

**REHABILITASI PERENCANAAN IIRIGASI PASANG SURUT
RAWA PITU (WAY PIDADA – WAY TULANG BAWANG)
STUDI KASUS SALURAN PRIMER 3**

(SKRIPSI)

Oleh

**ANISA MEIDASARI
NPM 2015011014**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

REHABILITASI PERENCANAAN IRIGASI PASANG SURUT RAWA PITU (WAY PIDADA – WAY TULANG BAWANG) STUDI KASUS SALURAN PRIMER 3

Oleh

ANISA MEIDASARI

Pengembangan lahan rawa pasang surut mendapatkan perhatian besar karena potensinya yang signifikan untuk dikonversi menjadi lahan pertanian. Provinsi Lampung menyimpan potensi besar dalam hal pengembangan lahan rawa, termasuk Rawa Pitu di Kabupaten Tulang Bawang yang memiliki kesuburan tanah yang menjanjikan, sehingga lahannya layak untuk dikelola dan dimanfaatkan guna meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung kehidupan masyarakat. Tujuan penelitian adalah merencanakan irigasi rawa pasang surut untuk pengairan ke pertanian dengan menganalisis pasang tertinggi-surut terendah, modulus drainase, dan desain pintu klep yang akan digunakan untuk tiap saluran sekunder.

Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi seperti sering terjadinya gagal panen dan tergenangnya lahan pertanian pada musim penghujan. Selanjutnya, dilakukan studi literatur dengan mengumpulkan data primer (kondisi eksisting saluran di lapangan) dan data sekunder (curah hujan dan tata guna lahan). Hasil perencanaan saluran irigasi disimulasikan melalui software HEC-RAS 6.5.

Dengan pemodelan *software* Wxtide didapatkan ketinggian pasang surut pada sungai Way Tulang Bawang yaitu sebesar 1,6 meter pada kondisi pasang dan 0,20 meter pada kondisi surut. Dengan perhitungan curah hujan tiga harian maksimum periode ulang 5 tahun didapatkan nilai modulus drainase sebesar $0,0039 \text{ m}^3/\text{s/ha}$.

Sedangkan pola tanam rencana di D.I.R. PITU adalah Padi – Palawija – Palawija. Pola tanam itu memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan produktivitas lahan, pendapatan petani, dan ketahanan pangan. Dengan menerapkan rekomendasi, diharapkan pola tanam ini dilaksanakan optimal dan berkelanjutan.

Kesimpulannya adalah banjir yang melimpas ke permukaan dapat diatasi dengan cara mengeruk dasar saluran dan meninggikan puncak dinding tanggul. Debit pembuang di lahan harus segera dialiri kembali ke saluran primer melalui saluran sekunder dengan pintu klep otomatis sehingga air tidak menggenangi lahan yang mengakibatkan kerusakan tanaman hingga terjadinya kegagalan dalam masa panen.

Kata Kunci : HEC-RAS, Pasang Surut, dan Rawa.

ABSTRACT

REHABILITATION OF TIDAL IRRIGATION PLANNING RAWA PITU (WAY PIDADA - WAY TULANG BAWANG) CASE STUDY OF PRIMARY CHANNEL 3

By

ANISA MEIDASARI

The development of tidal marshland has received great attention due to its significant potential to be converted into agricultural land. Lampung Province holds great potential in terms of swamp land development, including Rawa Pitu in Tulang Bawang Regency which has promising soil fertility, so the land is worth managing and utilizing to increase agricultural productivity and support community life. The purpose of the research is to plan tidal swamp irrigation for irrigation to agriculture by analyzing the highest-lowest tides, drainage modulus, and valve design to be used for each secondary channel.

The research was conducted by identifying problems that occur such as frequent crop failure and flooding of agricultural land during the rainy season. Furthermore, a literature study was conducted by collecting primary data (existing conditions of the channel in the field) and secondary data (rainfall and land use). The results of irrigation channel planning were simulated through HEC-RAS 6.5 software.

By modeling the Wxtide software, the tidal height of the Way Tulang Bawang river is 1.6 meters at high tide and 0.20 meters at low tide. By calculating the maximum three-day rainfall for 5-year return period, drainage modulus value is 0.0039 cubic meters/second/hectare.

Meanwhile, the planned cropping pattern in D.I.R. PITU is Paddy-Palawija-Palawija. The cropping pattern has great potential to increase land productivity, farmers' income, and food security. By implementing recommendations, it is expected that this cropping pattern will be implemented optimally and sustainably.

The conclusion is that flooding that over flows to the surface can be overcome by dredging the channel bottom and raising the top of the embankment wall. The discharge in the field must be immediately flowed back into the primary channel through the secondary channel with an automatic valve door so that the water does not inundate the land which results in crop damage and failure in the harvest period.

Keywords: HEC-RAS, Tidal, and Swamp.

**REHABILITASI PERENCANAAN IRIGASI PASANG SURUT
RAWA PITU (WAY PIDADA – WAY TULANG BAWANG)
STUDI KASUS SALURAN PRIMER 3**

**Oleh
ANISA MEIDASARI**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **REHABILITASI PERENCANAAN IRIGASI
PASANG SURUT RAWA PITU (WAY PIDADA -
WAY TULANG BAWANG) STUDI KASUS
SALURAN PRIMER 3**

Nama Mahasiswa

: **Anisa Meidasari**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2015011014**

Program Studi

: **Teknik Sipil**

Fakultas

: **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ir. Nur Arifaini, M.S.

NIP 19620218 199303 1 001

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

NIP 19700129 199512 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi Teknik Sipil

Sasana Putra, S.T., M.T.

NIP 19691111 200003 1 002

Dr. Suyadi, S.T., M.T.

NIP 19741225 200501 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ir. Nur Arifaini, M.S.**

Sekretaris

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

Penguji

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

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 09 Juli 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi yang berjudul “Rehabilitasi Perencanaan Irigasi Pasang Surut (Way Pidada – Way Tulang Bawang) Studi Kasus Saluran Primer 3”. Akan tetapi dalam hal ini saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah tersebut diserahkan sepenuhnya kepada para dosen peneliti tersebut dan Universitas Lampung.

Atas pernyataan di atas, jika di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

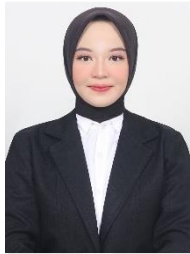
Bandar Lampung, 09 Juli 2024

Pembuat Pernyataan



Anisa Meidasari

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 1 Mei 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari Bapak Kodrat Suwandi dan Almarhumah Ibu Rosiyah. Penulis merupakan 3 bersaudara dengan memiliki 1 kakak perempuan bernama Indah Permata Sari dan 1 kakak lelaki bernama Indra Setiawan Rosandi.

Penulis memulai pendidikan di TK Sandy Putra dan melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Rawa Laut yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTsN 1 Bandar Lampung dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di MAN 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Pada Juni 2023, penulis mengikuti Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Gedung Radioterapi Rumah Sakit Urip Sumoharjo Bandar Lampung. Sedangkan pada Januari – Februari 2023, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Pampangan, Sekincau, Kabupaten Lampung Barat. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir penelitian dengan judul Rehabilitasi Perencanaan Irigasi Pasang Surut (Way Pidada – Way Tulang Bawang) Studi Kasus Saluran Primer 3. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung sebagai Sekretaris Departemen Penelitian dan Pengembangan dengan periode kepengurusan tahun 2022/2023.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahhirabbilamin

Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu. Akhirnya saya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Untuk ayah, terimakasih atas arahan dan nasihat yang berguna darimu dan teruntuk almarhumah ibuku, terimakasih karena sudah menemani bungsumu hingga syahadat terakhirmu.

Saudara Kandungku Tercinta

Untuk kakak perempuan dan kakak lelaki yang selalu memberi motivasi dan dukungan selama masa kuliah.

Dosen Teknik Sipil Universitas Lampung

Untuk dosenku, terimakasih karena senantiasa memberikan ilmu dan motivasi selama empat tahun masa perkuliahan ini dengan penuh keiklasan.

Seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2020

Untuk keluarga besar bringasku, terimakasih atas dukungannya dalam proses yang sangat panjang ini. Menemani perjalanan kuliah dari awal hingga akhir studi.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil

Tempat bernaung dalam mengemban ilmu dan akan dijadikan sebagai bekal dalam kehidupan yang akan datang.

MOTTO

“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.”

(Q.S. An – Najm: 39)

“Apabila takdir telah tiba, maka lenyaplah seluruh rencana.”

(Santri Al Kamil)

“If you can’t do great things, do small things in great way.”

(Napoleon Hill)

SANWACANA

Atas berkat rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puja – puji syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rehabilitasi Perencanaan Irigasi Pasang Surut (Way Pidada – Way Tulang Bawang) Studi Kasus Saluran Primer 3” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung. Diharapkan dengan terselesainya skripsi ini, penulis mampu memberikan hasil mengenai kedalaman gerusan lokal pada hilir bendung sebagai referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang hidroteknik. Pada penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Ir. Nur Arifaini, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.

7. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D, selaku Dosen Penguji atas kesediaan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
9. Kedua orang tuaku tercinta, Kodrat Suwandi dan Almarhumah Rosiyah, serta keluarga besar dan kakak-kakakku yang sudah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
10. Cemara, Maricuan, dan 4 Serangkai yang selalu ada di lingkunganku dalam memberikan semangat dan motivasi dalam proses menyelesaikan skripsi.
11. Akbar Dimastiar, Diftasya, Indah, Aurelius selaku teman kuliah yang siap membantu jika ada kesulitan. Ramadhani, Reysa, Erza selaku teman seperjuangan penelitian skripsi dan jurnal. Fatih, Bagus, Muti selaku teman yang senantiasa menghibur di kala gundah.
12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
13. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.
14. Abang, mbak, dan adik di lingkungan Teknik Sipil Universitas Lampung yang sudah membantu dalam proses penyelesaian skripsi.

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

Bandar Lampung, 09 Juli 2024

Penulis

Anisa Meidasari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rawa	6
2.2 Pasang Surut.....	7
2.3 Reklamasi Rawa Pasang Surut.....	7
2.4 Kendala Pengembangan Irigasi Rawa Pasang Surut.....	9
2.5 Perencanaan Sistem Tata Letak pada Jaringan Irigasi Rawa	10
2.6 Rencana Tata Guna Lahan	11
2.7 Kriteria Perencanaan Irigasi Pasang Surut.....	12
2.8 Analisis Hidrologi	14
2.8.1 Delineasi Daerah Aliran Sungai dan Karakteristik DAS	15
2.8.2 Curah Hujan Rata-rata	15
2.8.3 Parameter Statistik	18
2.8.4 Analisa Frekuensi dan Probabilitas	20
2.8.5 Pengujian Distribsi Frekuensi	24
2.8.6 Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman.....	26
2.8.7 Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu	27

2.9 Modulus Drainase	28
2.10 Pintu Klep	29
III. METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Pengumpulan Data	32
3.3 Analisis Hidraulika dengan HEC-RAS	33
3.3.1 Membuat File <i>Project</i>	33
3.3.2 Membuat Data Geometri Sungai	35
3.3.3 Menginput Data Aliran (<i>Unsteady Flow Analysis</i>).....	41
3.3.4 Melakukan Analisis Hidraulika (<i>Running Simulation</i>).....	42
3.4 Diagram Alir Penelitian	44
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Analisis Hidrologi	45
4.1.1 Delineasi dan Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS)	45
4.1.2 Curah Hujan Kawasan	46
4.1.3 Penentuan Hujan Rancangan	46
4.1.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan	49
4.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	50
4.1.6 Pengujian Kecocokan Distribusi.....	50
4.1.7 Hidrograf Banjir Rencana	53
4.1.8 Pasang Surut	57
4.1.9 Analisis Modulus Drainase	57
4.2 Analisis Kriteria Perencanaan	61
4.2.1 Drainase Maksimum	61
4.2.2 Persyaratan Drainase.....	62
4.2.3 Kemampuan Drainase.....	62
4.2.4 Dimensi Saluran.....	63
4.2.5 Lebar Berm	63
4.2.6 Tinggi Bebas	63
4.2.7 Kemiringan Sisi Saluran dan Tanggul	64
4.2.8 Koefisien Kekasaran	64
4.2.9 Kecepatan Maksimum Aliran Air	64

4.2.10 Pembilasan Saluran.....	65
4.2.11 Penurunan Tanah Galian	65
4.2.12 Lebar Tanggul	65
4.3 Analisis Hidraulik	65
4.3.1 Analisis Hidraulik Saluran Primer dengan HEC-RAS	65
4.3.2 Perencanaan Pintu Air.....	66
4.3.3 Pola Tanam.....	71
V. KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (Design Perencanaan)

LAMPIRAN B (Surat Permohonan Data BBWS)

LAMPIRAN C (Lembar Asistensi Laporan)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi.....	20
2. Nilai <i>Reduced Variate</i>	21
3. Nilai <i>Reduced Mean</i>	22
4. Nilai <i>Reduced Standard Deviation</i>	22
5. Nilai k Distribusi Log Pearson Tipe III.....	23
6. Nilai X_{cr}^2	25
7. Nilai Δ_{kritik}	26
8. Curah Hujan Rata-Rata	46
9. Perhitungan Distribusi Non-Logaritmik	47
10. Penentuan Jenis Distribusi Data Hidrologi	48
11. Analisis Frekuensi Metode Log Pearson III	49
12. Hasil Perhitungan Log Pearson III.....	52
13. Hasil Perhitungan Uji Smirnov Kolmogor.....	52
14. Intensitas Hujan Jam-Jaman.....	54
15. Distribusi Hujan Efektif.....	55
16. Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang Lima Tahunan	56
17. Curah Hujan Tiga Harian Maksimum.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Metode poligon thiessen.	17
2. Metode isohyet.....	17
3. Peta saluran primer 3, Rawa Pitu	32
4. <i>User interface</i> HEC-RAS.....	34
5. Membuat project baru	34
6. Memberi nama project	34
7. Mengubah sistem satuan HEC-RAS	35
8. Memilih sistem satuan	35
9. Membuka menu RAS Mapper	36
10. Menu <i>set projection</i>	36
11. Memasukkan data <i>projection</i>	37
12. Memasukkan data general.....	37
13. Memasukkan file baru terrain	38
14. Memasukkan data <i>terrain</i>	38
15. Kombinasi <i>terrain</i> dan map layers.....	38
16. Memberi nama pada file geometri	39
17. Membuat alur sungai.....	39
18. Membuat tahapan melintang sungai	40
19. Geometri sungai Way Tulang Bawang.....	40
20. Memasukkan nilai manning(n)	41
21. Input <i>unsteady flow analysis</i>	42
22. Layar hitungan hidraulika setelah proses <i>running</i>	43
23. Diagram alir penelitian.....	44
24. Poligon Thiessen DAS Way Tulang Bawang.....	45
25. Pola pasang surut sungai Way Tulang Bawang.....	57
26. Luas area layanan.....	59

27. Penampang melintang saluran primer	66
28. Grafik hubungan K dan h_2/a	67
29. Grafik hubungan u dan h_1/a	68
30. Skema tata air.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lahan rawa dicirikan oleh topografinya yang relatif datar atau cekung dengan kondisi drainase yang buruk. Hal ini menyebabkan terakumulasinya air, sehingga lahan rawa tergenang secara alami sepanjang tahun atau minimal selama periode tertentu yang cukup panjang (semusim) (Kodoatie et al., 2007; Kementerian PU, 2008). Lahan rawa dikategorikan menjadi dua jenis utama berdasarkan pengaruh pasang surut air lautnya yaitu rawa pasang surut yang merupakan lahan rawa terletak di kawasan pesisir, baik di pantai, dekat pantai, maupun di muara sungai, sehingga dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut air laut dan rawa non pasang surut merupakan lahan rawa yang tidak terpengaruh oleh pasang surut air laut, umumnya terletak di pedalaman atau jauh dari kawasan pesisir.

Pengembangan lahan rawa pasang surut mendapatkan perhatian besar karena potensinya yang signifikan untuk dikonversi menjadi lahan pertanian. Lahan-lahan ini dinilai cocok untuk ditanami berbagai komoditas pangan, seperti padi dan palawija, yang dapat mendukung program ketahanan pangan nasional (Mulyana, 2012). Indonesia memiliki potensi sekitar 9,5 juta hektar lahan rawa pasang surut yang dapat dikembangkan untuk kegiatan pertanian (Noor, 2004).

Lahan-lahan ini tersebar di tiga pulau utama, yaitu Sumatera dengan luas terluas mencapai 3,9 juta hektar, diikuti Papua 2,8 juta hektar, dan Kalimantan 2,7 juta hektar (Sudana, 2005). Data menunjukkan bahwa sekitar 4,1 juta hektar (44%) dari total potensi lahan rawa pasang surut telah dikelola, baik melalui program reklamasi pemerintah maupun usaha swadaya masyarakat (Sudana,

2005). Hal ini menunjukkan masih terdapat potensi besar untuk pengembangan lahan rawa pasang surut di masa depan.

Provinsi Lampung menyimpan potensi besar dalam hal pengembangan lahan rawa, termasuk Rawa Pitu di Kabupaten Tulang Bawang. Terletak di antara Sungai Pidada dan Tulang Bawang, kawasan rawa ini memiliki kesuburan tanah yang menjanjikan, sehingga menjadikannya lahan yang layak untuk dikelola dan dimanfaatkan guna meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung kehidupan masyarakat.

Berdasarkan fenomena dan permasalahan yang terjadi di Kabupaten Tulang Bawang tersebut, peneliti menjadi tertarik dan merasa perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai saluran irigasi rawa pasang surut. Dengan demikian penelitian ini akan dilakukan dengan judul **“Rehabilitasi Perencanaan Irigasi Pasang Surut Rawa Pitu (Way Pidada – Way Tulang Bawang) Studi Kasus Saluran Primer 3”**. Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi kepada Pemda Kabupaten Tulang Bawang dalam rangka meningkatkan sistem pertanian, sebagai bentuk kontribusi daerah dalam meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia.

1.2 Identifikasi Masalah

Rendahnya produktivitas pertanian di Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Tulang Bawang dapat dikaitkan dengan beberapa faktor yaitu kualitas air yang tersedia belum mencukupi kebutuhan tanaman. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti fluktuasi muka air, sistem irigasi yang tidak optimal, dan pencemaran air. Selain itu, aspek operasional dan pemeliharaan infrastruktur tata air memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan produktivitas pertanian. Infrastruktur yang tidak terawat dengan baik dapat menyebabkan inefisiensi irigasi dan kebocoran air sehingga dapat merusak tanaman.

Lahan rawa pasang surut dihadapkan pada permasalahan umum, yaitu penggenangan air yang bersumber dari curah hujan tinggi di musim penghujan, banjir dari sungai utama, pasang naik air laut serta kombinasi dari ketiga faktor

di atas. Sementara itu, pada musim kemarau, terjadi kekeringan. Di daerah yang dekat dengan muara, terdapat pula fenomena rob, yaitu masuknya air laut ke daratan.

Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Tulang Bawang mengalami fluktuasi muka air yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan musim hujan. Pada musim hujan, pasokan air pasang dan curah hujan yang tinggi menyebabkan kenaikan muka air yang cepat. Hal ini mengakibatkan tergenangnya lahan pertanian. Kondisi genangan air di lahan pertanian D.I.R Tulang Bawang perlu dikelola dengan cermat agar sesuai dengan kebutuhan tanaman. Genangan yang berlebihan dapat merusak atau menghambat pertumbuhan tanaman.

Dari latar belakang dan uraian di atas dan dengan memperhatikan fakta di lapangan dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Tergenangnya lahan pertanian di sekitar Rawa Ragil (Saluran Primer 3) pada musim penghujan mengakibatkan lahan pertanian tidak dapat dimanfaatkan.
2. Produktivitas pertanian di daerah rawa pasang surut masih rendah.
3. Terjadi kenaikan muka air laut (*sea level rise*).
4. Kekhawatiran terjadinya gagal panen pada masa tanam terutama musim penghujan sehingga dapat menimbulkan kerugian dan menurunnya motivasi petani untuk melakukan usaha tani di daerah rawa pasang surut.

1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini yaitu:

1. Berapa besarnya pengaruh modulus drainase pada perencanaan irigasi rawa pasang surut daerah Pidada, Tulang Bawang?
2. Berapa lebar pintu klep yang digunakan untuk tiap saluran sekunder agar ketika air pasang, tidak menggenangi lahan pertanian sekitar?
3. Bagaimana mengembalikan kinerja jaringan irigasi rawa untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di daerah studi?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam analisa tugas akhir ini yaitu:

1. Kajian terhadap perhitungan curah hujan 3 harian maksimum dilakukan dengan periode kala ulang 5 tahun.
2. Jaringan tata air daerah rawa pasang surut yang ditinjau adalah jaringan yang sudah ada di lapangan saat ini.
3. Kajian terhadap perencanaan saluran irigasi dilakukan sampai tahap saluran sekunder.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merencanakan irigasi rawa pasang surut untuk pengairan ke pertanian.
2. Menganalisis pasang tertinggi dan surut terendah untuk tinggi jagaan.
3. Menentukan besarnya nilai modulus drainase yang akan digunakan dalam perencanaan saluran irigasi rawa pasang surut daerah Pidada, Kabupaten Tulang Bawang.
4. Merencanakan desain pintu klep yang digunakan untuk tiap saluran sekunder.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh dapat memberikan manfaat seperti:

1. Bagi akademis, penelitian ini bermanfaat sebagai referensi untuk penelitian sejenis sehingga dapat lebih memahami bagaimana melakukan analisis dan perencanaan terhadap saluran irigasi dan keterkaitan antara ilmu teoritis dengan pelaksanaannya di lapangan.
2. Bagi instansi terkait, penelitian ini bermanfaat sebagai bahan evaluasi atau bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan untuk melakukan tindakan terhadap objek penelitian serta di dalam penelitian pelaksanaan pekerjaan sejenis lainnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan pembahasan mengenai landasan teori dalam penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan pembahasan mengenai metode penelitian yang digunakan dalam hal ini mencakup lokasi dan waktu 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 penelitian yang telah dilakukan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang dilakukan. Pada kesimpulan dikemukakan rangkuman dari masalah yang terjadi selama penelitian. Sedangkan saran berisikan solusi atas permasalahan dan keluhan yang terjadi selama penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rawa

Rawa sebagai bagian tak terpisahkan dari jaringan sumber daya air, merupakan area dengan genangan air yang terjadi secara terus menerus atau musiman. Terbentuk secara alamiah, rawa memiliki ciri-ciri khas dalam aspek fisik, kimiawi, dan biologis (Rudiansyah et al., 2019). Genangan air di rawa dapat berasal dari berbagai sumber seperti air hujan, luapan banjir dari sungai utama, pasang naik air laut, dan kombinasi dari ketiga sumber tersebut.

Berdasarkan karakteristik fisik dan proses pembentukannya, lahan rawa dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama yaitu rawa pasang surut atau rawa pantai yang merupakan jenis rawa dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut. Pengaruh pasang surut ini menyebabkan naiknya permukaan air sungai dan menggenangi lahan-lahan di sekitarnya, bagaikan pembendungan alami. (Noor, 2004; Kementerian PU, 2008). Sedangkan rawa non pasang surut atau rawa lebak merupakan jenis rawa yang tidak terpengaruh oleh pasang surut air laut dan terletak di daerah pedalaman.

Penelitian ini berfokus pada daerah rawa pasang surut, dengan meneliti dampak dan karakteristik yang disebabkan oleh pasang surut air laut. Selain pengaruh pasang surut air laut, genangan air di lahan rawa pasang surut juga dapat disebabkan oleh air hujan yang tertahan karena sistem drainase yang tidak memadai. Berbeda dengan daerah dataran tinggi, dimana sistem tata air dapat diatur dengan mudah menggunakan gaya gravitasi, pengaturan tata air di daerah rawa pasang surut sangat bergantung pada fluktuasi tinggi muka air laut.

Daerah rawa yang umumnya datar hanya dapat diairi dengan memanfaatkan perbedaan tinggi muka air saat pasang dan membuang air (drainase) saat surut. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam pengelolaan air di daerah rawa pasang surut.

2.2 Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan salah satu fenomena pergerakan air laut yang terjadi secara periodik, di samping gelombang laut dan arus laut. Istilah "pasang surut" terdiri dari dua kata, yaitu pasang yang merujuk pada keadaan saat permukaan air laut lebih tinggi dari rata-rata, dan surut yang merujuk pada keadaan saat permukaan air laut lebih rendah dari rata-rata. Di Indonesia, istilah "pasang surut" seringkali disingkat dengan pasut (Ahab, 2017).

Sifat dan kondisi muka air di lahan rawa pasang surut dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yaitu perilaku pasang surut sungai/laut yang secara langsung memengaruhi ketinggian air di lahan rawa pasang surut, topografi dimana ketinggian dan kemiringan lahan rawa pasang surut turut memengaruhi pola genangan air. (Noor, 2001; Kementerian PU, 2008). Dalam proses perencanaan bangunan air di daerah rawa pasang surut, diperlukan informasi mengenai elevasi-elevasi penting pasang surut. Untuk mendapatkan informasi tersebut, diperlukan data pasang surut yang dikumpulkan selama rentang waktu tertentu. Data pasang surut ini kemudian dianalisis dan diperamalkan untuk mengetahui elevasi-elevasi penting pasang surut selama periode nodal pasang surut. Informasi ini sangat penting untuk menentukan desain bangunan air yang tepat agar dapat berfungsi dengan optimal di lingkungan rawa pasang surut.

2.3 Reklamasi Rawa Pasang Surut

Reklamasi rawa adalah upaya pemanfaatan sumber daya air rawa untuk meningkatkan fungsi dan manfaat rawa melalui teknologi hidrolik untuk keperluan manusia (Departemen PU, 2008b; Noor, 2004). Dalam konteks

pengembangan rawa pasang surut, reklamasi dilakukan secara bertahap. Tahap pertama dengan membangun saluran terbuka tanpa pintu sehingga muka air tidak dapat dikendalikan (drainase terbuka), tahap kedua berupa melengkapi saluran sekunder dan tersier dengan bangunan pintu pengatur sehingga muka air dapat dikendalikan sebagian, dan tahap ketiga melengkapi prasarana jaringan reklamasi rawa sehingga muka air dapat dikendalikan penuh.

Rencana operasi reklamasi rawa pasang surut mencakup dua aspek utama yaitu rencana tata tanam dengan menentukan jenis tanaman yang ditanam di lahan reklamasi, mempertimbangkan faktor-faktor seperti iklim, tanah, dan kebutuhan masyarakat dan rencana pengelolaan air berupa mengatur muka air pada sistem saluran jaringan reklamasi dan muka air tanah untuk mencapai kondisi optimal bagi pertanian dan kehidupan masyarakat.

Reklamasi lahan rawa bertujuan untuk:

1. Meningkatkan produktivitas makanan, khususnya beras. Reklamasi lahan rawa dapat membuka area baru untuk persawahan dan meningkatkan hasil panen padi.
2. Memperluas area persawahan yang semakin berkurang. Lahan persawahan di Indonesia semakin berkurang akibat alih fungsi lahan. Reklamasi lahan rawa dapat membantu mengatasi hal ini.
3. Memberikan lahan pertanian bagi transmigran dan meningkatkan pendapatan mereka. Transmigran membutuhkan lahan untuk bertani dan meningkatkan taraf hidup mereka. Reklamasi lahan rawa dapat menyediakan lahan tersebut.
4. Meningkatkan pendapatan petani dan mendorong pertumbuhan produktif. Reklamasi lahan rawa dapat meningkatkan hasil panen dan pendapatan petani, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi di daerah pedesaan.
5. Mendukung program pertahanan dan keamanan, terutama di wilayah pesisir dan perbatasan.

2.4 Kendala Pengembangan Irigasi Rawa Pasang Surut

Kegiatan pengembangan rawa sendiri terdapat hambatan atau kendala dalam pelaksanaannya. Ada beberapa aspek yang menghambat pengembangan lahan mengenai aspek air yaitu sebagai berikut:

1. Tata Air

Di dataran tinggi, sistem tata air mudah diatur dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Hal ini berbeda dengan daerah rawa, di mana tata airnya sangat bergantung pada tinggi muka air pasang surut. Karakteristik datar di daerah rawa menjadi kendala utama. Sistem irigasi hanya dapat beroperasi dengan memanfaatkan perbedaan tinggi muka air saat pasang dan membuang air saat surut.

2. Banjir

Lahan rawa, dengan topografinya yang relatif datar dan umumnya berada di bawah elevasi muka air sungai, menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan air berlebih, terutama saat musim hujan.

3. Kekeringan

Kekeringan bukan hanya menjadi isu di dataran tinggi, tetapi juga di daerah rawa pasang surut, khususnya pada tipe C dan D. Semakin jauh letak lahan rawa dari sungai, semakin tinggi kemungkinan mengalami kekeringan. Pembuatan saluran drainase tanpa perencanaan matang di lahan rawa dapat memicu konsekuensi fatal, yaitu buangan air berlebihan (overdrainase). Hal ini berakibat pada penurunan muka air tanah yang tidak terkendali.

4. pH

Lahan rawa dihadapkan pada dua tantangan utama yang menghambat pengembangannya mulai dari derajat keasaman (pH) air di lahan rawa umumnya sangat tinggi, yaitu di bawah 4,5. Kondisi tanah yang sangat asam ini menjadi kendala utama untuk budidaya padi, tanaman pangan utama di Indonesia serta pada musim kemarau, penduduk di lahan rawa mengalami kesulitan air bersih. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan air tawar dan kualitas air yang tidak layak dikonsumsi akibat keasaman tinggi.

5. Salinitas

Lahan rawa tipe A, umumnya terletak di dekat sungai atau laut, memiliki

potensi besar untuk budidaya padi. Namun, musim kemarau membawa tantangan tersendiri, yaitu intrusi air laut yang mempengaruhi sumber air di daerah ini. Pada saat musim kemarau debit dari hulu sungai yang mengairi lahan rawa ini menjadi kecil sehingga tidak mampu melawan dorongan pasang air laut dan terjadi intrusi.

2.5 Perencanaan Sistem Tata Letak pada Jaringan Irigasi Rawa

Areal-areal pada lahan rawa umumnya terlihat datar, sehingga sangat dianjurkan untuk mengikuti pola drainase alami, memanfaatkan area rendah untuk membantu mencegah kondisi tersumbat, dan mempertimbangkan faktor-faktor lain dalam merancang sistem drainase. Setelah tahap pengembangan awal, di mana jaringan saluran masih berupa sistem terbuka untuk memfasilitasi pematangan tanah dan pembuangan air berlebih, langkah selanjutnya adalah meningkatkan sistem pengelolaan air dengan melengkapi jaringan saluran dengan bangunan pengatur air.

1. Tata Letak Saluran Primer

Pada sistem drainase lahan rawa, saluran primer bertugas mengangkut air dari sumbernya dan mendistribusikannya ke jaringan sekunder. Saluran ini menerima air buangan dari sejumlah saluran sekunder, layaknya anak sungai yang mengalir ke sungai utama. Dalam sistem sisir pada lahan rawa, terdapat lebih dari satu saluran primer yang mengalirkan air buangan langsung ke sungai. Jika memungkinkan, sistem ini dapat dirancang dengan memisahkan jaringan saluran suplai dan drainase, sehingga aliran air menjadi searah. Sedangkan pada sistem garpu, terdapat tiga saluran sekunder yang bersatu dan kemudian mengalirkan air ke saluran primer pengumpul yang terhubung langsung ke sungai. Bentuk ideal petak primer dalam sistem ini adalah segi empat, karena memudahkan pengaturan tata letak dan optimalisasi drainase serta suplai air.

2. Tata Letak Saluran Sekunder

Saluran drainase sekunder merupakan saluran yang bertugas membawa air dari saluran tersier. Biasanya, saluran sekunder mengalirkan air ke bangunan pengatur air sekunder yang terletak di dekat pertemuannya dengan saluran primer. Bangunan ini berfungsi untuk mengontrol aliran air dan mencegah genangan. Jika memungkinkan secara topografi, bentuk petak sekunder idealnya adalah bujur sangkar atau segi empat. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengaturan tata letak dan optimalisasi drainase serta suplai air.

2.6 Rencana Tata Guna Lahan

Sebelum memulai desain sistem drainase lahan rawa, diperlukan perencanaan tata guna lahan yang matang. Perencanaan ini harus mempertimbangkan jenis model lahan pertanian yang akan diterapkan, dengan memperhatikan kebutuhan drainase spesifik untuk tanaman padi, palawija, dan tanaman keras. Penting untuk memastikan bahwa desain drainase tidak hanya optimal untuk padi, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan drainase palawija, terutama di musim hujan. Hal ini dapat dicapai dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti curah hujan, jenis tanah, dan karakteristik tanaman.

Perencanaan tata letak untuk meningkatkan jaringan drainase lahan rawa yang sudah ada umumnya mencakup beberapa aspek penting yaitu perencanaan tata guna lahan berupa melakukan penataan ulang tata guna lahan untuk memastikan lahan dimanfaatkan secara optimal dengan mempertimbangkan kebutuhan drainase dan kondisi lahan, selanjutnya perbaikan pengamanan banjir dengan meningkatkan sistem penanggulangan banjir untuk melindungi lahan dari risiko genangan dan luapan air. Peningkatan jaringan drainase biasanya tidak melibatkan perubahan tata letak lahan pertanian dan rencana pemukiman yang sudah ada. Namun, jika terdapat lahan usaha yang tidak sesuai dengan kondisi tanah maka perlu dicari lahan baru yang lebih sesuai di area sekitarnya, atau bahkan memindahkan seluruh lahan pertanian dan pemukiman ke lokasi lain.

2.7 Kriteria Perencanaan Irigasi Pasang Surut

Kriteria perencanaan pada sistem tata air disusun sebagai berikut:

1. Kriteria Umum

- a. Sistem tata air di lahan rawa dirancang dengan tujuan utama untuk meningkatkan fungsi jaringan drainase yang sudah ada, menanggulangi permasalahan drainase, meningkatkan kualitas dan kemampuan lahan, serta mendukung usaha pertanian.
- b. Sistem tata air di lahan rawa memiliki fungsi utama sebagai berikut
 - Menahan intrusi air pasang dan banjir: Mencegah air laut atau air pasang memasuki lahan pertanian, sehingga melindungi tanaman dari kerusakan akibat salinitas dan genangan air.
 - Mengalirkan kelebihan genangan air: Membuang air berlebih yang menggenang di lahan akibat curah hujan tinggi, mencegah genangan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan merusak akar.
 - Memenuhi kebutuhan air dan mengatur muka air tanah: Menyediakan air irigasi untuk tanaman padi sawah dan menjaga ketinggian muka air tanah pada tingkat yang optimal untuk pertumbuhan tanaman.
- c. Perencanaan tata letak saluran dan komponen sistem tata air, termasuk tanggul dan bangunan pengendali, harus dilakukan dengan cermat dan teliti. Perencanaan ini harus mengacu pada ketentuan dan persyaratan yang berlaku, serta mempertimbangkan kriteria-kriteria penting yang telah disebutkan sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem tata air yang direncanakan dapat berfungsi secara optimal dan mencapai sasaran yang diinginkan.

2. Kriteria untuk Tanaman Padi Sawah

- a. Penyediaan air yang cukup untuk keperluan tanaman
Sistem tata air di lahan rawa dirancang untuk menyediakan air irigasi yang cukup bagi tanaman padi sawah. Air irigasi ini penting untuk

pertumbuhan tanaman dan mencapai hasil panen yang optimal. Penurunan muka air tanah yang diizinkan untuk sistem tata air ini dibatasi hingga 50 cm di bawah permukaan tanah. Hal ini dilakukan untuk menjaga ketersediaan air di zona perakaran tanaman, yang merupakan bagian penting dari sistem akar tanaman padi sawah.

b. Pengaturan elevasi muka air tanah

Sistem tata air yang dilengkapi dengan saluran dan bangunan pintu pengendali memungkinkan pengaturan kedalaman muka air tanah hingga mencapai elevasi yang diinginkan. Hal ini penting untuk menciptakan kondisi tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman padi sawah di lahan rawa.

c. Pengaliran air genangan yang berlebihan

Sistem tata air di lahan rawa harus mampu mengalirkan air limpasan akibat kelebihan curah hujan yang menggenangi areal persawahan dalam waktu 3 x 24 jam melalui saluran drainase. Hal ini penting untuk mencegah kerusakan tanaman padi sawah akibat genangan air yang berkepanjangan. Tinggi genangan air yang diizinkan di lahan persawahan bervariasi tergantung pada tahap pertumbuhan tanaman padi. Pada masa tumbuh, genangan air maksimal yang diizinkan adalah 20 cm. Sedangkan pada saat proses pematangan, genangan air maksimal yang diizinkan adalah 5 cm.

d. Pengeringan pada proses pematangan hingga panen.

Pada masa pematangan hingga panen padi, kondisi lahan sawah harus dijaga agar tetap kering. Untuk mencapai kondisi ini, sistem tata air di lahan rawa perlu dirancang dan dioperasikan dengan baik agar penurunan muka air tanah dapat mencapai 50 cm di bawah permukaan tanah rata-rata.

3. Kriteria Perencanaan Dimensi Saluran

a. Pengaliran air genangan yang berlebihan

Sistem tata air di lahan rawa dirancang dengan dua jenis saluran, yaitu saluran sekunder dan saluran primer. Saluran-saluran ini berfungsi

untuk mengalirkan kelebihan air, baik air limpasan permukaan akibat curah hujan yang tinggi maupun air pasang yang meluap ke lahan persawahan.

b. Curah hujan

Data curah hujan yang digunakan untuk merancang sistem saluran drainase di lahan rawa didasarkan pada analisis curah hujan maksimum selama 1, 2, 3, 4, 5, atau 6 hari berturut-turut dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun. Modulus drainase:

- Modulus drainase digunakan sebagai parameter penting dalam menentukan dimensi saluran drainase yang tepat untuk melayani lahan tanaman padi. Modulus drainase ini dihitung berdasarkan analisis curah hujan maksimum selama 1, 2, 3, 4, 5, atau 6 hari berturut-turut dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem drainase mampu mengalirkan kelebihan air dari lahan sawah dalam waktu 3 hari.

c. Pengaturan elevasi muka air tanah

- Saluran drainase di lahan sawah bukan hanya berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air hujan, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai tampungan air untuk menjaga tinggi muka air tanah yang optimal bagi tanaman padi pada musim kemarau. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan potensi pasang surut air laut dan bantuan bangunan pengendali air.
- Di lahan tanaman padi, saluran drainase yang efektif dapat berfungsi untuk menurunkan muka air tanah hingga batas zona perakaran tanaman. Kedalaman zona perakaran yang optimal bervariasi tergantung pada umur tanaman padi.

2.8 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah salah satu bagian dari tahapan perencanaan bangunan air, seperti bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga bangunan bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya

(Saily & Jusi, 2022). Ukuran dan jenis bangunan air sangat bergantung dari informasi yang didapat dari analisis hidrologi sebelum dilakukannya pembangunan. Oleh karena itu, analisis hidrologi sangat penting untuk menentukan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS). Berikut ini adalah beberapa komponen hidrologi yang dibahas:

2.8.1 Delineasi Daerah Aliran Sungai dan Karakteristik DAS

Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan proses ilmiah untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan batas-batas wilayah yang berkontribusi dalam mengalirkan curah hujan (input) menjadi aliran permukaan menuju satu titik luaran (outlet). Proses delineasi ini diawali dengan pengolahan data mentah Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS), sebuah dataset topografi yang digunakan untuk menghasilkan gambaran DAS.

Pemetaan DAS dilakukan dengan menggunakan aplikasi GIS (*Geographic Information System*) seperti Global Mapper. Alat ini memungkinkan analisis karakteristik DAS secara menyeluruh, termasuk luas wilayah, panjang sungai utama, dan kemiringan lereng.

2.8.2 Curah Hujan Rata-rata

Analisis debit banjir merupakan langkah penting dalam memahami potensi bahaya dan merancang infrastruktur yang tahan terhadap luapan air. Beberapa metode, termasuk metode aritmatik, metode poligon Thiessen, dan metode isohyet digunakan untuk menghitung curah hujan (Fitriyanti, 2019).

1. Metode Aritmatika

Metode aritmetik merupakan pendekatan paling sederhana di antara metode perhitungan curah hujan rata-rata di suatu kawasan.

Penggunaan stasiun dalam penelitian ini harus pada suatu DAS, ataupun stasiun yang berada dekat dengan suatu DAS juga bisa diperhitungkan.

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$\bar{P}$ = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

n = Jumlah stasiun

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal sebagai metode rata-rata tengah, dimana melibatkan pembentukan dari daerah pengaruh untuk setiap stasiunnya menggunakan garis-garis sumbu tegak lurus yang bersinggungan dan menghubungkan dua stasiun. Metode Poligon Thiessen merupakan teknik ilmiah yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata di suatu kawasan, khususnya Daerah Aliran Sungai (DAS). Kelebihan utama metode ini terletak pada kemampuannya untuk mempertimbangkan luas wilayah yang diwakili oleh setiap stasiun pengukur hujan, sehingga menghasilkan perkiraan curah hujan rata-rata yang lebih presisi dan akurat.

Hujan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut:

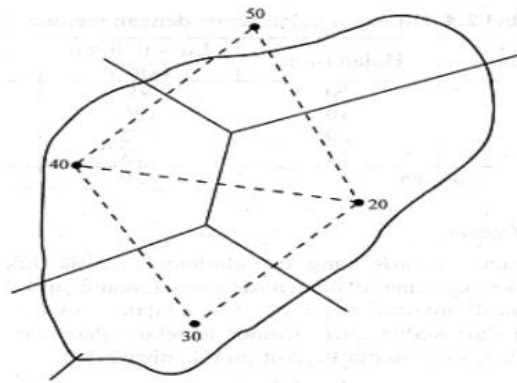
$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$\bar{P}$ = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = Luas daerah pengaruh stasiun hujan (km²)



Gambar 1. Metode poligon thiessen.

3. Metode Isohyet

Metode isohyet merupakan teknik ilmiah yang digunakan untuk memetakan dan mengukur sebaran spasial curah hujan di suatu wilayah geografis. Metode ini memanfaatkan garis-garis isohyet, yaitu garis-garis yang menghubungkan titik-titik dengan nilai curah hujan yang sama. Ini dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

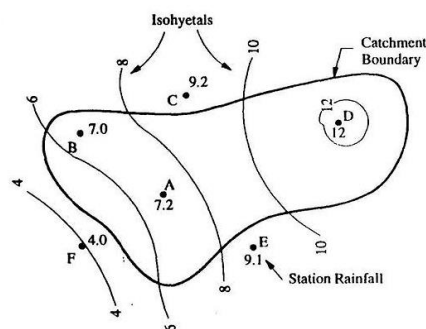
$$\bar{P} = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$\bar{P}$ = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Garis isohyet ke 1, 2, ..., n (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = Luas daerah yang dibatasi garis isohyet (km^2)



Gambar 2. Metode isohyet.

2.8.3 Parameter Statistik

Proses penelitian distribusi ini merupakan langkah kritis dalam analisis hidrologi, karena pemilihan distribusi yang tepat dapat meningkatkan akurasi dan ketepatan hasil perhitungan distribusi probabilitas. Dari ke 4 metode yang ada, dikelompokkan menjadi 2 distribusi, yakni Distribusi Non-Logaritmik dan Logaritmik.

1. Distribusi Non-Logaritmik

Metode Normal dan Gumbel termasuk Distribusi Non-Logaritmik.

a. Nilai Rata-Rata (*Mean*)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

b. Simpangan Baku (*Standard Deviation*)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

c. Koefisien Variasi (*Coefficien of Variation*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

Cv = Koefisien variasi curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

d. Koefisien Skewness (*Coefficien of Sweekness*)

$$Cs = \frac{\sum(X-\bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

Cs = Koefisien kemencengan curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

e. Koefisien Ketajaman (*Coefficien of Kurtosis*)

$$Ck = \left[\frac{n \times (n+1) \times \sum(X-\bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \right] - \frac{3 \times (n-1)^2}{(n-2) \times (n-3)} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

Ck = Koefisien kurtosis curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

2. Distribusi Logaritmik

Metode yang termasuk dalam distribusi Logaritmik adalah metode log normal dan juga metode log pearson tipe III.

a. Nilai Rata-Rata (*Mean*)

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum \text{Log}(X)}{n} \dots\dots\dots (9)$$

b. Simpangan Baku (*Standard Deviation*)

$$S\overline{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum \text{Log}(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (10)$$

c. Koefisien Variansi (*Coefficien of Variation*)

$$Cv = \frac{S\overline{\text{Log}X}}{\overline{\text{Log}X}} \dots\dots\dots (11)$$

d. Koefisien Skewness (*Coefficien of Sweekness*)

$$C_s = \frac{\sum \text{Log } (X - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \dots\dots\dots (12)$$

e. Koefisien Ketajaman (*Coefficien of Kurtosis*)

$$C_k = \left[\frac{n \times (n+1) \times \sum \text{Log } (X - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \right] - \frac{3 \times (n-1)^2}{(n-2) \times (n-3)} \dots\dots\dots (13)$$

Sifat khas masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dari besarnya nilai koefisien kemencengan (C_s) dan koefisien ketajaman (C_k) yang sesuai dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 1. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson Type III	Selain nilai di atas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.8.4 Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas (Talumepa, Tanudjaja, & Sumarauw, 2017). Berikut metode distribusi yang dapat dilakukan:

1. Metode Distribusi Normal

Metode ini disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan ini menggunakan persamaan:

$$X = \bar{X} + Kt \times S \dots\dots\dots (14)$$

$$Kt = \frac{(X_t - \bar{X})}{S} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{X}$ = Curah hujan rata-rata maksimum (mm/hari)

S = Standar deviasi

K_t = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2. Metode Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + k \times S \dots\dots\dots (16)$$

$$k = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

X_T = curah hujan rencana maksimum (mm/hari) dengan periode ulang hujan tertentu

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata maksimum (mm/hari)

k = faktor frekuensi gumbell

Y_T = *reduce variate*

Y_n = *reduce mean*

S_n = *reduce standard deviation*

Tabel 2. Nilai *Reduced Variate* (Y_T)

Periode Ulang (tahun)	Reduced Variate
2	0,3668
5	1,5004
10	2,251
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 3. Nilai *Reduce Mean* (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5608	0,5610	0,5611

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 4. Nilai *Reduce Standard Deviation* (S_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2044	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2077	1,2084	1,2087	1,2087	1,2093	1,2096

(Sumber: Suripin, 2004)

3. Metode Distribusi Log Normal

$$\text{Log}(X) = \overline{\text{Log } X} + Kt \times S\overline{\text{Log } X} \dots\dots\dots (18)$$

$$Kt = \frac{(X_t - \bar{X})}{s} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana:

Log (X) = logaritmik curah hujan untuk periode tertentu

 $\overline{\text{Log } X}$ = hujan rata-rata dari logaritmik data $S\overline{\text{Log } X}$ = standar deviasi logaritmik

Kt = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang
atau periode ulang tipe model matematik distribusi
peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

4. Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\text{Log}(X) = \overline{\text{Log } X} + K \times S\overline{\text{Log } X} \dots\dots\dots (20)$$

Dimana:

$\text{Log}(X)$ = logaritmik curah hujan untuk periode tertentu

$\overline{\text{Log } X}$ = hujan rata-rata dari logaritmik data

$S\overline{\text{Log } X}$ = standar deviasi logaritmik

K = faktor dari distribusi Log Pearson Tipe III, dari tabel fungsi Cs dan probabilitas kejadian.

Tabel 5. Nilai k Distibusi Log Pearson Tipe III

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	50	100	200
	Peluang (%)					
	50	20	10	2	1	0.5
3.0	-0.396	0.420	1.180	3.152	4.051	4.970
2.5	-0.360	0.518	1.250	3.048	3.845	4.652
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.970	3.705	4.444
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.912	3.605	4.298
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.848	3.499	4.147
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.780	3.388	3.990
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.706	3.271	3.828
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.626	3.149	3.661
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	2.107	2.400	2.670
0.0	0.000	0.842	1.282	2.054	2.326	2.576
-0.1	0.017	0.836	1.270	2.000	2.252	2.482
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.945	2.178	2.388
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.890	2.104	2.294

Tabel 5. Lanjutan

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	50	100	200
	Peluang (%)					
	50	20	10	2	1	0.5
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.834	2.029	2.201
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.777	1.955	2.108
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.720	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.549	1.660	1.749
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.492	1.588	1.664
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.379	1.449	1.501
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.270	1.318	1.351
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.166	1.197	1.216
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.069	1.087	1.097
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.980	0.990	0.995
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.900	0.905	0.907
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.798	0.799	0.800
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.667	0.667

(Sumber: Suripin, 2004)

2.8.5 Pengujian Distribusi Frekuensi

1. Uji Chi – Kuadrat

Nilai X^2 yang digunakan dalam pengujian ini, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$DK = K - (P + 1)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Keterangan:

X^2 = Nilai Chi-Kuadrat terhitung

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas

O_f = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

n = Jumlah data

DK = Derajat kebebasan

K = Banyak kelas

P = Banyaknya keterikatan, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 1

Tabel 6. Nilai X_{cr}^2

Dk	Taraf Signifikansi (α)				
	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01
1	0,455	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,386	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	8,658	10,645	12,592	16,812
7	6,346	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	12,242	14,684	16,910	21,666
10	9,342	13,442	15,987	18,307	23,209
11	10,341	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	16,983	19,812	22,362	27,688
14	13,339	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	19,311	22,307	24,996	30,578
16	15,338	20,465	23,542	26,296	32,000
17	16,338	21,615	24,769	27,587	33,400
18	17,338	22,775	25,989	28,869	34,805
19	18,338	23,900	27,204	30,144	36,191
20	19,337	25,038	28,412	31,410	37,566

(Sumber :Triatmodjo, 2008)

2. Uji Smirnov – Kolmogorov

Dikarenakan pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi, maka disebut sebagai uji kecocokan non parametrik. Sebaliknya, digunakan kurva dan representasi data pada kertas probabilitas. Dari gambar dapat diketahui jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva. Jarak penyimpangan terbesar merupakan nilai Δ_{maks} dengan kemungkinan didapat nilai yang lebih kecil dari nilai Δ_{kritik} , maka distribusi yang dipilih dapat digunakan.

Tabel 7. Nilai Δ_{kritik}

N	Level of significance α (%)				
	20	15	10	5	1
1	0,9	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,703	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,51	0,563	0,669
6	0,41	0,436	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,468	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,45
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404

(Sumber : Triatmodjo,2008)

2.8.6 Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman

Intensitas hujan merupakan parameter penting dalam hidrologi yang didefinisikan sebagai jumlah air hujan yang turun dalam persatuan waktu atau kedalaman air hujan dalam waktu tertentu (Susilowati & Sadad, 2019). Semakin besar intensitas hujan, semakin deras hujan yang turun. Faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas hujan adalah besarnya volume air hujan dan durasi waktu hujan. Hujan dengan volume air yang lebih besar dan durasi waktu yang lebih lama umumnya memiliki intensitas yang lebih tinggi.

Dalam perhitungan hidrograf banjir, intensitas hujan digunakan sebagai salah satu input utama untuk menentukan debit banjir. Hidrograf banjir adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dan debit air di suatu titik aliran sungai. Persamaan yang umum digunakan untuk menghitung hidrograf banjir adalah persamaan metode rasional, yang membutuhkan data intensitas hujan dengan selang waktu antara 5-7 jam.

$$I_T = T \times R_t - [(T - 1) \times R_{(T-1)}]$$

$$R_t = \left(\frac{R_{24}}{T} \right) \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3}$$

Keterangan:

I_T = Intensitas curah hujan pada jam ke-T

T = Durasi hujan dari jam ke-1 sampai jam ke 5-7

$R_{(T-1)}$ = Rerata hujan dari awal sampai dengan jam ke (T-1)

R_t = Intensitas hujan rerata sampai dengan jam ke-T (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam waktu 24 jam (mm)

t = Durasi hujan (jam), untuk Indonesia antara 5-7 jam

2.8.7 Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu

Hidrograf limpasan langsung atau limpasan permukaan yang dihasilkan oleh hujan satuan disebut hidrograf satuan. Di sisi lain, hidrograf dimaksudkan sebagai penyajian grafis hubungan antara elemen aliran seperti debit (Q) terhadap waktu (t). Berikut merupakan persamaan debit puncak banjir dengan metode Nakayasu (Sihotang *et al.*, 2011).

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \cdot R_o}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad (\text{untuk } L > 15 \text{ km})$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad (\text{untuk } L < 15 \text{ km})$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/s)

A = Luas DAS (km^2)

L = Panjang sungai utama (km)

R_o = Curah hujan efektif (mm)

T_p = Waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

- t_g = Waktu konsentrasi (jam)
 t_r = Satuan waktu curah hujan (jam)
 α = Koefisien karakteristik DAS, diambil nilai 2

2.9 Modul Drainase

Modulus drainase merupakan parameter penting dalam perencanaan dan desain saluran drainase untuk lahan sawah, tanaman padi, dan area lainnya. Modulus drainase didefinisikan sebagai kemampuan saluran drainase untuk mengalirkan air dari suatu area dalam waktu tertentu. Semakin tinggi nilai modulus drainase, semakin besar kemampuan saluran drainase untuk mengalirkan air. Nilai Dm atau modulus drainase adalah jumlah air yang harus dibuang dalam satuan lt/s/ha. Dm untuk n hari dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Dm = \frac{Dn}{n \times 8,64}$$

Dimana :

$$D(n) = R(n)T + n(IR - ET - P) - S$$

$$Dm = \text{Drainase Modul (lt/s/ha)}$$

$$n = \text{Jumlah hari berturut-turut}$$

$$D(n) = \text{Limpasan air hujan permukaan selama n hari (mm)}$$

$$R(n)T = \text{Curah hujan selama n hari, periode ulang T tahun (mm)}$$

$$IR = \text{Pemberian air irigasi (mm/hari)}$$

$$ET = \text{Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)}$$

$$P = \text{Perkolasi (mm/hari)}$$

$$S = \text{Tampungan tambahan (mm)}$$

Debit saluran pembuang dapat ditentukan dari rumus sebagai berikut:

$$Q = 1,62 \times Dm \times A^{0,92}$$

2.10 Pintu Klep

Pada daerah datar dan pantai, saluran drainase sering mengalami permasalahan pembuangan air (outlet) karena fluktuasi muka air di badan air penerima. Hal ini dapat terjadi pada saluran drainase yang mengalirkan air langsung ke laut maupun ke sungai. Saluran drainase yang mengalirkan air langsung ke laut terpengaruh oleh pasang surut. Saat air laut pasang, muka airnya lebih tinggi daripada saluran drainase, sehingga air tidak dapat mengalir keluar dan bahkan terjadi aliran balik (*backwater*). Sedangkan, saluran drainase yang mengalirkan air ke sungai terpengaruh oleh ketinggian air banjir. Saat banjir terjadi, muka air sungai lebih tinggi daripada saluran drainase, sehingga air tidak dapat mengalir keluar dan kembali tertahan di saluran. Untuk mengatasi permasalahan ini, pada pertemuan saluran drainase dengan sungai perlu dilengkapi dengan bangunan pengatur berupa pintu pengatur, salah satunya adalah pintu klep (pintu otomatis). Pintu klep ini dirancang untuk membuka saat muka air di sungai lebih rendah daripada saluran drainase, dan menutup saat muka air di sungai lebih tinggi.

Pintu klep (pintu) otomatis pada saluran drainase memiliki fungsi utama untuk membatasi masuknya air pasang atau air banjir yang melebihi kapasitas saluran. Pintu ini akan terbuka secara otomatis apabila muka air di hilir (bagian penerima air) sudah berada di bawah ambang batas kapasitasnya, sehingga air di saluran drainase dapat mengalir kembali ke hilir. Mekanisme kerja pintu klep otomatis ini didasarkan pada prinsip keseimbangan momen yang dihasilkan oleh beberapa komponen, yaitu:

- Pemberat pintu: Memberikan momen yang cenderung membuka pintu.
- Pelampung: Memberikan momen yang cenderung membuka atau menutup pintu, tergantung pada ketinggian air.
- Tekanan air: Memberikan momen yang cenderung menutup pintu di hilir saat muka air naik (pasang surut atau banjir).

Secara lebih rinci, mekanisme kerja pintu klep otomatis dapat dijelaskan sebagai berikut:

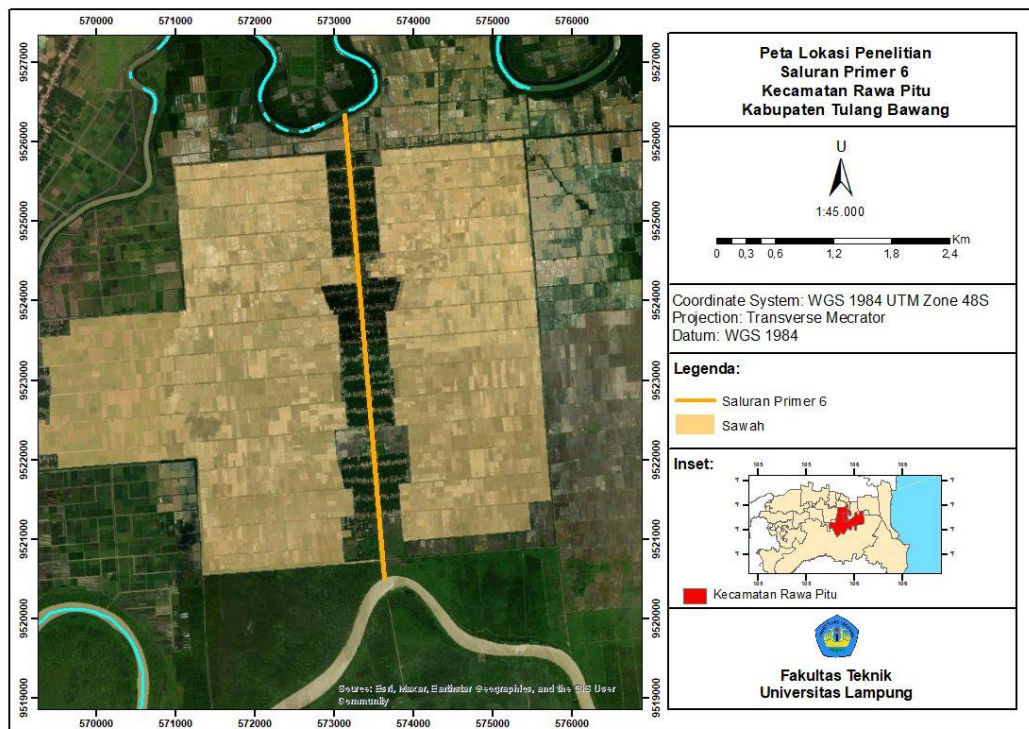
- a. Pintu klep terbuka: Saat muka air di hulu (bagian atas saluran) lebih tinggi daripada di hilir, tekanan air di hulu akan mendorong pintu untuk terbuka. Momen dari pemberat pintu juga membantu membuka pintu.
- b. Pintu klep tertutup: Saat muka air di hilir naik (akibat pasang surut atau banjir), tekanan air di hilir akan lebih tinggi daripada di hulu. Hal ini mendorong pintu untuk menutup melawan momen dari pemberat pintu. Pelampung juga dapat membantu menutup pintu saat terendam air.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Kabupaten Tulang Bawang terletak pada posisi geografis antara 04° 08' LS - 04° 41' LS dan 105° 09' BT - 105° 55' BT membentang memanjang Timur ke Barat. Secara administratif Kabupaten Tulang Bawang di bagian Utara berbatasan dengan Kabupaten Mesuji, bagian Selatan berbatasan dengan Kabupaten Lampung Tengah, sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Tulang Bawang Barat, dan bagian Timur berbatasan dengan kawasan pantai (Laut Jawa).

Tempat penelitian berada di Desa Rawa Ragil Kecamatan Rawa Pitu Kabupaten Tulang Bawang. Lokasi ini diapit oleh Way Tulang Bawang dan Way Pidada yang membentang dari barat ke timur. Way Pidada bermuara di Way Tulang Bawang yang selanjutnya bermuara di Laut Jawa. Kedua sungai tersebut digunakan sebagai sumber air, sarana transportasi bagi masyarakat, dan irigasi persawahan. Pengembangan daerah reklamasi rawa D.I. Rawa Pitu diperlukan untuk peningkatan kebutuhan pangan masyarakat lokal maupun regional dengan memanfaatkan potensi yang ada. Selain itu dengan adanya fasilitas pengairan di daerah diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di sekitar daerah pengembangan melalui usaha bidang pertanian. Berikut merupakan peta lokasi kajian yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta saluran primer 3, Rawa Pitu.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan antara lain:

a. Data primer :

- Kondisi sungai dan keadaan lingkungan lokasi penelitian.

b. Data sekunder :

- Data hidrologi didapatkan dari data curah hujan harian sepanjang 1998-2012 untuk Kawasan Sub DAS Tulang Bawang dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung.
- Data Peta digital tata guna lahan dan Peta topografi DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*) didapatkan dari Ina Geoportal (Badan Informasi Geospasial). Sistem Koordinat menggunakan WGS (*World Geodetic System*) 1984.

3.3 Analisis Hidraulika dengan HEC-RAS

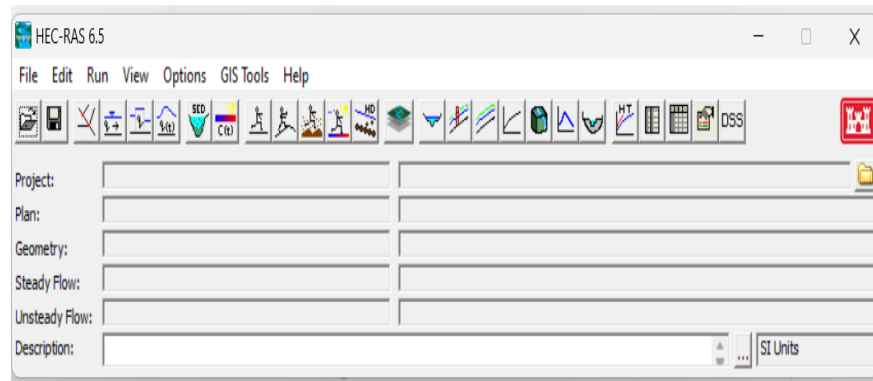
Analisis jaringan rawa pasang surut dilakukan dengan membuat model aliran air di jaringan tata air di daerah rawa pasang surut Rawa Pitu. Untuk membuat model jaringan tata air dengan menggunakan *software* HEC-RAS dibutuhkan peta *Digital Terrain Model* (DTM) elevasi lahan dengan menggunakan data *digital elevation model* (DEM) yang diperoleh dari data lapangan yang digambar dengan perangkat lunak (*software*) AutoCAD, selanjutnya diubah menjadi data DEM dengan menggunakan perangkat lunak Global Mapper 25.1. Data elevasi dalam bentuk DEM ini kemudian diekspor ke Program HEC-RAS 6.0.5. Dari model ini diperoleh kondisi aliran air di saluran dan kondisi luapan air di lahan pertanian.

Pembuatan model aliran di saluran pada lahan rawa yang diteliti dilakukan dengan menggunakan *software* HEC-RAS 6.0.5 dengan input data, seperti jaringan tata air daerah rawa yang diteliti, dimensi penampang melintang saluran di titik tertentu. Semua informasi tentang jaringan disiapkan dari awal penelitian dengan *software* AutoCAD. Karena sistem yang dikaji adalah sistem aliran air adalah *unsteady* dan ditinjau dalam 2 dimensi, maka elevasi lahan dan penampang saluran disiapkan dari awal dalam bentuk peta DTM berupa data DEM. Adapun tahap-tahap analisis hidrolika dengan program HEC-RAS 6.5. adalah sebagai berikut:

3.3.1 Membuat File *Project*

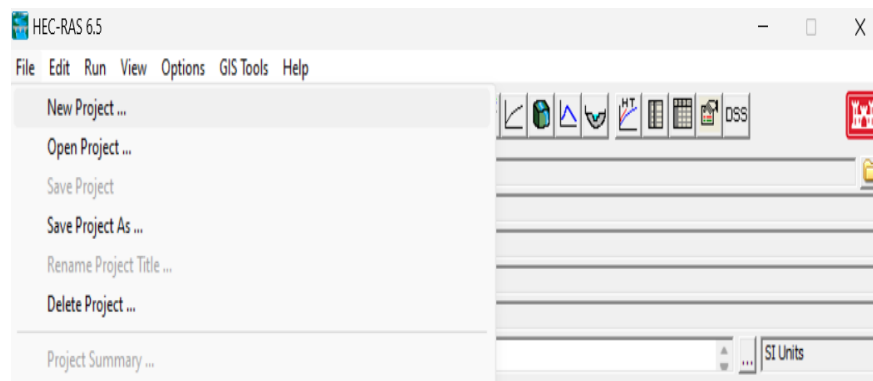
Tahapan dalam membuat *project* baru pada HEC-RAS yaitu:

1. Membuka *software* HEC-RAS



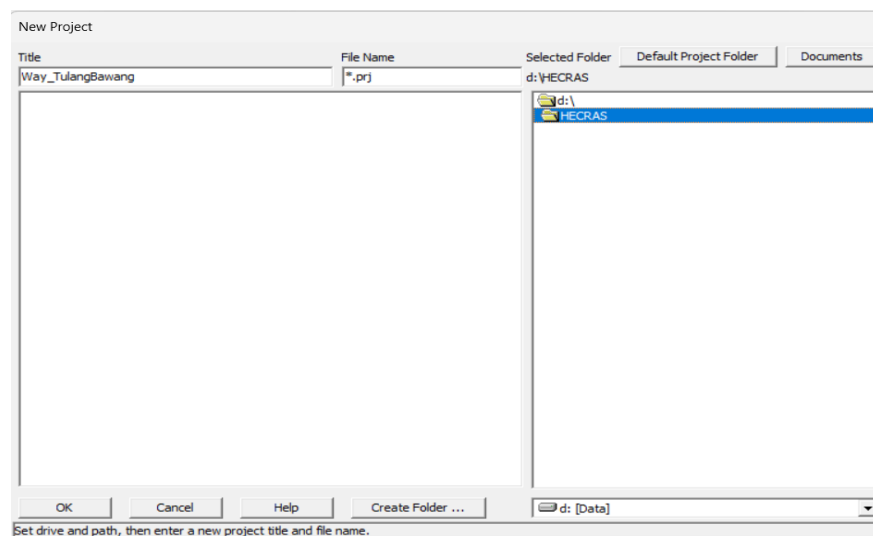
Gambar 4. *User interface HEC-RAS.*

2. Memilih menu *File > New Project*



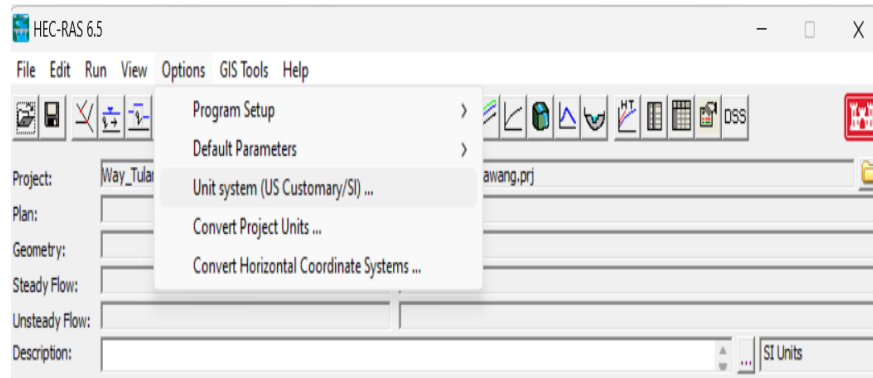
Gambar 5. Membuat project baru.

3. Menuliskan “Way_Tulang Bawang” pada *Project Title* dan File Name. Setelah itu, mengklik tombol OK di sisi kiri bawah layer.

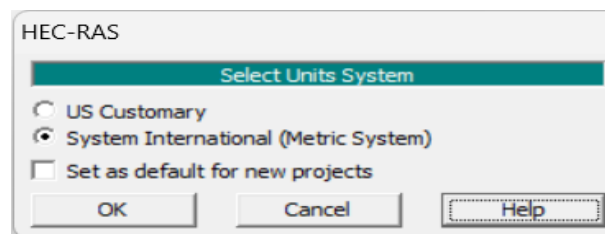


Gambar 6. Memberi nama project.

4. Memilih menu *Option > Unit System (US Customary/System International) > System International (Metric System)* sebagai sistem satuan yang akan digunakan.



Gambar 7. Mengubah sistem satuan HEC-RAS.

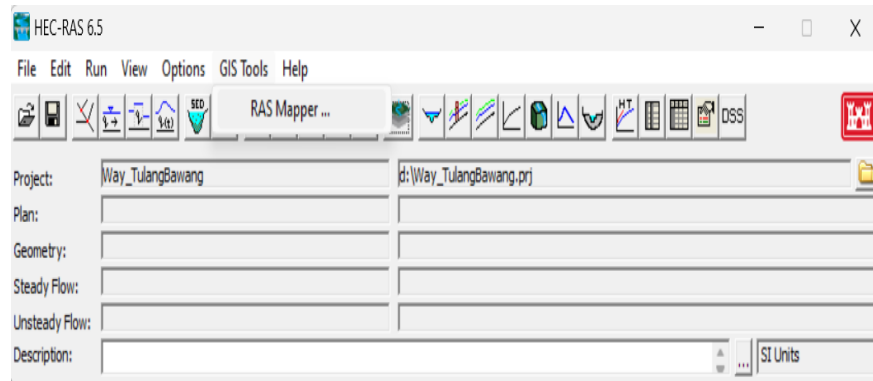


Gambar 8. Memilih sistem satuan.

3.3.2 Membuat Data Geometri Sungai

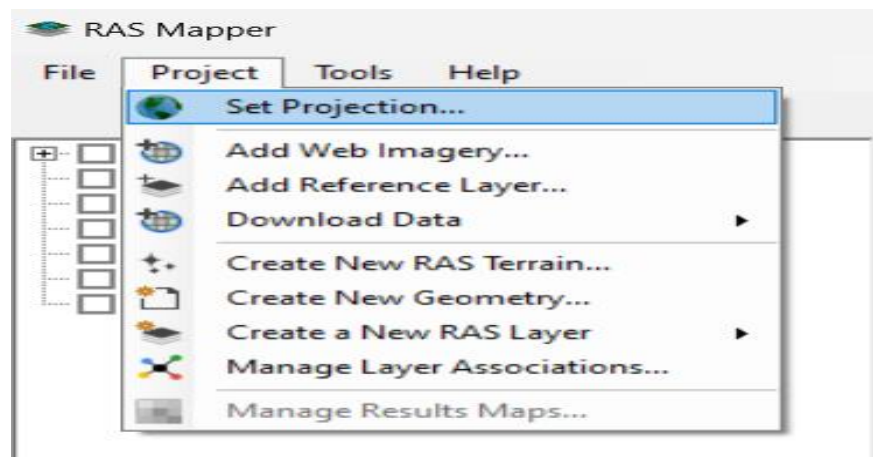
Selanjutnya pada proses pemodelan HEC-RAS yaitu dilakukan membuat geometri sungai dengan fitur *RAS Mapper* pada HEC-RAS dengan input data *terrain* yang sudah di *clip* dari data DEMNAS menggunakan software *Geographic Information System* (GIS). Berikut dijelaskan tahapan dalam pemodelan geometri sungai:

1. Memilih menu *GIS Tools*, kemudian mengeklik menu *RAS Mapper*.



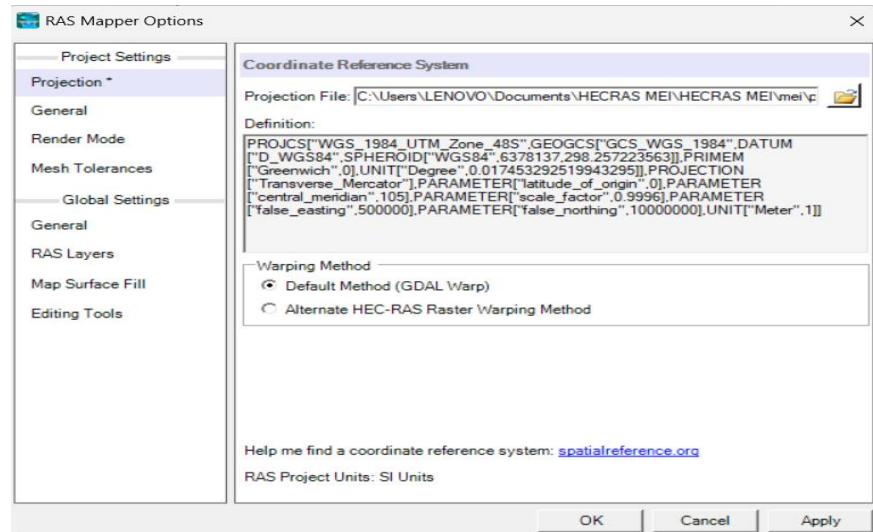
Gambar 9. Membuka menu RAS Mapper.

2. Memilih menu *Tools*, kemudian mengeklik pada menu *Set Projection for Project*.

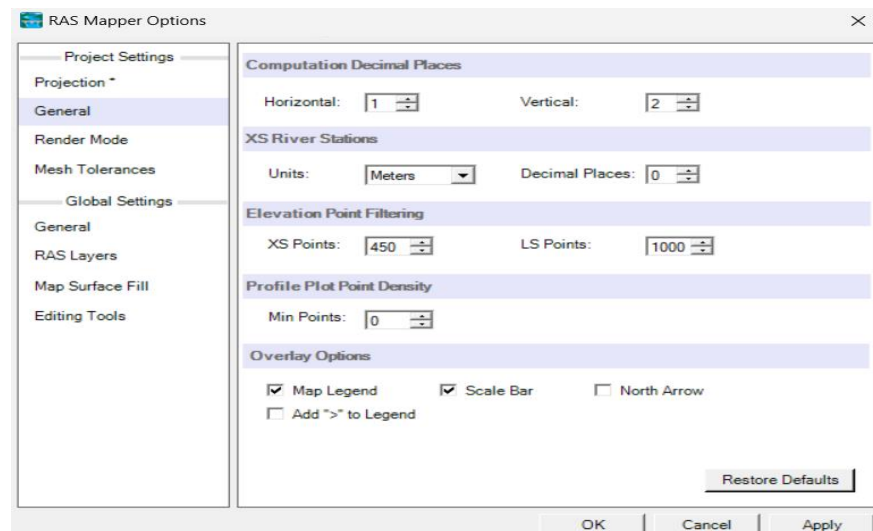


Gambar 10. Menu *Set Projection*.

3. Memasukkan data koordinat wilayah penelitian pada *Set Projection for Project* dengan format .prj. Kemudian mengubah satuan menjadi satuan meter pada pemilihan *XS River Station*.

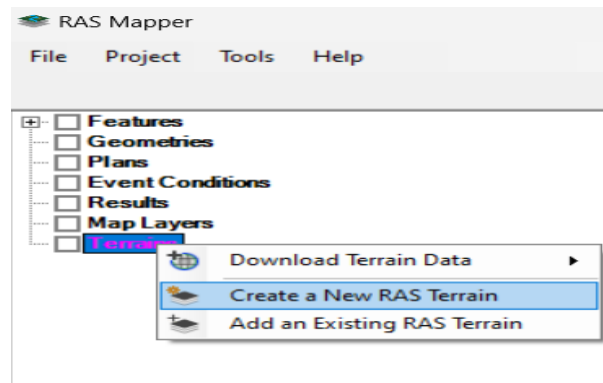


Gambar 11. Memasukkan data *projection*.

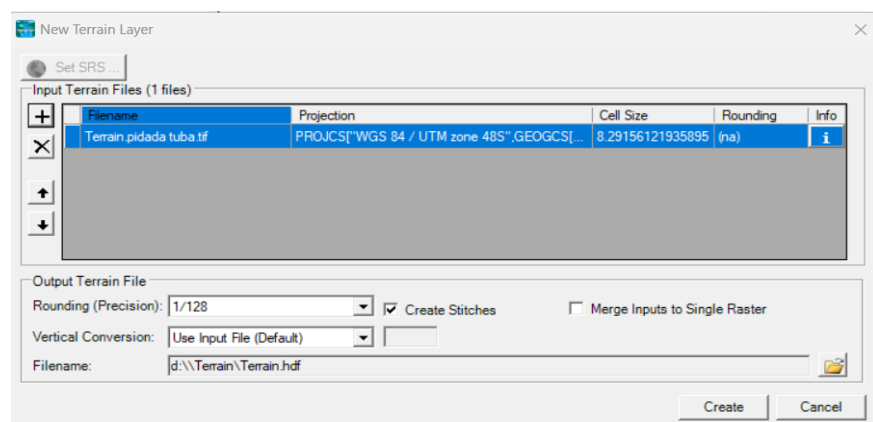


Gambar 12. Memasukkan data *general*.

4. Memasukkan data *terrain* penelitian dengan cara mengeklik kanan pada menu *Terrain* lalu memilih *Create a New Ras Terrain*, kemudian menginput data *terrain* dari *software SIG*.

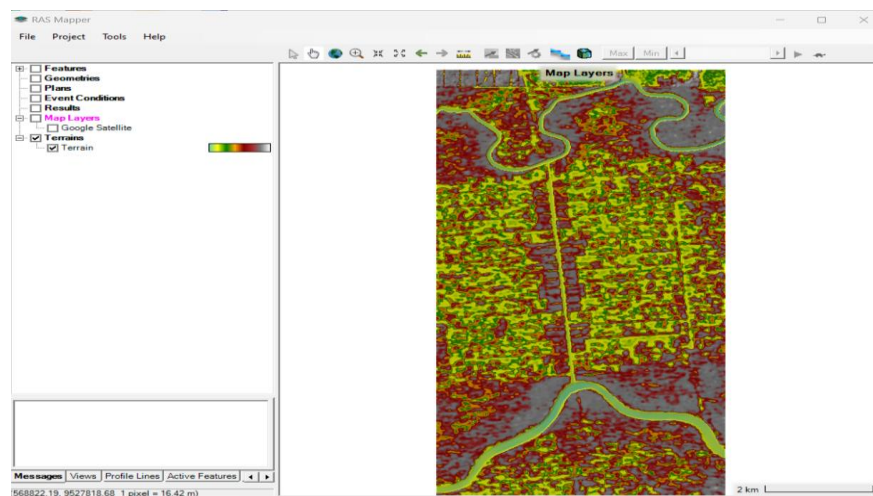


Gambar 13. Membuat file baru terrain.



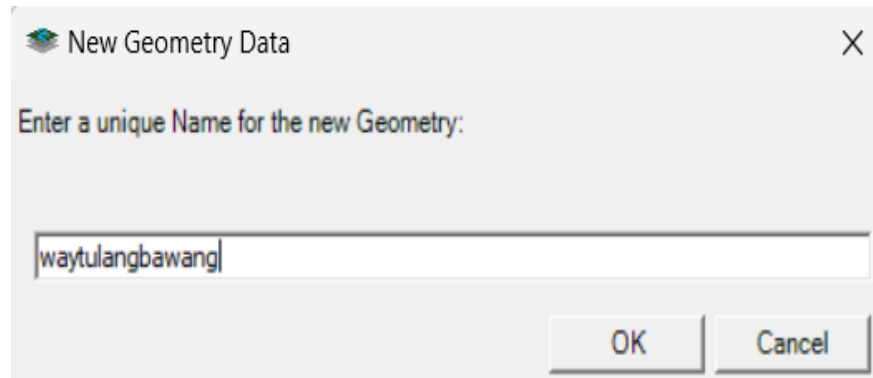
Gambar 14. Memasukkan data *terrain*.

5. Memilih menu *Map Layers*, kemudian Memilih *Add Web Imagery Layer* dan Memilih *Google Satellite* sebagai *map layers* untuk memberi visual peta dan dikombinasikan dengan data *terrain*.



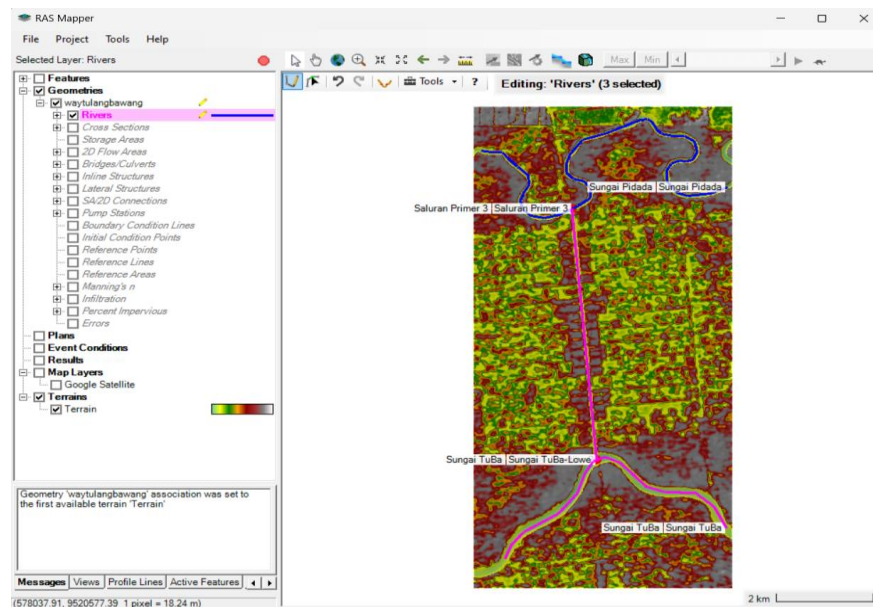
Gambar 15. Kombinasi *terrain* dan map layers.

6. Selanjutnya mengeklik menu *Geometry* pada *RAS Mapper*, lalu mengeklik kanan memilih *Add New Geometry* dan memberi nama “waytulangbawang” pada file tersebut.



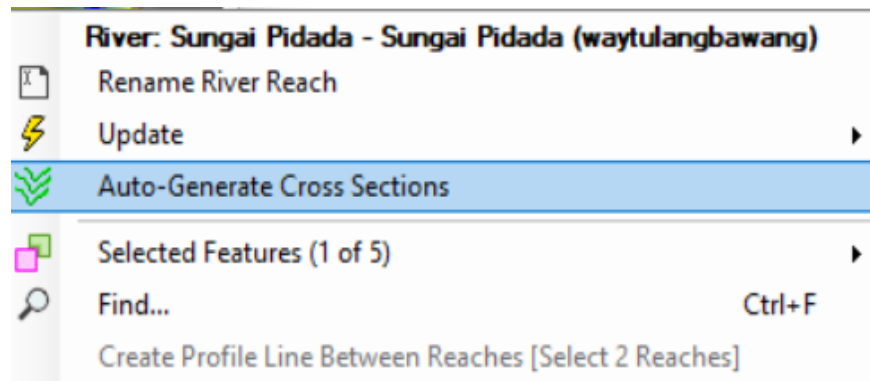
Gambar 16. Memberi nama pada file geometri.

7. Membuat alur sungai yang akan dikaji sesuai dengan data *terrain* dengan mengeklik menu *River > Edit Geometry*.

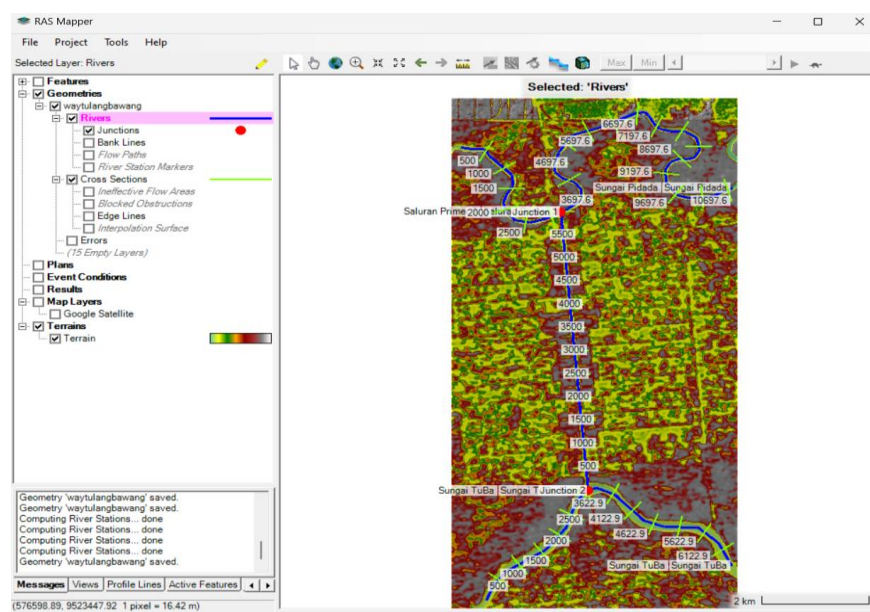


Gambar 17. Membuat alur sungai.

8. Membuat potongan melintang penampang sungai dengan cara mengeklik menu *Cross Section > Edit Geometry*.



Gambar 18. Membuat tahapan melintang sungai.



Gambar 19. Geometri sungai Way Tulang Bawang.

9. Kembali ke tampilan utama HEC-RAS. Selanjutnya ke menu *Geometry Data > File > Open Geometry File* untuk import file geometri yang sudah dibuat di *RAS Mapper*. Setelah itu mengeklik menu *Tables > Manning's n or k Values* untuk memasukkan nilai koefisien Manning (n) lalu mengeklik *set values* dan isikan $n = 0,025$ untuk seluruh *station* dan mengeklik OK.

Edit Manning's n or k Values

River: (All Rivers) ☐ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: All Regions

Selected Area Edit Options

	River	Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	Saluran Prime	Saluran Prime	5500	n	0.025	0.025	0.025
2	Saluran Prime	Saluran Prime	5000	n	0.025	0.025	0.025
3	Saluran Prime	Saluran Prime	4500	n	0.025	0.025	0.025
4	Saluran Prime	Saluran Prime	4000	n	0.025	0.025	0.025
5	Saluran Prime	Saluran Prime	3500	n	0.025	0.025	0.025
6	Saluran Prime	Saluran Prime	3000	n	0.025	0.025	0.025
7	Saluran Prime	Saluran Prime	2500	n	0.025	0.025	0.025
8	Saluran Prime	Saluran Prime	2000	n	0.025	0.025	0.025
9	Saluran Prime	Saluran Prime	1500	n	0.025	0.025	0.025
10	Saluran Prime	Saluran Prime	1000	n	0.025	0.025	0.025
11	Saluran Prime	Saluran Prime	500	n	0.025	0.025	0.025
12	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	10697.6	n	0.025	0.025	0.025
13	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	10197.6	n	0.025	0.025	0.025
14	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	9697.6	n	0.025	0.025	0.025
15	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	9197.6	n	0.025	0.025	0.025
16	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	8697.6	n	0.025	0.025	0.025
17	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	8197.6	n	0.025	0.025	0.025
18	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	7697.6	n	0.025	0.025	0.025
19	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	7197.6	n	0.025	0.025	0.025
20	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	6697.6	n	0.025	0.025	0.025
21	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	6197.6	n	0.025	0.025	0.025
22	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	5697.6	n	0.025	0.025	0.025
23	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	5197.6	n	0.025	0.025	0.025
24	Sungai Pidadu	Sungai Pidadu	4697.6	n	0.025	0.025	0.025

Gambar 20. Memasukkan nilai manning (n).

10. Kembali ke tampilan utama *Geometric Data*, kemudian memilih menu *Cross Section* > Pada menu river, pilih saluran primer > Masukkan data *station* dan *elevation* saluran sungai yang ingin disimulasikan.

3.3.3 Menginput Data Aliran (Unsteady Flow Analysis)

Aliran air yang melewati saluran di daerah rawa pasang surut ini adalah aliran tak tetap atau tidak permanen (*unsteady flow*) karena adanya pengaruh gerakan air pasang surut. Untuk merencanakan dimensi saluran diasumsikan bahwa pembuangan air dari lahan tersebut akan habis selama pasang rendah air surut.

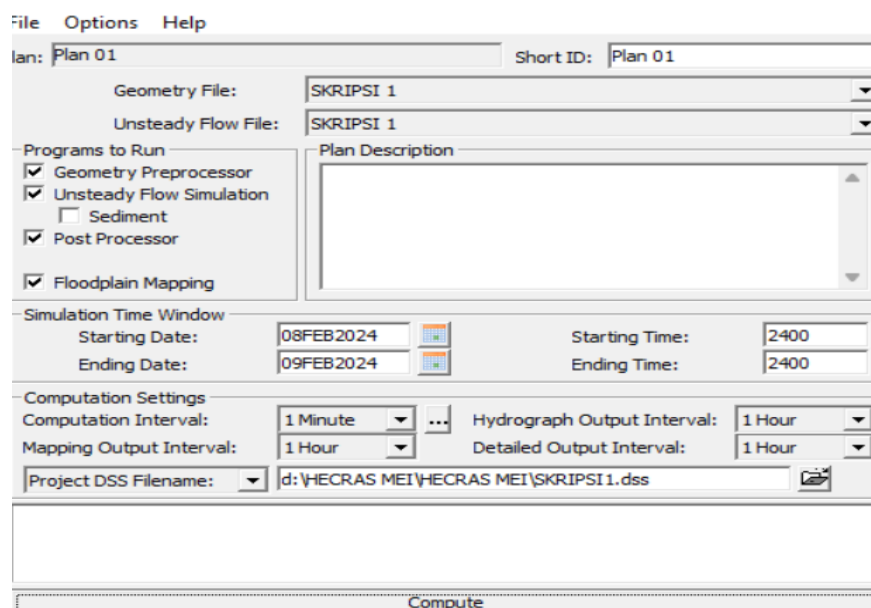
Analisis aliran dalam desain kapasitas saluran, mengingat adanya gerakan air pasang-surut, dilakukan dengan memakai konsep aliran tidak tetap atau tidak permanen (*unsteady flow*). Analisis aliran ini menggunakan model matematik aliran satu dimensi, dengan program software HEC-RAS 6.5. Analisis aliran tidak permanen dilakukan

dengan memasukkan data berupa debit rencana dengan kala ulang 5 tahun dan kondisi pasang surut yang terjadi.

3.3.4 Melakukan Analisis Hidraulika (*Running Simulation*)

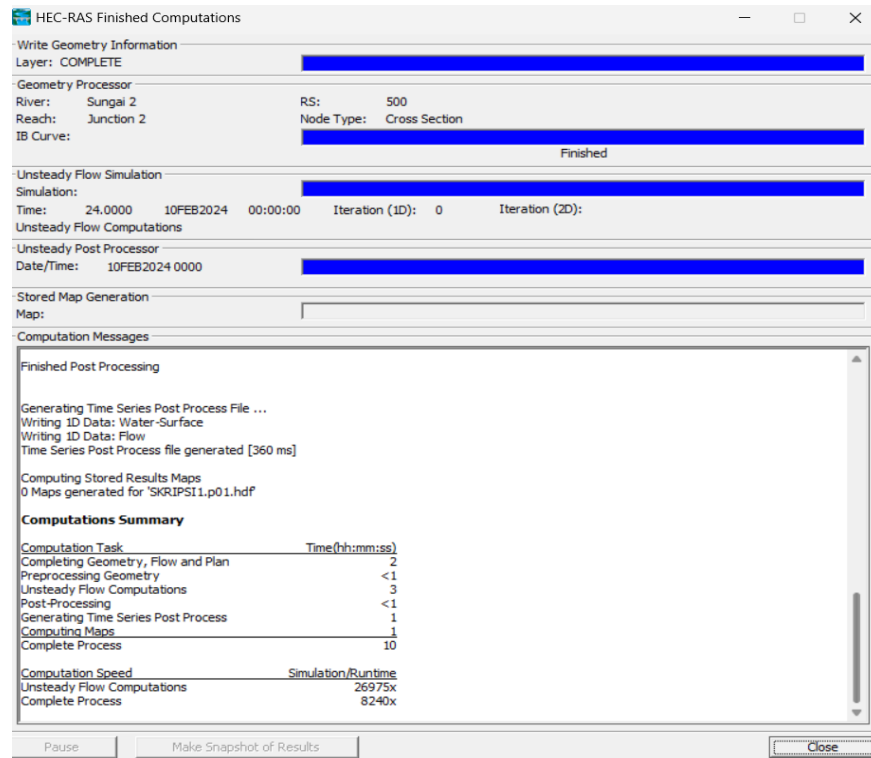
Tahap akhir di dalam pemodelan muka air banjir di saluran ialah menjalankan program (*running*) dengan data-data yang sebelumnya telah dimasukkan, berikut merupakan langkah-langkah dalam menjalankan simulasi:

1. Pada tahap pertama yaitu mengeklik menu *Perform An Unsteady Flow Simulation* > File > Save Plan kemudian memberi nama “WS” dengan “Plan 01” sebagai short ID. Kemudian ceklis semua bagian pada programs to run terkecuali sediment, karna pada penelitian ini pengaruh sedimen tidak diperhitungkan. Selanjutnya mengeklik *Compute* untuk running analisis.



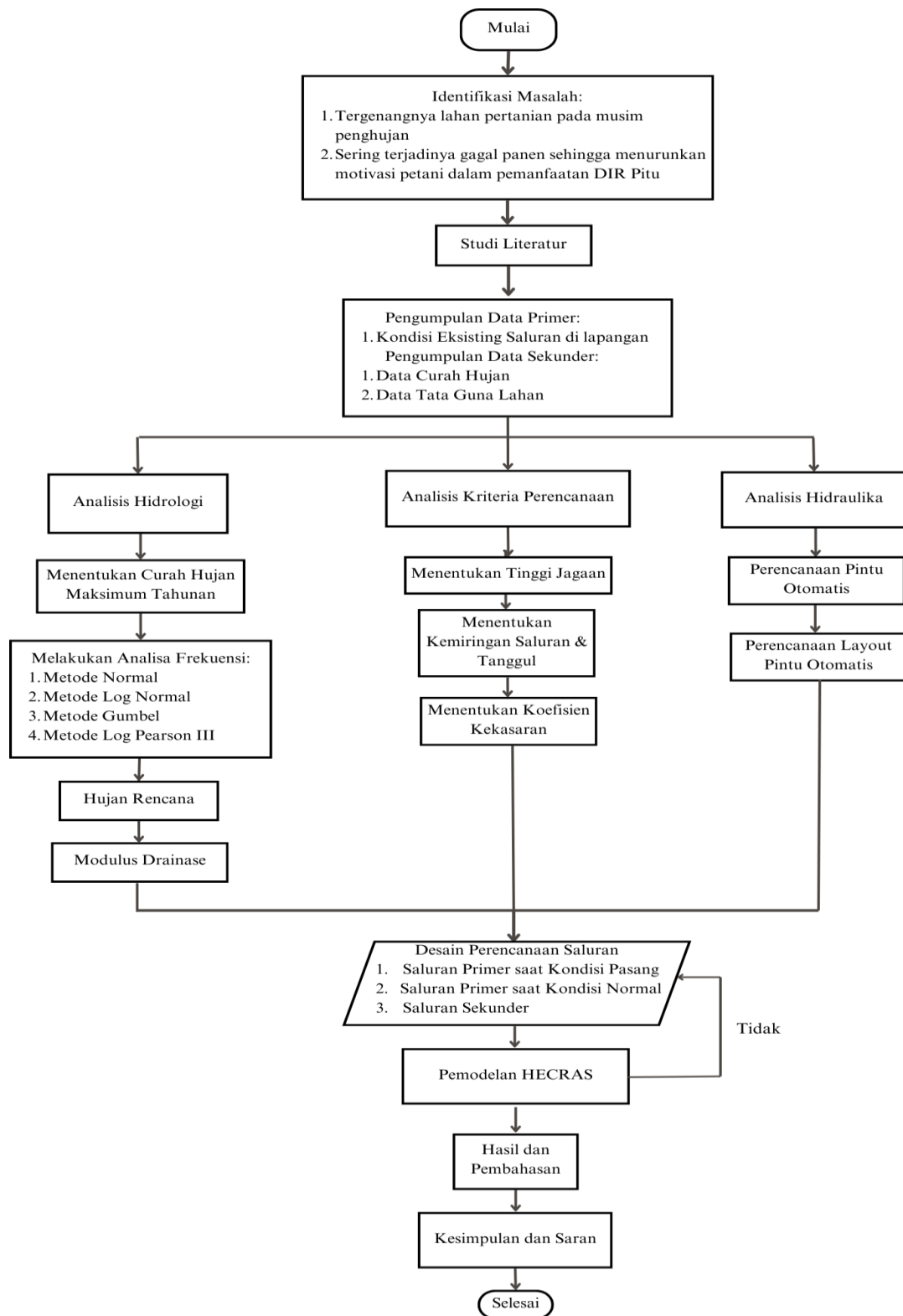
Gambar 21. Input *unsteady flow analysis*.

2. Setelah di *Compute*, maka akan muncul layer hitungan yang menunjukkan proses *running* dan menunggu hingga selesai, kemudian mengeklik *Close*.



Gambar 22. Layar hitungan hidraulika setelah proses *running*.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 23. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan curah hujan tiga harian maksimum periode ulang 5 tahun di dapatkan nilai modulus drainase sebesar $0,0039 \text{ m}^3/\text{s/ha}$.
2. Kapasitas rencana debit yang harus dibuang untuk setiap lahannya sebagai berikut $0,6828 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,6708 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,5122 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,7893 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,5359 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,7969 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,5387 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,5149 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,5552 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,9552 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,8038 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,4799 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0,3547 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Debit pembuang yang ada di lahan harus segera dialiri kembali ke saluran primer melalui saluran sekunder. Untuk itu, direncanakan lebar pintu otomatis di setiap saluran sekunder dengan nilai masing-masing $1,1712 \text{ m}$, $1,1506 \text{ m}$, $0,8785 \text{ m}$, $1,3538 \text{ m}$, $0,9192 \text{ m}$, $1,3669 \text{ m}$, $0,9240 \text{ m}$, $0,8832 \text{ m}$, $0,9524 \text{ m}$, $1,6384 \text{ m}$, $1,3787 \text{ m}$, $0,8232 \text{ m}$, dan $0,6085 \text{ m}$. Pemasangan pintu otomatis di setiap saluran diseragamkan dengan ukuran $1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$.
4. Berdasarkan kondisi di lapangan menunjukkan bahwa tinggi muka air mencapai $1,6 \text{ m}$ dan simulasi pada software HEC-RAS menunjukkan tinggi muka air yang sama pada saluran primer yaitu mencapai $1,6 \text{ m}$. Hal ini menunjukkan bahwa saluran primer tergolong mampu dalam menampung debit rencana dengan kala ulang 5 tahun dan pasang surut yang terjadi.
5. Banjir yang melimpas ke permukaan dapat diatasi dengan cara menggeruk dasar saluran dijadikan serta dengan meninggikan puncak dinding tanggul. Saluran yang terpelihara dengan baik juga dapat menjamin air selalu tersedia pada saluran karena terdapat cadangan air dari pasang surut laut, terlebih jika pintu air beroperasi dengan baik untuk menjaga air tetap berada pada saluran.

6. Pola tanam yang direncanakan di DIR Pitu adalah Padi-Palawija-Palawija. Pola tanam ini memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan produktivitas lahan, pendapatan petani, dan ketahanan pangan. Dengan menerapkan rekomendasi yang diberikan, diharapkan pola tanam ini tidak mengalami kegagalan dalam masa panen sehingga dapat dilaksanakan secara optimal dan berkelanjutan.

5.2 Saran

1. Diperlukan data keseluruhan saluran dan pengukuran tinggi muka air dari DI Rawa Pitu untuk merancang sistem tata air secara keseluruhan.
2. Kegiatan pemeliharaan berupa normalisasi dan peninggian tanggul penting dilakukan secara rutin pada jaringan irigasi rawa agar prasarana pengairan ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M. 2014. Prospek Lahan Rawa Pasang Surut Untuk Tanaman Padi. *Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi"*. (2007).
- BPS. 2022. Jumlah Penduduk di 34 Provinsi di Indonesia tahun 2022.pdf. *Katadata.com*. (2022).
- Cole, G.E.D. 1979. A Dictionary of the Natural Environment. *Earth-Science Reviews*. 14(4).
- Karim, H.A. & Aliyah, M. 2019. Evaluasi Penentuan Waktu Tanam Padi (Oriza Sativa L.) Berdasarkan Analisa Curah Hujan Dan Ketersediaan Air Pada Wilayah Bedungan Sekka-Sekka Kabupaten Polewali Mandar. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 3(2):41–46.
- Mahmud, Y. & Purnomo, S.S. 2014. Keragaman agronomis beberapa varietas unggul baru tanaman padi (Oryza sativa L.) pada model pengelolaan tanaman terpadu. *Majalah Ilmiah Solusi*. 1(01).
- Rudiansyah, A., Fitriati, U., Chandrawidjaja, R. & Rahman, A.A. 2019.
- Ruhat, D. 2022. Implementasi Distribusi Peluang Gumbel Untuk Analisis Data Curah Hujan Rencana. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*. 7(1).
- Ruslan, R., Siska, S. & Surya, B. 2021. Dampak Konversi Lahan Pertanian. *Journal of Urban Planning Studies*. 1(3).
- Saily, R. & Jusi, U. 2022. Evaluasi Dimensi Saluran Primer Daerah Irigasi Akibat Perubahan Tata Guna Lahan. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*. 8(1).
- Zakaria, A. & Setiawan, R. 2014. Revitalisasi Jaringan Irigasi Rawa Sub-Sekunder Untuk Meningkatkan Produktifitas Hasil Pertanian (Studi Kasus Irigasi Sub-Sekunder Rawa Pitu SP 2). *Jurnal Rekayasa*. 18(1):165–176.
- Zevri, A. 2023. Pengaruh Dinamika Pasang Surut Terhadap Daerah Irigasi Rawa Pantai Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Sumber Daya Air*. 19(1):42–56.