Way Sekampung (Sub. D.I. Raman Utara) Tahap 2 Kabupaten Lampung Timur, Lampung. Mulai pada tahun 2025 juga, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Pola Operasi Buka-an Pintu Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4) Berdasarkan Debit Andalan 80%” sebagai tugas akhir dan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahhirabbalamin, dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji bagi Allah Swt atas limpahan rahmat, nikmat, kekuatan, dan kesempatan, kuucapkan syukur atas Karunia Mu dan dengan segala kerendahan hati. Akhirnya saya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikan saya insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.*

*Karya sederhana ini kupersembahkan sebagai tanda cinta tak terhingga untuk Ibu dan Ayah. Terima kasih atas segala tetes keringat, doa, serta cinta dan kesabaran yang selalu menuntun langkahku. Semoga pencapaian ini mampu mengukir senyum bangga di wajah kalian.*

*Untuk adikku tersayang, terima kasih atas segala dukungan, doa, dan semangat yang mengiringi masa-masa kuliahku. Untuk keluarga besarku, terima kasih karena senantiasa hadir membawa doa dan kehangatan. Semoga pencapaian ini menjadi kado kebahagiaan kecil bagi kita semua.*

*Untuk dosen yang senantiasa membimbing, memberikan kritik yang membangun, serta membagikan ilmu berharga yang tak ternilai.*

*Untuk seseorang yang telah setia menemani dan sahabat-sahabat yang telah menjadi rumah dan keluarga keduaku. Tanpa tawa, tangis, dan dukungan kalian, perjalanan ini pasti akan terasa jauh lebih berat.*

*Kepada teman-teman seperjuangan keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2022, terima kasih atas kenangan indah yang menemani proses panjang dari awal perkuliahan hingga kita berada di penghujung studi.*

*Terakhir, persembahkan ini kuberikan untuk diriku sendiri, Rahmalia Putri. Terima kasih sudah bertahan di tengah kelelahan, keraguan, dan air mata. Terima kasih karena menolak untuk menyerah meski tantangan datang silih berganti dan perjalanan terasa begitu panjang. Setiap proses adalah saksi bahwa tidak ada usaha yang sia-sia. Selamat berpetualang di kehidupan selanjutnya!*

## MOTTO

***“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”***

**(Q.S. Al-Insyirah ayat 5-6)**

***“Hatiku tenang karena mengetahui, apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang di takdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”***

**(Umar bin Khattab)**

***“tumbuhku kini semoga sesuai yang kau impikan”***

**(Gemilang-Perunggu)**

***“Pendidikan bukan sekadar tentang seberapa banyak hal yang kita tahu, tapi tentang bagaimana kita merespons dan mencari tahu apa yang belum kita ketahui”***

**(Maudy Ayunda)**

***“If you don't walk today, you'll have to run tomorrow”***

## SANWACANA

Atas berkat Rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puji Syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pola Operasi Buka-an Pintu Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4) Berdasarkan Debit Andalan 80%” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Pada penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM, ASEAN, Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan banyak ilmu serta masukan selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, perhatian, dan dedikasi yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan yang Bapak berikan dibalas dengan keberkahan dan kebaikan yang berlipat.
6. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penyelesaian skripsi ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas perhatian, ilmu, dan motivasi yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan Bapak senantiasa dibalas dengan keberkahan dan kebaikan yang berlipat.

7. Ibu Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan evaluasi, masukan yang konstruktif, serta kritik dan saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kontribusi dan ilmu yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan Ibu senantiasa dibalas dengan keberkahan dan kebaikan yang berlipat.
8. Ibu Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., juga selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
10. Seluruh Staff Administrasi Jurusan Teknik Sipil yang selalu membantu dalam administrasi selama perkuliahan penulis.
11. Keluarga tercinta, Ayah, Ibuk, dan Adik-Adik, yang senantiasa memberikan perhatian, doa, kasih sayang, serta dukungan moral, material, juga menjadi penyemangat dan motivasi terbesar penulis untuk menyelesaikan skripsi.
12. Keluarga yang mendampingi penulis selama menempuh pendidikan di perantauan, bibi, pakcik, wo, ngah, Terima kasih karena telah memberikan perhatian, doa, kasih sayang, dan dukungan yang juga menjadi penyemangat penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.
13. Mager Yok, (winda, shafna, shandi, dani, adit, oji, rafi, isan) teman-teman kuliah dari awal perkuliahan sampai saat ini yang menemani dan memberikan dukungan kepada penulis, baik dukungan hati dan perasaan serta memberikan hiburan, juga telah berkontribusi atas kesanggupan penulis untuk menjalani masa-masa perkuliahan ini. Terima kasih karena dengan adanya kalian menjadi salah satu alasan saya bertahan di dunia perkuliahan ini.
14. Winda Ningrum, yang menemani selama proses penulisan dan memberikan warna selama proses penelitian dengan segala canda dangan hal-hal tak terduga yang sudah dilalui bersama. Terima kasih sudah senantiasa membantu apabila ada kesulitan.
15. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2022 (TEGAS) yang menemani

penulis berjuang dari awal perkuliahan, memberikan semangat dan dukungan sampai penulis bisa menyelesaikan penulisan ini. terimakasih kita sudah bertahan dan menjalani kehidupan skripsi yang menyenangkan ini.

16. Seseorang yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan sampai penulis telah menyelesaikan skripsi ini, pemilik NPM 2255011012, Terima kasih, telah menjadi tempat berkeluh kesah, menemani dalam segala hal, mendukung, menolong dan menghibur penulis dalam keadaan apapun.
17. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri, Rahmalia Putri, atas segala perjuangan yang telah dilalui. Terima kasih karena telah bertahan di tengah kelelahan, keraguan, dan terus melangkah meskipun perjalanan terasa panjang dan penuh tantangan. Setiap proses, air mata, doa, serta pengorbanan menjadi bukti bahwa tidak ada usaha yang sia-sia. Selamat berpetualang di kehidupan selanjutnya. Terima kasih karena tidak pernah memilih untuk menyerah hingga akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis dikemudian hari. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna.

Bandar Lampung, Mei 2026  
Penulis,

Rahmalia Putri

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Irigasi.....	8
2.3 Curah Hujan Langsung pada Saluran (Debit Suplesi) .....	9
2.4 Perhitungan Debit Andalan (Metode Tahun Dasar) .....	9
2.5 Interpolasi Linear .....	10
2.6 Aliran Saluran Terbuka dan Persamaan Kontinuitas.....	11
2.7 Persamaan Manning dan Geometri Saluran Trapesium .....	11
2.8 Pintu Air .....	12
2.8.1 Hidrolika Pintu Air .....	14
2.8.2 Tinggi Bukaan Pintu Air .....	14
2.8.3 Pola Operasi Pintu Air.....	16
2.9 Efisiensi Saluran Irigasi .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	18
3.2 Jenis Penelitian.....	23
3.3 Tahap Penelitian .....	23
3.3.1 Pengumpulan Data .....	23
3.3.2 Analisis Data .....	25
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	26

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Deskripsi Data .....	27
4.2 Analisis Hidrologi .....	27
4.2.1 Analisis Ketersediaan Air Irigasi (Debit Andalan 80%) ....	28
4.2.2 Debit Kebutuhan Rencana Pada Saluran (Skema Jaringan Irigasi) .....	31
4.2.3 Rencana Pola Tanam 2025-2026.....	34
4.2.4 Data Curah Hujan.....	35
4.3 Analisis Hidrolika .....	40
4.3.1 Penentuan Tinggi Muka Air Hilir ( $h_2$ ) pada Saluran.....	40
4.3.2 Evaluasi Kondisi Aliran dan Koefisien Debit Pintu.....	46
4.3.3 Perhitungan Operasi Tinggi Buka-an Pintu Air.....	47
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	59

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN (LEMBAR ASISTENSI)**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pintu sorong pada BRU 4 .....	13
2. Koefisien debit $\mu$ untuk permukaan pintu datar/lengkung.....	15
3. Koefisien K untuk debit Tenggelam (dari <i>Schmidt</i> ).....	15
4. Peta Lokasi Penelitian.....	19
5. Skema jaringan D.I Raman Utara .....	20
6. Skema jaringan BRU 4 .....	21
7. Tampak atas BRU 4 .....	22
8. Lokasi lapangan BRU 4 .....	22
9. Diagram alir penelitian.....	26
10. Skema jaringan (BRU 4).....	33
11. Pola Tanam DI Way Sekampung (Sub D.I Raman Utara). .....	34
12. Potongan melintang saluran irigasi BRU 4.....	37
13. Potongan melintang saluran irigasi BA 1.....	37
14. Potongan melintang saluran irigasi BC 1.....	37
15. Tinggi $h_1$ pada saluran BRU 4 hulu (Q skema). .....	44
16. Tinggi $h_1$ pada saluran BRU 4 hulu (Q min Februari). .....	44
17. Tinggi $h_2$ pada saluran BRU 4 hilir .....	45
18. Tinggi $h_2$ pada saluran BRU 4 - BA 1 .....	45
19. Tinggi $h_2$ pada saluran BRU 4 - BC 1 .....	46
20. Denah bangunan masing-masing saluran.....	48
21. Potongan memanjang saluran A-A .....	48
22. Sketsa pintu yang di gunakan pada masing-masing bangunan.....	49
23. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BRU 4 ( $h_1 = Q$ skema).....	52
24. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BA 1( $h_1 = Q$ skema).....	53
25. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BC 1 ( $h_1 = Q$ skema).....	54
26. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BRU 4 ( $h_1 = Q_{min}$ februari) .....	55
27. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BA 1 ( $h_1 = Q_{min}$ februari).....	56
28. Grafik karakteristik operasi bukaan pintu BC 1 ( $h_1 = Q_{min}$ februari).....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi debit tahunan dan rankingnya .....	29
2. Rekapitulasi perhitungan kapasitas maksimum .....	31
3. Curah hujan harian raman utara tahun 2025 .....	35
4. Curah hujan harian raman utara tahun 2025 (lanjutan).....	36
5. Data masing-masing saluran .....	43
6. Perhitungan $h_1$ pada saluran BRU 4 hulu (Q skema) .....	43
7. Perhitungan $h_1$ pada saluran BRU 4 hulu (Q min Februari).....	44
8. Perhitungan $h_2$ pada saluran BRU 4 hilir .....	44
9. Perhitungan $h_2$ pada saluran BRU 4 - BA 1 .....	45
10. Perhitungan $h_2$ pada saluran BRU 4 - BC 1 .....	45
11. Rincian data teknis yang digunakan ( $h_1 = Q$ skema).....	49
12. Rincian data teknis yang digunakan ( $h_1 = Q$ min february).....	49
13. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BRU 4 ( $h_1 = Q$ skema).....	52
14. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BA 1 ( $h_1 = Q$ skema). .....	53
15. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BC 1 ( $h_1 = Q$ skema).....	54
16. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BRU 4 ( $h_1 = Q$ min february). .....	55
17. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BA 1 ( $h_1 = Q$ min february).....	56
18. Rekapitulasi hasil simulasi bukaan pintu BC 1 ( $h_1 = Q$ min february).....	57

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara dengan sebagian besar penduduk yang bermata pencaharian sebagai petani. Air menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan, terutama pada sektor pertanian. Pertanian memiliki peran penting bagi masyarakat Indonesia karena berfungsi sebagai penyedia kebutuhan pangan. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, diperlukan sistem pengelolaan yang baik dalam pengembangan sektor pertanian. Irigasi berperan penting dalam mendukung produktivitas usaha tani untuk meningkatkan hasil pertanian demi tercapainya ketahanan pangan nasional serta kesejahteraan masyarakat, khususnya para petani, melalui keberlanjutan sistem irigasi.

Irigasi merupakan salah satu komponen penting yang menunjang keberhasilan sektor pertanian. Para petani memanfaatkan sistem irigasi sebagai sarana penyediaan air bagi lahan pertanian. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan irigasi yang baik agar distribusi air dapat dilakukan secara adil dan merata ke seluruh petak sawah. Upaya ini bertujuan untuk meningkatkan produksi pangan melalui pengaturan alokasi air irigasi yang tepat dan efisien. Dalam pelaksanaannya, sistem irigasi tidak terlepas dari permasalahan distribusi air yang sering kali tidak merata. Keterbatasan sumber daya air, perubahan iklim, serta meningkatnya kebutuhan air pada musim tanam menjadi tantangan dalam menjaga keseimbangan suplai air. Untuk itu, dibutuhkan pengelolaan dan pengaturan distribusi air yang optimal melalui sistem pengoperasian pintu air yang tepat. Pintu air berperan penting dalam mengatur volume air yang dialirkan dari saluran utama menuju saluran

sekunder dan tersier, sehingga menjadi elemen kunci dalam menjaga efisiensi pendistribusian air.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka dilakukan analisis terhadap pola operasi bukaan pintu air, khususnya pada saluran irigasi Raman Utara di Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4). Pemilihan BRU 4 karena bangunan ke tujuh (7) dari urutan bangunan pengatur setelah Bendung Raman, dan termasuk bangunan bagi ke saluran sekunder yang pertama dari bendung, sehingga posisinya sangat menentukan kestabilan aliran dan pembagian debit ke jaringan di hilir. Selain itu, BRU 4 memiliki konfigurasi pintu yang lebih kompleks dibandingkan bangunan lainnya, yaitu terdiri dari dua pintu di sisi kiri yang mengalirkan air ke saluran sekunder, satu pintu di sisi kanan yang juga menuju saluran sekunder, serta dua pintu lainnya yang menyalurkan air ke saluran primer menuju BRU 5. Jumlah pintu yang lebih banyak dan fungsi distribusinya yang beragam menjadikan BRU 4 menarik untuk dianalisis.

Analisis ini dilakukan dengan membandingkan antara tinggi bukaan pintu air dan debit kebutuhan air sawah berdasarkan debit andalan 80%. Melalui analisis ini diharapkan dapat diketahui sejauh mana tingkat efisiensi pendistribusian air yang berlangsung pada sistem irigasi Raman Utara. Hingga saat ini, belum terdapat kajian yang secara spesifik meneliti hubungan antara pola operasi bukaan pintu air berdasarkan debit andalan 80% pada BRU 4 di daerah irigasi Raman Utara. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran nyata mengenai kinerja sistem operasi irigasi yang ada, serta sebagai dasar dalam penyusunan strategi pengelolaan pintu air yang lebih efektif dan berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapa besar nilai debit andalan 80% pada Bendung Raman yang digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air irigasi?

2. Berapa besar debit yang dialokasikan pada masing-masing saluran di Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4) yang didasarkan pada ketersediaan debit andalan 80% tersebut?
3. Bagaimana pola operasi bukaan pintu pada Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4) yang sesuai dengan kondisi debit andalan 80% agar distribusi air irigasi berjalan optimal?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis data debit andalan 80% pada Bendung Raman.
2. Menganalisis besaran debit pada masing-masing saluran di BRU 4 berdasarkan debit andalan 80% dengan jarak dari bendung sejauh 9435,17 meter.
3. Menganalisis pola operasi bukaan pintu pada BRU 4 berdasarkan debit andalan 80%.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Analisis debit hanya difokuskan pada debit andalan 80% yang diperoleh dari data hidrologi di Bendung Raman.
2. Analisis distribusi air dibatasi pada saluran-saluran irigasi yang berada di BRU 4, tidak mencakup jaringan irigasi pada bangunan lain.
3. Analisis dibatasi pada aspek operasional pintu air dan distribusi debit, tanpa membahas kondisi struktur fisik bangunan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi teknis terkait besarnya debit andalan 80% yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan penyediaan air pada Bendung Raman. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran mengenai pola operasi bukaan pintu pada masing-masing saluran di Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4), sehingga dapat menjadi acuan dalam

pengaturan pasokan air di jaringan irigasi. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika atau kerangka penulisan yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan pembahasan mengenai landasan teori yang digunakan dalam penelitian.

### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan pembahasan mengenai metode penelitian yang akan digunakan dalam hal ini mencakup lokasi penelitian, analisa kebutuhan data penelitian, serta tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian.

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan gambaran hasil analisa dan penelitian baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dan pembahasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan. Pada kesimpulan dapat dikemukakan masalah-masalah yang terjadi pada saat penelitian kemudian saran berisikan solusi atas permasalahan dan keluhan yang terjadi selama penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan untuk mendukung penelitian ini dan juga dapat menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu yang digunakan dapat berupa jurnal, buku, skripsi, serta peraturan pemerintah. Penelitian terdahulu yang digunakan umumnya memiliki perbedaan maupun persamaan baik itu dari segi permasalahan, metode yang dipakai maupun tujuan dari penelitian yang dilakukan.

Priska Mega Saputri, dkk pada tahun 2024 melakukan penelitian pada D.I. Pirang Kabupaten Bojonegoro. Pada penelitian ini didapatkan Debit Andalan probabilitas 80% yang berasal dari data debit kurang lebih 10 tahun 2012-2021 pada irigasi pirang yaitu dengan debit paling tinggi di bulan Desember periode II 0,895 m<sup>3</sup>/det sedangkan debit terendah di bulan Maret periode III 0,323 m<sup>3</sup>/det Selisih antara debit andalan dengan debit kebutuhan bisa dikatakan hampir memenuhi dimana debit ketersediaan lebih besar dari pada debit kebutuhan sehingga dapat memenuhi kebutuhan. Pada perencanaan pola operasi pintu saluran menggunakan metode kesetimbangan dimana air masuk sama dengan air keluar. (Saputri et al., 2024)

Sigit Nur Eka Putra, dkk pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan analisa pemberian air irigasi ini dilakukan di areal persawahan yang dialiri saluran irigasi KBH 14 A Kanan, yang berada di desa Sidodadi Kecamatan Sekampung Lampung Timur. Pada saat masuk musim tanam gadu atau musim tanam pada saat kemarau, para petani banyak yang mengeluhkan bila air irigasi yang ada tidak mencukupi untuk melakukan penanaman padi. Maka

dari itu harus dicari penyebab utama dari kekurangan air yang terjadi tersebut. Penelitian ini meliputi jumlah debit air yang masuk pada saluran tersebut, jumlah kehilangan air yang terjadi dan juga tingkat efisiensi penyaluran yang terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah air yang masuk pada saluran tersebut sudah memenuhi kebutuhan air yang ada atau belum, dan juga untuk mengetahui apakah saluran tersebut masih layak digunakan atau tidak. Dari hasil penelitian debit air rata-rata yang masuk pada musim tanam gadu 2017 pada periode pengolahan adalah sebesar 23,00 ltr/dt, pertumbuhan 14,99 ltr/dt, dan pemasakan 10,54 ltr/dt. Sedangkan jumlah kehilangan air yang terjadi saat pengolahan sebesar 3,881 ltr/dt, saat pertumbuhan sebesar 3,401 ltr/dt, saat pemasakan 3,131 ltr/dt. Sehingga kebutuhan air total saat pengolahan sebesar 22,24 ltr/dt, saat pertumbuhan sebesar 19,24 ltr/dt, saat pemasakan sebesar 10,69 ltr/dt. Selanjutnya pada tingkat efisiensi penyaluran yang terjadi saat periode pengolahan adalah 83%, untuk pertumbuhan sebesar 77%, dan pemasakan sebesar 70%. (Nur et al., 2020)

Farouk Maricar, dkk pada tahun 2016 membahas tentang studi akurasi tinggi bukaan pintu air dengan kinerja aliran diwilayah irigasi, bertujuan untuk memperluas pemahaman mengenai ketinggian dibagian hulu pintu guna mendukung manajemen jaringan secara lebih efektif. Data yang dipakai untuk penelitian ini merupakan data primer, yang didapat kandungan cara pengukuran di lokasi penelitian. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian di laboratorium hidrolika, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Berdasarkan temuan penelitian, disimpulkan bahwa variasi tinggi pengoperasian pintu sorong yang dibuka menyebabkan variasi kedalaman air, baik di bagian hulu maupun di bagian hilir. Laju arus aliran yang ditimbulkan juga memiliki variasi, meskipun nilai debit yang keluar memiliki besaran yang sama. Pelaksanaan sistem tinggi bukaan pintu sorong pada kanal irigasi bertujuan untuk memastikan pengukuran yang akurat dalam pembagian air ke saluran irigasi yang harus dipenuhi permintaannya.

Pintu sorong juga berperan dalam mengelola debit dan kedalaman air sesuai dengan konsumsi air yang dibutuhkan. (Maricar et al., 2016)

M. Janu Ismoyo pada tahun 2020 melakukan penelitian di Daerah irigasi Mrican Kanan dengan areal seluas 15.764 ha, dan daerah irigasi Papar dengan. Panjang saluran antara pintu regulator adalah 7496 meter. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan elevasi muka air di depan intake, panjang dan waktu aliran balik yang terjadi disebabkan pintu regulator dan operasi bukaan. Penelitian dilakukan dengan analisis operasi pintu dari 1 pintu, 2 pintu, 3 pintu, 4 pintu dan 5 pintu sistem operasi dengan variasi bukaan pintu dari 0,25 sampai 2,5 m dan variasi debit dari 5,324  $m^3/det$ , 7 $m^3/det$ , 10  $m^3/det$ , 20  $m^3/det$  dan 30  $m^3/det$ . Perhitungan profil aliran yang disebabkan oleh aliran balik, panjang dan waktu aliran balik dilakukan setelah operasi pintu telah diperoleh. Menurut profil dan hasil perhitungan dan panjang aliran balik menunjukkan bahwa operasi pintu yang digunakan adalah 1 dan 2 pintu untuk debit rendah, sedangkan untuk debit tinggi pintu dioperasikan tidak hanya di satu regulator tapi juga di regulator kedua, dimana sistem operasi yang digunakan adalah sistem dari 4 dan 5 pintu. Operasi dari 3 pintu digunakan untuk semua debit yang mengalir saluran. (Ismoyo, 2020)

Mardika, dkk pada tahun 2014 melakukan penelitian di daerah irigasi Punggur Utara, bagian dari Sistem Sekampung, mencakup 132,28 hektar di Kabupaten Lampung Tengah, Lampung Timur, dan Kota Metro. Penelitian ini menggunakan metode analisis data curah hujan dari tahun 2014 hingga 2023 untuk menentukan kebutuhan air irigasi dan kemudian mengaplikasikan Pemrograman Linear dengan *Solver* untuk mengoptimasi bukaan pintu air. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan pola tanam Padi-Padi-Bera, curah hujan efektif tertinggi sebesar 5,13 mm/hari terjadi pada bulan Maret. Kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi tersebut berkisar antara minimum 0,04  $m^3/detik$  di bulan April hingga maksimum 0,20  $m^3/detik$  di bulan Mei. Untuk mengelola aliran ini, pintu air *Crump de Gruyter* dengan lebar 0,75 meter dan koefisien 0,913 dioptimalkan; bukaan sebesar 5 cm diperlukan untuk

menyediakan debit maksimum 0,20 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan bukaan 1 cm cukup untuk memenuhi kebutuhan minimum 0,04 m<sup>3</sup>/detik. (Mardika et al., 2024)

## 2.2 Irigasi

Istilah irigasi berasal dari bahasa Belanda *Irrigatie* dan bahasa Inggris *Irrigation*, yang merujuk pada usaha mengalirkan air dari sumbernya ke lahan pertanian sesuai dengan kebutuhan tanaman. Proses ini meliputi kegiatan penyaluran air, pembagian secara teratur, serta pembuangan air berlebih melalui saluran pembuang setelah air digunakan di lahan (Edijatno & Soesanto, 2018). Menurut Peraturan Pemerintah No. 25 Tahun 2001 (BAB I pasal 1) tentang irigasi dinyatakan bahwa yang di maksud dengan irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Tujuan utama irigasi adalah mewujudkan kemanfaatan air yang menyeluruh, terpadu, dan berwawasan lingkungan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani (Peraturan Pemerintah tahun 2001; BAB I pasal 2).

Untuk memenuhi kebutuhan air dalam berbagai aktivitas usaha tani, air irigasi harus dikelola dengan jumlah yang tepat, diberikan pada waktu yang sesuai, dan memiliki kualitas yang baik. Jika hal ini tidak terpenuhi, pertumbuhan tanaman dapat terganggu, yang pada akhirnya akan berdampak pada penurunan hasil produksi pertanian (Purwanto & Ikhsan Jazaul, 2014)

Adapun klasifikasi jaringan irigasi bila ditinjau dari cara pengaturan, cara pengukuran aliran air dan fasilitasnya, dibedakan atas tiga tingkatan, yaitu:

- a. Jaringan irigasi sederhana adalah jaringan pembagi air yang tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang (Mulyadi & Sitanggang, 2021)
- b. Jaringan irigasi semi teknis adalah jaringan yang bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya (Mulyadi & Sitanggang, 2021).

- c. Jaringan irigasi teknis adalah adanya pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang dan bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung (Mulyadi & Sitanggang, 2021).

### 2.3 Curah Hujan Langsung pada Saluran (Debit Suplesi)

Dalam sistem irigasi, air yang mengalir di saluran tidak hanya berasal dari pintu pengambilan utama (bendung), melainkan juga mendapat tambahan dari curah hujan yang jatuh langsung di atas permukaan saluran (direct rainfall). Hujan yang jatuh langsung pada luasan saluran ini akan menambah volume air secara nyata dan diperhitungkan sebagai debit tambahan atau debit suplesi (Mori, 2003)

Perhitungan volume tambahan akibat curah hujan yang jatuh di sepanjang saluran dilakukan dengan mengalikan luas area tangkapan (lebar permukaan air dikali panjang saluran) dengan tinggi curah hujan harian. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Volume = b \times L \times CH \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_{\text{hujan}} = \frac{volume}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

b = Lebar permukaan saluran (m)

L = Panjang saluran irigasi yang ditinjau (m)

CH = Curah hujan harian (m)

t = Waktu asumsi durasi hujan (s)

### 2.4 Perhitungan Debit Andalan (Metode Tahun Dasar)

Debit andalan merupakan besaran aliran air yang dapat disediakan untuk memenuhi kebutuhan dengan tingkat risiko kegagalan tertentu. Dalam setiap proyek penyediaan air, penentuan debit andalan menjadi tahap awal yang krusial karena nilai ini digunakan sebagai dasar dalam menetapkan debit rencana yang diharapkan tersedia secara konsisten di Sungai (Setiyawan et

al., 2017). Menurut (KP-01 Bagian Perencanaan Irigasi, 2013), debit andalan diartikan sebagai debit minimum sungai yang memiliki peluang terpenuhi sebesar 80%, artinya terdapat kemungkinan 20% debit sungai berada di bawah nilai tersebut. Untuk menentukan debit minimum dengan tingkat keandalan 80%, digunakan metode pengurutan debit melalui tahapan perhitungan tertentu. Untuk memperoleh nilai debit andalan dengan peluang 80% dapat melihat rumus probabilitas di bawah ini:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- P : probabilitas  
 n : jumlah data  
 m : nomer urut data debit

## 2.5 Interpolasi Linear

Dalam pengolahan data hidrologi, seringkali probabilitas yang dicari (misalnya probabilitas 80% untuk debit andalan) tidak bertepatan langsung dengan angka probabilitas data yang ada. Untuk mendapatkan nilai yang presisi di antara dua titik data yang diketahui, digunakan metode interpolasi linear (Soewarno, 1995). Persamaan matematis untuk interpolasi linear adalah sebagai berikut:

$$Y = Y_1 + \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} \times (Y_2 - Y_1) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- Y : Nilai yang dicari (misalnya debit  $Q_{80}$ )  
 X : Nilai probabilitas target (misalnya 80%)  
 $X_1, Y_1$  : Koordinat data pada batas bawah (probabilitas di bawah 80%)  
 $X_2, Y_2$  : Koordinat data pada batas atas (probabilitas di atas 80%)

## 2.6 Aliran Saluran Terbuka dan Persamaan Kontinuitas

Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan permukaan bebas yang bersentuhan langsung dengan tekanan atmosfer. Aliran dalam saluran irigasi pada umumnya diklasifikasikan sebagai aliran saluran terbuka. Prinsip dasar yang digunakan untuk menghitung besaran debit aliran yang melewati suatu penampang saluran adalah Persamaan Kontinuitas.

Menurut (Triatmodjo, 1993), hukum kontinuitas menyatakan bahwa debit aliran yang melewati suatu penampang saluran adalah hasil kali antara luas penampang basah dengan kecepatan aliran rata-rata pada penampang tersebut. Persamaan ini dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

Q = Debit total aliran yang melewati saluran (m<sup>3</sup>/s)

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

A = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>)

## 2.7 Persamaan Manning dan Geometri Saluran Trapesium

Untuk menghitung kecepatan rata-rata aliran pada saluran terbuka, rumus empiris yang paling sering digunakan dalam perencanaan irigasi adalah Rumus Manning. Rumus ini menghubungkan kecepatan aliran dengan kekasaran dinding saluran, jari-jari hidrolis, dan kemiringan dasar saluran. Berdasarkan Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03 (2013) (KP-03, 2013) dan (Triatmodjo, 1993), persamaan Manning dituliskan sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

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

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Koefisien kekasaran manning (bergantung pada jenis material saluran)

S = Kemiringan dasar saluran (*longitudinal slope*)

Dalam penerapannya di lapangan, sebagian besar saluran irigasi (termasuk saluran primer dan sekunder) didesain menggunakan bentuk penampang trapesium. Parameter hidrolis geometri saluran trapesium yang berfluktuasi terhadap perubahan tinggi muka air ( $h$ ) didefinisikan melalui persamaan luas penampang basah ( $A$ ), keliling basah ( $P$ ), dan jari-jari hidrolis ( $R$ ) sebagai berikut:

$$A = (b + m \times h) \times h \dots\dots\dots(7)$$

$$P = b + 2 h \times \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(8)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

$b$  = Lebar dasar saluran (m)

$h$  = Kedalam muka air (m)

$m$  = Kemiringan tebing saluran (m)

## 2.8 Pintu Air

Salah satu struktur penting dalam mengelola tinggi muka air di saluran irigasi adalah pintu air. Fungsinya melibatkan pengaturan dan pengontrolan tinggi muka air untuk memastikan distribusi air yang optimal. Terdapat berbagai jenis pintu irigasi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan khusus pada sistem pengairan. Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi KP-02 pada tahun 2013 (KP-02, 2013) terdapat beberapa macam pintu:

### 1. Pintu Sorong

Pintu sorong dipakai dengan tinggi maksimum sampai 3m dan lebar tidak lebih dari 3m. Pintu tipe ini hanya digunakan untuk bukaan kecil, karena untuk bukaan yang lebih besar alat-alat angkatnya akan terlalu berat untuk menanggulangi gaya gesekan pada sponeng. Untuk bukaan yang lebih besardapat dipakai pintu rol, yang mempunyai keuntungan tambahan karena dibagian atas terdapat lebih sedikit gesekan, dan pintu dapat diangkat dengan kabel baja atau rantai baja. Ada dua tipe pintu rol yang dapat dipertimbangkan, yaitu pintu *Stoney* dengan roda yang tidak

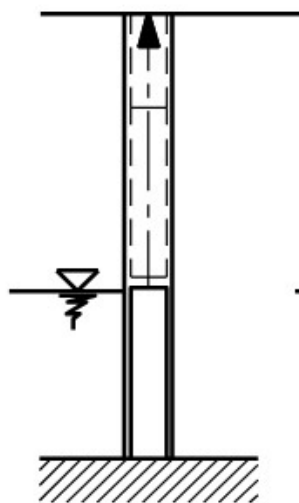
dipasang pada pintu, tetapi pada kerangka yang terpisah, dan pintu rol biasa yang dipasang langsung pada pintu.

## 2. Pintu Rangkap

Pintu rangkap (dua pintu) adalah pintu geser/rol yang terbuat dari dua pintu terpisah, keduanya tidak berikatan, tidak mampu dinaikkan maupun diturunkan. Dengan demikian, pintu-pintu ini mampu memiliki debit air yang besar (*overflowing discharge*) dan debit minimum (*bottom discharge*). Laba dari penggunaan pintu tipe ini adalah mampu dijalankan menggunakan mesin angkat yang lebih ringkas. Karakteristik dari tipe ini merupakan pintu segmen berlipat (*hook type gate*). Pintu ini menggunakan dimensi tinggi mencapai 20m serta lebar sampai 50m.

## 3. Pintu Segmen atau Radial

Pintu dengan tipe ini mempunyai karakteristik dan keuntungan karena tidak perlu memperhitungkan adanya gaya gesekan. Dengan demikian, mesin angkatnya bisa dibuat kecil dan ringkas. Biasanya, pintu tipe radial diberi kemampuan untuk menyalurkan air melewati puncaknya dengan cara merendahkan elevasi pintu atau dapat dipasangkan katup/tingkap gerak dibagian puncaknya. Debit dipuncak ini berguna untuk membawa sedimen yang terbawa diatas bendung.



Gambar 1. Pintu sorong pada BRU 4.

Sumber: Perencanaan Jaringan Irigasi KP-02, Tahun 2013

### 2.8.1 Hidrolika Pintu Air

Hidrolika pintu air irigasi adalah studi tentang perilaku air (aliran, tekanan, kecepatan) saat bergerak melalui atau diatur oleh sebuah pintu air dalam sistem saluran irigasi. Tujuan utamanya adalah untuk mengatur, mengukur, dan mengendalikan debit (volume air per detik) dan tinggi muka air di saluran.

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai prinsip-prinsip utama, perhitungan, dan faktor-faktor pentingnya.

#### 1. Prinsip Dasar Hidrolika Pintu Air

Secara hidrolis, pintu air (terutama pintu sorong) berfungsi sebagai *orifice* (bukaan) yang terkendali. Prinsip utamanya adalah mengubah energi potensial (tinggi muka air di hulu) menjadi energi kinetik (kecepatan aliran) saat air melewati bukaan pintu.

Dua kondisi aliran yang paling fundamental dalam hidrolika pintu air adalah:

- Aliran Bebas: Ini terjadi ketika tinggi muka air di hilir (belakang pintu) lebih rendah dari bukaan pintu. Aliran air jatuh bebas setelah melewati pintu. Dalam kondisi ini, debit yang lewat hanya dipengaruhi oleh tinggi muka air di hulu.
- Aliran Terendam: Ini terjadi ketika tinggi muka air di hilir lebih tinggi dari bukaan pintu, sehingga bukaan tersebut tenggelam. Dalam kondisi ini, debit yang lewat dipengaruhi oleh perbedaan tinggi muka air antara hulu dan hilir.

### 2.8.2 Tinggi Bukaan Pintu Air

Pintu air adalah infrastruktur penting dalam manajemen air pada sebuah sistem irigasi dan bendungan pengendali banjir. Penggunaan pintu irigasi dilakukan dengan konvensional yang bertujuan untuk penataan irigasi pada segmen sawah dan kanal dengan tekanan kecil. (Mardika et al., 2024). Debit yang melewati pintu sorong irigasi

dengan saluran trapesium dapat dihitung dengan memakai rumus dibawah ini:

$$Q = K \times \mu \times a \times B \times \sqrt{2g \times h_1} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

K : factor untuk aliran tenggelam

$\mu$  : koefisiensi debit

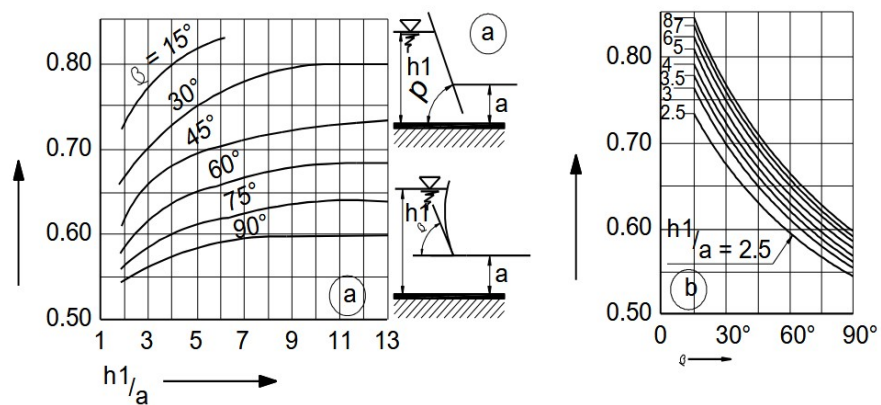
Q : debit ( $m^3/s$ )

a : bukaan pintu (m)

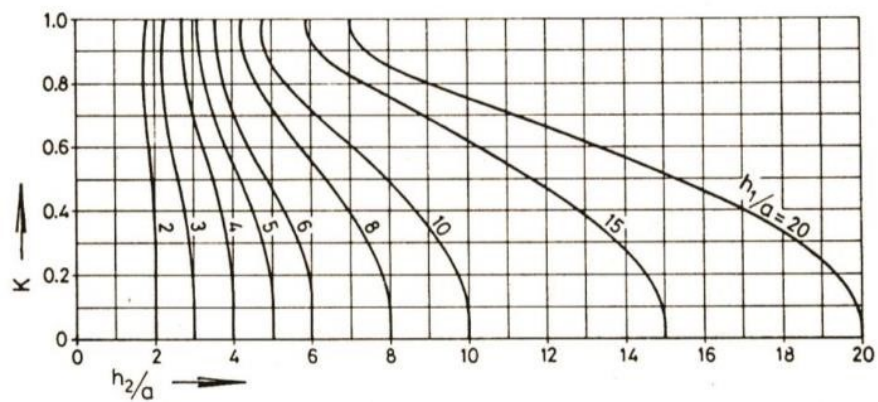
b : lebar pintu (m)

g : percepatan gravitasi ( $9,81 m/s^2$ )

$h_1$  : kedalaman air di depan pintu di atas ambang (m)



Gambar 2. Koefisien debit  $\mu$  untuk permukaan pintu datar/lengkung.



Gambar 3. Koefisien K untuk debit tenggelam (dari schmidt)

### 2.8.3 Pola Operasi Pintu Air

Pola operasi pintu air dilakukan sehingga air yang mengalir dapat sesuai dengan air yang dibutuhkan. Secara urutan, pada saat ingin membuka pintu air di bagian hulu (bendungan), harus disesuaikan dengan surat keputusan Gubernur yang diajukan oleh koordinator wilayah daerah dengan pertimbangan pola tanam dan kebutuhan tanaman pangan. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR, 2023) pihak yang memiliki wewenang untuk melakukan operasi pintu air irigasi yakni meliputi:

1. Petugas operasi bendungan (juru bendungan) yaitu pihak yang membuka/menutup pintu air intake bendungan untuk memenuhi kebutuhan air yang disesuaikan dengan surat keputusan Gubernur. Pada penelitian kali ini alur air dari bendungan Batu Tegi sampai bendungan Way Sekampung.
2. Juru bendung/petugas operasi bendung yaitu pihak yang menaikkan dan menurunkan pintu pengambilan utama pada bendung sesuai debit dan jadwal yang sudah disepakati. Seperti pada bendung Argoguruh yang harus membuka saluran pengumpan *feeder canal* I dan *feeder canal* II.
3. Juru pintu air/petugas pintu air yaitu pihak yang menaikkan dan menurunkan pintu air pada saluran primer dan sekunder sehingga debit yang terdistribusi sesuai dengan perintah juru pengairan.
4. Mantri air yaitu pihak yang menaikkan dan menurunkan pintu air pada kanal tersier.

## 2.9 Efisiensi Saluran Irigasi

Efisiensi saluran irigasi, atau lebih tepatnya disebut efisiensi pengaliran adalah perbandingan (rasio) antara volume air yang sampai di titik hilir saluran (misalnya, bangunan bagi atau petak tersier) dengan volume air yang masuk dari titik hulu saluran (misalnya, bangunan sadap atau bendung). Nilai

ini menunjukkan seberapa besar kehilangan air yang terjadi di sepanjang jaringan saluran tersebut. (Bunganaen et al., 2017)

Efisiensi yang rendah disebabkan oleh besarnya kehilangan air. Faktor utamanya adalah:

1. Rembesan (*Seepage*):

Ini adalah faktor kehilangan terbesar. Air merembes atau meresap ke dalam dasar dan dinding saluran. Ini sangat signifikan terjadi pada saluran tanah.

2. Penguapan (*Evaporation*):

Air menguap dari permukaan saluran. Faktor ini dipengaruhi oleh luas permukaan air, suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin.

3. Kebocoran (*Leakage*):

Air yang hilang melalui retakan pada saluran lining (beton), sambungan yang buruk, atau melalui pintu air yang tidak tertutup rapat.

4. Limpasan (*Overtopping*):

Air meluap dari atas tanggul saluran, sering kali disebabkan oleh aliran yang berlebih (banjir) atau desain saluran yang kurang memadai.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini berlokasi di D.I Way Sekampung (Sub D.I Raman Utara) yang berlokasi di Kabupaten Lampung Timur, kawasan ini melintasi 3 (tiga) kecamatan, yaitu Kecamatan Pekalongan, Kecamatan Batanghari Nuban dan Kecamatan Raman Utara. Sistem irigasi di wilayah tersebut dibangun menggunakan bangunan bendung yang dilengkapi jaringan irigasi teknis serta fasilitas pengendalian banjir, termasuk pintu penguras dan bangunan pelimpas (mercu).

Daerah Irigasi Raman Utara merupakan bagian dari daerah irigasi Sekampung sistem yang mulai dibangun pada tahun 1959. Luas fungsional sebesar 4.375 ha dan sumber airnya berasal dari Way Raman, aliran buangan dari Punggur dan Bunut, serta tambahan suplai dari KH.2. Adapun batas geografis lokasi proyek tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sebelah utara : Kecamatan Seputih Raman
2. Sebelah timur : Kecamatan Purbolinggo
3. Sebelah selatan : Kecamatan Pekalongan
4. Sebelah barat : Kecamatan Punggur

Dengan titik koordinat Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4): garis lintang - 5.0319620°, garis bujur 105.3927432°.

Gambar lokasi D.I. Way Sekampung (Sub. D.I. Raman Utara) Kab. Lampung adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian.







Gambar 7. Tampak atas BRU 4.



Gambar 8. Lokasi lapangan BRU 4.

## 3.2 Jenis Penelitian

Dalam studi mengenai pola operasi bukaan pintu air, pendekatan yang digunakan adalah sudut pandang kuantitatif. Sudut pandang ini menekankan pada koleksi dan interpretasi data yang terkait dengan angka, pengukuran, dan statistik. Tujuannya adalah untuk mengukur fenomena yang berkaitan dengan bukaan tinggi pintu air berdasarkan debit andalan 80%. Penelitian kuantitatif ini akan menganalisis debit andalan 80%, serta menentukan tinggi bukaan pintu air pada masing-masing saluran yang berada di bangunan raman utara 4 (BRU 4) daerah irigasi Way Sekampung (Sub D.I Raman Utara) Kabupaten Lampung Timur.

Penelitian ini bersifat teoritis, karena seluruh analisis terkait pola operasi bukaan pintu tidak dilakukan pengujian atau pengukuran langsung di lapangan. Penentuan tinggi bukaan pintu dihitung menggunakan pendekatan matematis dan prinsip-prinsip hidrolika dan analisis debit andalan 80% menggunakan pendekatan hidrologi yang berlaku. Dengan demikian, hasil penelitian yang diperoleh menggambarkan kondisi operasional pintu air berdasarkan data dan perhitungan teknis, bukan berdasarkan uji coba fisik atau pengamatan perubahan bukaan pintu secara *real time* di lokasi BRU 4. Pendekatan ini dipilih agar penelitian dapat menghasilkan gambaran yang sistematis dan terukur mengenai pola operasi pintu air, meskipun tanpa melakukan pengujian langsung di lapangan.

## 3.3 Tahap Penelitian

### 3.3.1 Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data, untuk mendapatkan hasil data yang akurat, didapatkan dari dua hal yaitu:

1. Observasi Lapangan

Observasi dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan

informasi dan data yang tidak diperoleh dari pustaka serta membuktikan kebenaran data-data umum yang diperoleh dari pustaka. Data observasi yang diperoleh bersifat deskriptif faktual, cermat, dan terperinci mengenai keadaan di lapangan, kegiatan manusia, situasi sosial, serta kontak kegiatan.

## 2. Dokumentasi

Selain melakukan observasi lapangan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya, penulis juga membutuhkan data-data penelitian dari berbagai sumber, diantaranya adalah:

- a) Dokumen, peraturan dan sejenisnya didapatkan dari kantor pekerjaan umum pengairan Kecamatan Sekampung.
- b) Penjelasan dan pengetahuan mengenai irigasi, jaringan irigasi, dan sebagainya, didapatkan melalui buku dan juga jurnal publikasi.
- c) Foto, gambar dan keterangan lainnya didapatkan dari melakukan observasi lapangan.

Dari dua hal diatas maka akan diperoleh dua jenis data yang nantinya digunakan untuk perhitungan dalam penelitian ini.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan yaitu pengukuran secara langsung di lapangan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi seperti dimensi pintu air pada BRU 4.

### 2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari pihak lain atau dari laporan-laporan dan penelitian yang telah ada yang berupa dokumen atau arsip-arsip dan hasil pengukuran di lapangan yang ada

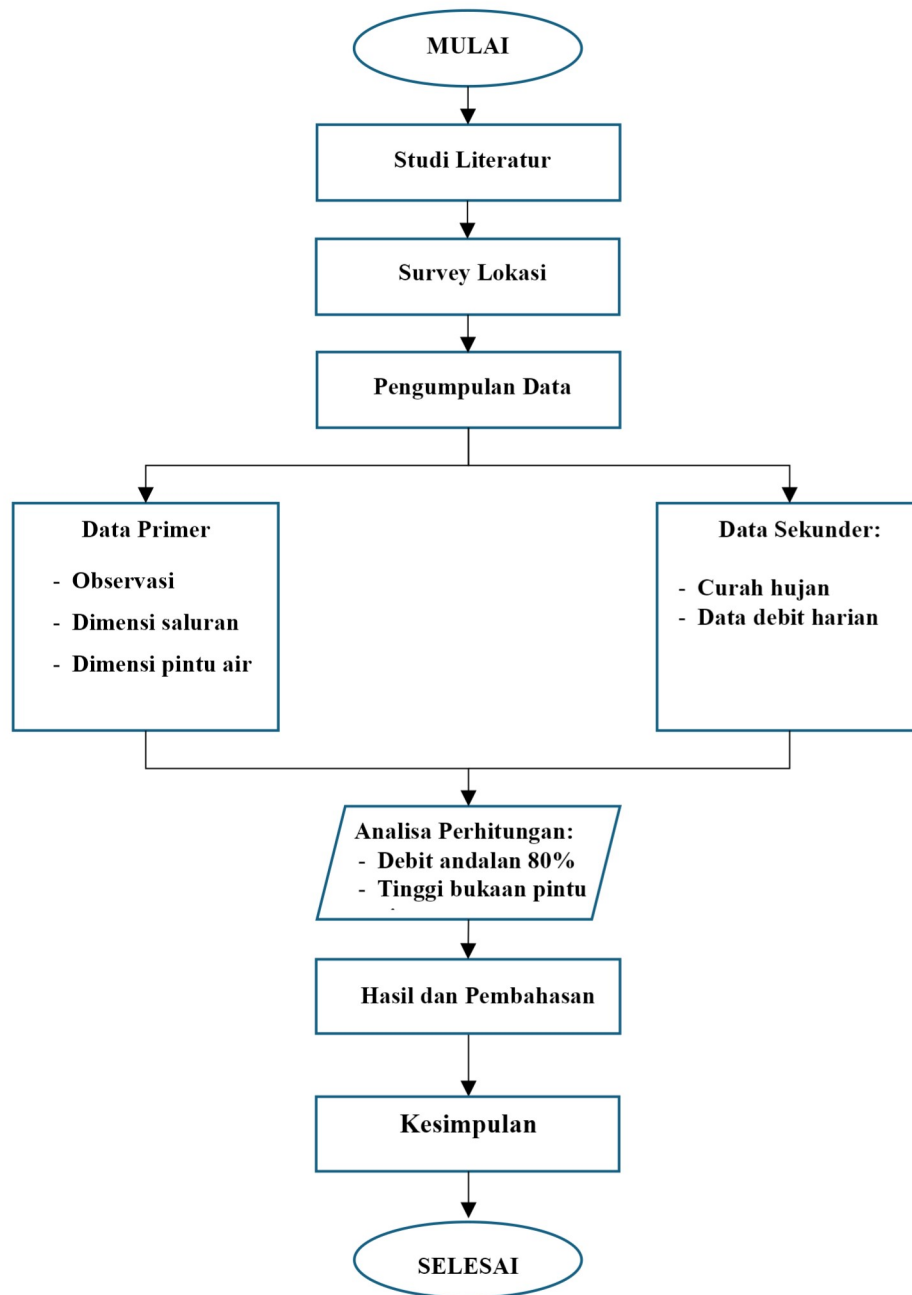
relevansinya dengan masalah yang dibahas. Seperti data debit dan data curah hujan.

### 3.3.2 Analisis Data

Setelah seluruh data terkumpul, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis sebagai berikut:

- 1) Menganalisis dan menghitung debit andalan untuk mengetahui besarnya ketersediaan air pada jaringan irigasi.
- 2) Menganalisis pola operasi bukaan pintu untuk masing-masing saluran pada Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4) berdasarkan debit andalan 80%.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram alir penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidrolika terkait pola operasi bukaan pintu Bangunan Raman Utara 4 (BRU 4), dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode tahun dasar (*basic year method*), didapatkan ketersediaan air atau debit andalan 80% ( $Q_{80}$ ) sebesar 22,18 m<sup>3</sup>/s.
2. Evaluasi hidrolika membuktikan bahwa kapasitas maksimum saluran yang di tinjau hanya mampu menampung debit total sebesar 18,52 m<sup>3</sup>/s. Memaksakan seluruh debit andalan untuk masuk akan mengakibatkan luapan (*overtopping*). Oleh karena itu, skenario bukaan pintu secara rasional menggunakan acuan target kebutuhan skema irigasi.
3. Pola operasi pintu air dirumuskan secara dinamis menggunakan *rating curve*, bukaan pintu (a) yang direkomendasikan untuk memenuhi target debit ketika muka air berada pada kondisi  $Q_{skema}$  ( $h_1 = 1,32$  meter) berkisaran sebagai berikut:
  - Pintu Primer BRU 4: 0,90 - 0,95 meter untuk mencapai 5,09 m<sup>3</sup>/s.
  - Pintu Sekunder BA 1: 0,30 - 0,35 meter untuk mencapai 1,61 m<sup>3</sup>/s.
  - Pintu Sekunder BC 1: 0,10 - 0,15 meter untuk mencapai 0,25 m<sup>3</sup>/s.Bukaan pintu (a) yang di rekomendasikan saat muka air berada pada kondisi  $Q_{minimum}$  ( $h_1 = 0,99$  meter) berkisaran sebagai berikut:
  - Pintu Primer BRU 4: 0,70 - 0,75 meter.
  - Pintu Sekunder BA 1: 0,45 - 0,50 meter.

- Pintu Sekunder BC 1: 0,10 - 0,15 meter.

Penyesuaian ini dapat dibaca secara presisi melalui grafik *rating curve* yang telah disusun.

## 5.2 Saran

Berdasarkan proses pengerjaan dan hasil evaluasi yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan sebagai bahan masukan maupun penyempurnaan di masa mendatang adalah:

1. Hasil penelitian berupa tabel rekapitulasi dan grafik lengkung operasi disarankan untuk diaplikasikan secara praktis dengan cara dicetak dan diletakkan pada pos jaga pintu air. Hal ini akan membantu juru pintu di lapangan agar tidak perlu menebak seberapa tinggi pintu harus diangkat, terutama saat elevasi air sungai sedang naik turun secara ekstrem.
2. Mengingat kapasitas saluran yang terbatas dan rawan meluap jika debit melebihi  $18,52 \text{ m}^3/\text{s}$ , diharapkan adanya kegiatan pembersihan saluran dari pihak berwenang. Dengan melakukan pengerukan sedimen atau pembersihan rumput liar secara rutin agar nilai kekasaran saluran tetap terjaga dan air dapat mengalir lancar sesuai perhitungan.
3. Analisis pada penelitian ini di dasarkan pada pendekatan empiris menggunakan grafik hidrolika standar (grafik *schmidt*). Untuk peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan kalibrasi lapangan dengan cara mengukur kecepatan aliran secara langsung menggunakan *current meter*. Pengukuran tersebut dilakukan pada ruas saluran yang lurus dan aliran sudah dalam kondisi seragam, setelah efek turbulensi dan loncatan air mereda. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter koefisien debit yang akurat sesuai dengan umur dan kondisi pintu air pada BRU 4.

## DAFTAR PUSTAKA

- BBWSMS. (n.d.-b). Data Curah Hujan PH.186 Raman Utara.
- Bunganaen, W., Ramang, R., Ruslan, (, & Raya, L. L. M. (2017). Efisiensi Pengaliran Jaringan Irigasi Malaka (Studi Kasus Daerah Irigasi Malaka Kiri). In *Jurnal Teknik Sipil: Vol. VI* (Issue 1).
- Edijatno, M. B. A., & Soesanto, S. R. (2018). Irigasi dan Bangunan Air. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Issue May).
- Ismoyo, M. J. (2020). Pengaturan Pintu Irigasi Mrican Kanan Dalam Pengoperasian kebutuhan Air Irigasi.
- Kementerian PUPR. (2023). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.08/PRT/M/2018. *Peraturan Menteri PUPR, 2021*, 1–282. <https://pu.go.id/assets/media/722223172permenpupr-no-08-tahun-2018.pdf>
- KP-01 Bagian Perencanaan Irigasi. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi*.
- KP-02. (2013). Standar Perencanaan Irigasi: Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02. *Puslitbang Air*, 240.
- KP-03. (2013). Standar Perencanaan Irigasi: Kriteria Perencanaan Bagian Saluran KP-03. *Puslitbang Air*, 168.
- Mardika, M. G. I., Fitriana, I. R., & Rahmawati, V. (2024). Optimasi Pintu Air Daerah Irigasi (D.I) Punggur Utara Zona C Petak 16 Kiri 1 Kabupaten Lampung Timur Dan Lampung Tengah. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 31–38. <https://doi.org/10.24002/jts.v18i1.9993>
- Maricar, F., K, R., & Olta Irawan, R. (2016). Studi Ketelitian Bukaian Pintu Air dan Efisiensi Aliran pada Daerah Irigasi.
- Mori, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan* (S. Sosrodarsono & K. Takeda (eds.); 2003rd ed.).
- Mulyadi, & Sitanggang, A. N. (2021). 467383 Analisa Sistem Jaringan Irigasi

- Tersier 8Dc78903. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 6(1), 46–60.
- Nur, S., Putra, E., Prawati, E., & Air, K. (2020). Analisa Pola Pemberian Air Irigasi Di Daerah Saluran Kbh 14 A Kanan Desa Sidodadi Kecamatan Sekampung. 33–46.
- Purwanto, & Ikhsan Jazaul. (2014). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Bendungan Mrican. *0274*, 83–93.
- Saputri, P. M., Rini Wahyu Sayekti, & Sri Wahyuni. (2024). Studi Pola Operasi Buka-an Pintu Jaringan Irigasi Pada Daerah Irigasi Pirang Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 943–955. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.080>
- Setiyawan, Andiese, V. W., & Anzar, L. A. (2017). Analisa Ketersediaan Air Dengan Metode F.J. Mock Pada Daerah Persawahan Desa Poboya Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Infrastruktur Teknik Sipil*, 1(1), 18–26.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data (Jilid 1) (Soewarno (ed.)). NOVA.
- Triatmodjo, B. (1993). Hidraulika II. Beta Offset.
- UPTD. (2025). *SK Pola Tanam*.