

**ANALISIS KEBUTUHAN SARANA DAN PRASARANA IRIGASI PADA  
DAS WAY TEMBULIH DI KECAMATAN NGARAS  
KABUPATEN PESISIR BARAT**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**FINA LATIFAH  
1854071014**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE NEEDS OF IRRIGATION FACILITIES AND INFRASTRUCTURE IN WAY TEMBULIH WATERSHED IN NGARAS DISTRICT PESISIR BARAT REGENCY**

**By**

**FINA LATIFAH**

Analysis of water availability in previous research for irrigation water needs in the way Tembulih watershed, Ngaras District, West Coast Regency, has not sufficient the optimal land area of 216.76 ha of rice and crops. One form of effort in meeting the availability of water is to build facilities and infrastructure in the form of weirs and channels to drain water for agricultural purposes, and divide the water into rice fields or fields in an orderly manner and sufficient quantities. The purpose of this study is to obtain the need for irrigation water to achieve optimum planting index, as well as obtain the dimensions of weirs and irrigation networks.

The research was conducted with the technical stages of land water balance analysis using SWAT (Soil and Water Assessment and Tools) model, analysis of plant water needs, analysis of irrigation water needs, analysis of Mainstay discharge, analysis of irrigation water neraaca, analysis of Weir needs, and analysis of channel needs in the form of primary, secondary, tertiary and quaternary channels. The results showed that the potential of river water resources in Ngaras district can meet the water needs of rice and crops covering an area of 216.76 ha after the construction of irrigation facilities in the form of weirs, namely with the addition of release of 0.658 m<sup>3</sup>/sec. The result of Weir dimension analysis obtained width of 153.6 m, peak height of 9.39 m, base elevation of 300 meters above sea level, peak elevation of 350 meters above sea level, and retention pool or pool area of 9.5 Ha, with irrigation requirement of 1.38 m<sup>3</sup>/sec . Then the water is divided evenly throughout the agricultural area, the results of the dimensions of the primary channel with an area of 202 ha obtained channel cross-sectional area of 10.30 m<sup>2</sup>, the largest secondary area of 54 ha obtained channel cross-sectional area of 3.56 m<sup>2</sup>, the largest tertiary area of 23 ha obtained channel cross-sectional area of 1.82 m<sup>2</sup>, the largest quaternary area of 14 ha obtained channel cross-sectional area of 1.17 m<sup>2</sup>. To maximize irrigation infrastructure more fully need to be built up to the division of water gates or boxes for in order to facilitate the distribution of water evenly throughout the agricultural area.

**Keywords:** availability of irrigation water, irrigation water needs , channel dimensions, area.

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KEBUTUHAN SARANA DAN PRASARANA IRIGASI PADA DAS WAY TEMBULIH DI KECAMATAN NGARAS KABUPATEN PESISIR BARAT**

**Oleh**

**FINA LATIFAH**

Analisis ketersediaan air pada penelitian sebelumnya untuk kebutuhan air irigasi pada DAS Way Tembulih Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat belum mencukupi luas lahan optimal seluas 216,76 ha padi dan palawija. Salah satu bentuk upaya dalam memenuhi ketersediaan air tersebut yaitu dengan membangun sarana dan prasarana berupa bangunan bendung dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, dan membagi-bagi air ke sawah-sawah dengan cara teratur dan jumlah yang cukup. Tujuan dari penelitian ini adalah Memperoleh kebutuhan air irigasi untuk mencapai indeks pertanaman optimum, serta mendapatkan dimensi bendung dan jaringan irigasi.

Penelitian dilakukan dengan tahapan teknik analisis neraca air lahan menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment and Tools*), analisis kebutuhan air tanaman, analisis kebutuhan air irigasi, analisis debit andalan, analisis neraca air irigasi, analisis kebutuhan bendung, dan analisis kebutuhan saluran berupa saluran primer, sekunder, tersier dan kuarter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi sumber daya air sungai di Kecamatan Ngaras dapat mencukupi kebutuhan air tanaman padi dan palawija seluas 216,76 ha setelah dibangunnya sarana irigasi berupa bendung, yaitu dengan penambahan release sebesar 0,658 m<sup>3</sup>/det. Hasil analisis dimensi bendung didapatkan lebar sebesar 153,6 m, ketinggian puncak 9.39 m, elevasi dasar 300 mdpl, elevasi puncak 350 mdpl, dan kolam retensi atau luas genangan sebesar 9.5 Ha, dengan kebutuhan irigasi sebesar 1,38 m<sup>3</sup>/det. Kemudian air tersebut dibagi secara merata keseluruh areal pertanian oleh jaringan irigasi primer, sekunder, tersier dan kuarter. Hasil dimensi saluran primer dengan luas 202 ha diperoleh luas penampang saluran 10,30 m<sup>2</sup>, sekunder luas terbesarnya 54 ha diperoleh luas penampang saluran 3,56 m<sup>2</sup>, tersier luas terbesarnya 23 ha diperoleh luas penampang saluran 1,82 m<sup>2</sup>, kuarter luas terbesar 14 ha diperoleh luas penampang saluran 1,17 m<sup>2</sup>. Untuk memaksimalkan prasarana irigasi lebih lengkap lagi perlu dibangun sampai ke pembagian pintu-pintu air atau boks-boks bagi dan agar dapat mempermudah pembagian air secara merata ke seluruh areal pertanian.

**Kata Kunci:** Ketersediaan air irigasi, kebutuhan air irigasi, dimensi saluran, luas.

**ANALISIS KEBUTUHAN SARANA DAN PRASARANA IRIGASI PADA  
DAS WAY TEMBULIH DI KECAMATAN NGARAS  
KABUPATEN PESISIR BARAT**

**Oleh**

**FINA LATIFAH**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **ANALISIS KEBUTUHAN SARANA DAN PRASARANA IRIGASI PADA DAS WAY TEMBULIH KECAMATAN NGARAS KABUPATEN PESISIR BARAT**

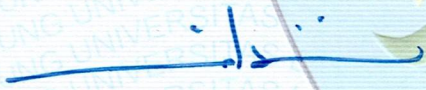
Nama Mahasiswa : **Fina Latifah**

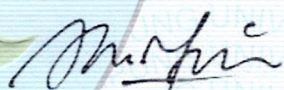
No. Pokok Mahasiswa : **1854071014**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**




  
**Dr. Ir. Ridwan, M.S.**  
NIP 196511141995031001

  
**Dr. Muhammad Amin, M.Si.**  
NIP 196102201988031002

**MENGETAHUI,**

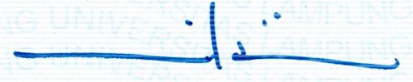
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

  
**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP. 196210101989021002

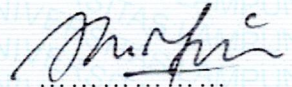
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

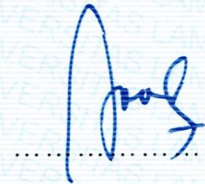
Ketua : **Dr. Ir. Ridwan, M.S.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Mohammad Amin, M.Si.**



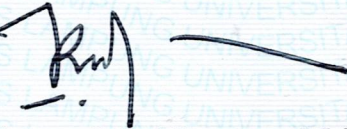
Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Juni 2022**

## PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah **Fina Latifah NPM 1854071014**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Ridwan, M.S.** dan 2) **Dr. Mohammad Amin, M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung,  
Yang membuat pernyataan

2022



**Fina Latifah**  
NPM. 1854071014

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Purwa Negara, Kecamatan Negara Batin, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung, pada tanggal 15 Agustus 2000, sebagai anak Pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Suwanto dan Ibu Suharni. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Purwa Negara pada tahun 2006-2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Negara Batin pada tahun 2012-2015, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2015-2018. Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN) barat.

Pada bulan Februari hingga Maret 2021, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah Periode 1 Tahun 2021 di Desa Kota Jawa, Kecamatan Negara Batin, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung selama 40 hari. Pada bulan Agustus hingga September 2020, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. PemukaSakti ManisIndah (PSMI) Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung dengan judul “Teknik Perawatan Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum.L*) Setelah Tebang Tebu Hijau (*Green Cane*) di PT PemukaSakti ManisIndah (PSMI) Pakuan Ratu”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis telah menjadi Asisten Dosen Pengampu padamata kuliah Fisika Dasar tahun ajaran 2020-2021. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis tercatat aktif dalam Organisasi/Lembaga



Kemahasiswaan internal kampus selama 2 periode sebagai Anggota Bidang Keprofesian (Keprof) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian(PERMATEP) Periode 2019 dan periode 2020.

## **PERSEMBAHAN**

### **Alhamdulillahirobbil'aalamiin...**

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT, dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kupersembahkan karya ini sebagai wujud rasa syukur, cinta kasih, dan sebagai tanda bakti kepada:

#### **Orangtuaku tercinta (Suwanto dan Suharni)**

Terima kasih atas segala kasih sayang dan segala perjuangan dalam membesarkanku. Terima kasih atas dukungan moril maupun materil yang senantiasa diberikan untuk keberhasilan dan kebahagiaanku, serta doa yang senantiasa dipanjatkan dalam mengiringi setiap langkahku.

Serta

#### **Adik-adikku (Rizka Mufidah dan Nurul Istiqomah)**

Terima kasih selalu memberikan dukungan dan semangat kepadaku.

Dan untuk diriku sendiri: **Fina Latifah** terimakasih sudah mampu berjuang sejauh ini, meskipun masih banyak tantangan di depan sana yang menanti, setidaknya kamu sudah belajar sedikit dari banyaknya perjuangan untuk kamu jadikan pengalaman hidupmu lebih baik lagi.

Almamater kebanggaan **Universitas Lampung**

Fakultas Pertanian

Jurusan Teknik Pertanian

Teknik Pertanian 2018

## SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya serta Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri tauladan sepanjang zaman. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Analisis Kebutuhan Sarana dan Prasarana Irigasi pada DAS Way Tembulih di Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan, sehingga peran berupa bantuan, dukungan, bimbingan, arahan, kritik, dan saran yang penulis dapatkan dari berbagai pihak sangat membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
4. Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Pertama atas kesediaannya memberikan arahan, motivasi, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Dr. Mohammad Amin, M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi ini;

6. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
8. Kedua orang tuaku dan Adik-adikku tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan baik moril dan materil, motivasi, semangat, dan nasihat;
9. Untuk diriku sendiri, terimakasih sudah mau berusaha, berjuang, berkorban dan bertahan sampai di titik ini, kamu luar biasa;
10. Teman-temanku di perkuliahan Bestie Haluu (Tefania Bunga Sustina, Maya Ardila, Vera Oktia Sari, dan Wulan Fadillah), Maya Elinta, dan M. Rizky Kurniawan yang selalu memberikan bantuan, nasihat, dukungan, semangat dan motivasi;
11. Tio Arya Perdana, Amalia Agustin, dan Wahyuni Ma'rufah, Julia Ramadhani selaku teman seperjuangan terima kasih sudah saling berbagi ilmu dan memberi semangat serta nasihat;
12. Keluarga Teknik Pertanian 2018 yang telah membantu penulis dalam perkuliahan sampai dengan penelitian dan penyusunan skripsi ini;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya. Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung,                      2022  
Penulis

**Fina Latifah**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Irigasi.....	5
2.2 Saluran Irigasi .....	5
2.3 Jaringan Irigasi .....	5
2.3.1 Jaringan irigasi teknis.....	6
2.3.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis .....	7
2.3.3 Jaringan Irigasi Sederhana.....	7
2.4 Unsur Jaringan Irigasi .....	8
2.5 Bangunan.....	9
2.5.1 Bangunan Utama .....	9
2.5.2 Bendung .....	10
2.5.3 Perencanaan Hidrolis Bendung .....	10

2.5.4 Saluran Pembawa di Jaringan Irigasi .....	13
2.5.5 Bangunan Bagi Sadap .....	13
2.7 Perhitungan Saluran Primer dan Sekunder.....	14
2.8 Saluran Tersier dan Kuarter .....	18
2.9 Karakteristik Fisik Jaringan Irigasi .....	22
2.10 Neraca Air Wilayah.....	23
2.11 Kebutuhan Air Tanaman .....	25
2.11.1 Evapotranspirasi .....	25
2.11.2 Curah Hujan Efektif .....	27
2.11.3 Pola Tanam.....	27
2.11.4 Penggunaan Konsumtif ( <i>Consumptive Use</i> ) .....	27
2.11.5 Perkolasi .....	29
2.12 Analisis Debit Andalan .....	30
2.13 Analisis Neraca Air Irigasi .....	31
2.14 Aplikasi SIG pada Bidang Pertanian.....	31
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	33
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	34
3.3 Tahapan Penelitian .....	34
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Gambaran Umum Wilayah.....	42
4.1.1 Topografi .....	43
4.1.2 Hidrologi dan Klimatologi .....	44
4.1.3 Deskripsi DAS.....	46
4.2 Neraca Air Lahan .....	46
4.3 Kebutuhan Air Tanaman .....	49

4.3.1 Tanaman Padi .....	49
4.3.2 Tanaman Palawija .....	50
4.4 Kebutuhan Air Irigasi .....	51
4.4.1 Tanaman Padi .....	51
4.4.2 Tanaman Palawija .....	52
4.5 Debit Andalan .....	53
4.6 Kecukupan Air .....	54
4.6.1 Kecukupan Air Padi .....	54
4.6.2 Kecukupan Air Tanaman Palawija.....	55
4.7 Analisis Kebutuhan Bendung.....	56
4.8 Analisis Bendung .....	57
4.9 Analisis Kebutuhan Saluran Irigasi Bendung .....	60
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Hslsmsn
Table 1. Klasifikasi jaringan irigasi .....	5
Table 2. Koefisien kekasaran dasar saluran.....	16
Table 3. Kecepatan alir yang diijinkan.....	17
Table 4. Kecepatan aliran standar .....	17
Table 5. Perbandingan (B/h) .....	18
Table 6. Harga kemiringan lereng, m.....	19
Table 7. Tinggi jagaan, fb .....	19
Table 8. Lebar atas tanggul dan berm .....	20
Table 9. Dimensi saluran tersier dan kuarter.....	20
Table 10. Tipe saluran lebar dasar, tinggi dan tinggi jagaan.....	21
Table 11. Kecepatan standar, minimum dan maksimum pada saluran tersier dan kuarter .....	22
Table 12. Pola tanam.....	27
Table 13. Koefisien tanaman padi.....	28
Table 14. Koefisien tanaman palawija.....	28
Table 15. Produktivitas tanaman kedelai pada tahun terbaru.....	29
Table 16. Laju perkolasi dari berbagai jenis tanah.....	30
Table 17. Neraca Air Lahan .....	47
Table 18. Total Simpanan Waduk.....	57
Table 19. Kebutuhan Potensi Air .....	58
Table 20. luas Saluran .....	61
Table 21. Analisis Kebutuhan Dimensi Saluran Primer dan Sekunder.....	63
Table 22. Analisis Kebutuhan Dimensi Saluran Tersier .....	65
Table 23. Analisis Kebutuhan Dimensi Saluran pada Petak Kuarter.....	65
Table 24. Perhitungan Evapotranspirasi.....	74



Table 25. Perhitungan Curah Hujan Efektif.....	75
Table 26. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Padi .....	77
Table 27. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Palawija .....	79
Table 28. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Padi.....	80
Table 29. Analisis Kebutuhan Irigasi Padi MT11 .....	84
Table 30. Analisis Kebutuhan Irigasi Palawija .....	87
Table 31. Hasil Analisis Debit Andalan.....	89
Table 32. Analisis Kecukupan Air Padi .....	91
Table 33. Analisis Kecukupan Air Palawija .....	91
Table 34. Kebutuhan dimensi saluran irigasi primer dan sekunder .....	96
Table 35. Kebutuhan dimensi saluran irigasi tersier .....	97
Table 36 Kebutuhan dimensi saluran irigasi kuartar.....	98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Lebar efektif bendung.....	12
Gambar 2. Saluran primer dan sekunder .....	13
Gambar 3. Penampang saluran primer dan sekunder .....	14
Gambar 4. Bentuk penampang saluran tersier kuarter .....	18
Gambar 5. Peta Jenis Tanah Kecamatan Ngaras .....	29
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian .....	33
Gambar 7. Tahapan Penelitian .....	35
Gambar 8. Peta Penggunaan Lahan.....	43
Gambar 9. Peta Jenis Tanah Kecamatan Ngaras .....	44
Gambar 10. Peta Kemiringan Lereng.....	45
Gambar 11. Peta Deskripsi DAS.....	46
Gambar 12. Grafik Neraca Air Lahan rata-rata harian Kec. Ngaras.....	48
Gambar 13. Grafik Kebutuhan Air Tanaman Padi MTI dan MTII.....	49
Gambar 14. Grafik Kebutuhan Air Tanaman Palawija .....	50
Gambar 15. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Padi .....	51
Gambar 16. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Palawija.....	52
Gambar 17. Debit Andalan Kecamtan Ngaras .....	54
Gambar 18. Kecukupan Air Irigasi Tanaman Padi .....	55
Gambar 19. Grafik Kecukupan Air Irigasi Tanaman Palawija .....	56
Gambar 20. Rencana Bendung.....	57
Gambar 21. Kecukupan Air Tanaman Palawija Setelah Penambahan Kebutuhan	59
Gambar 22. Saluran Irigasi di DAS Way Tembulih Kec. Ngaras.....	60
Gambar 23. Saluran Irigasi DAS Way Tembulih Kec. Ngaras.....	62
Gambar 24. Skema Jaringan Irigasi DAS Way Tembulih Kecamatan Ngaras	63
Gambar 25. Peta Batas Wilayah.....	73

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pesisir Barat Lampung saat ini telah menjadi kabupaten dengan nama Kabupaten Pesisir Barat dengan ibukota kabupatennya adalah kota Krui. Kabupaten Pesisir Barat secara resmi berdiri sejak tahun 2012 berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2012 tentang Pembentukan Kabupaten Pesisir Barat di Provinsi Lampung (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 231 Tambahan Lembaran Negara Nomor 5364).

Sebelum lahirnya Kabupaten Pesisir Barat berdasarkan Undang-Undang tersebut diatas, Kabupaten Pesisir Barat masih termasuk wilayah pemerintahan Kabupaten Lampung Barat yang ibukota kabupatennya di Liwa. Kabupaten Pesisir Barat ini memiliki 11 kecamatan, salah satunya adalah kecamatan Ngaras. Kecamatan Ngaras sebelumnya merupakan kecamatan Bengkunt yang telah diresmikan pada tanggal 8 September 2017 sesuai dengan Perda Nomor 4 tahun 2017 dengan luas wilayah 215.03 km<sup>2</sup> (Anonim,2017).

Sektor pertanian di Kabupaten Pesisir Barat masih merupakan salah satu pilar utama dalam perkembangan wilayah dan diharapkan mampu meningkatkan perekonomian masyarakat. Luas lahan pertanian di Kabupaten Pesisir Barat dapat mencapai ± 16.752 Ha, diantaranya 51,30% atau 8.594 Ha diperuntukkan sebagai lahan persawahan (Dinas Pertanian Kabupaten Pesisir Barat, 2017).

Lahan persawahan ini terdapat diberbagai kecamatan yaitu salah satunya di Kecamatan Ngaras. Selain lahan persawahan terdapat pula tanaman palawija yaitu salah satunya kedelai. Berdasarkan data Pesisir Barat Dalam Angka 2018 hasil produksi tanaman kedelai Kecamatan Ngaras selalu meningkat dari tahun ke tahun mencapai hasil produksi 88 ton/tahun, sehingga potensi tanaman tersebut sangat besar di Kecamatan Ngaras. Berdasarkan hal tersebut

menunjukkan bahwa di Kecamatan Ngaras memiliki potensi terhadap lahan persawahan atau tanaman pangan lainnya.

Dari luas lahan tersebut tanaman padi menjadi komoditas unggulan dari sektor pertanian. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Pesisir Barat, produksi padi selama tahun 2018 di Kabupaten Pesisir Barat mencapai 103,321 ton dengan 86,36 % berasal dari padi sawah. Namun, jika dibandingkan dengan tingkat produktivitas tanaman padi di Kabupaten lainnya yang berada di Provinsi Lampung tingkat produktivitas tanaman padi di Kabupaten Pesisir Barat rendah. Diduga memiliki berbagai faktor yang mempengaruhi, faktor yang mempengaruhi salah satunya yaitu kurangnya pengairan atau irigasi yang ada di Kabupaten Pesisir Barat. Salah satu usaha dalam peningkatan produksi pangan khususnya padi dan palawija adalah penyediaan air irigasi dilahan. Hal tersebut telah dikaji lebih lanjut oleh penelitian sebelumnya tentang analisis ketersediaan air untuk kebutuhan air irigasi pada DAS Way Tembulih guna meningkatkan produksi pangan khususnya padi dan palawija (Riskia,2021).

Pada DAS Way Tembulih diketahui luas lahan optimal siap tanam sebesar 216.76 ha dengan menggunakan penerapan pola tanam padi-padi-palawija. Dalam penelitian sebelumnya diperoleh hasil potensi ketersediaan air di DAS Way Tembulih tertinggi pada bulan Februari periode 2 sebesar 0,72 m<sup>3</sup>/detik dan potensi ketersediaan air terkecil pada bulan Oktober periode 2 sebesar 0,06 m<sup>3</sup>/detik, dengan luas tanam tanaman padi sebesar 108,38 dan tanaman palawija kedelai sebesar 43,352 ha (Riskia ,2021). Analisis ketersediaan air tersebut belum mencukupi ketersediaan air yang ada di DAS Way Tembulih jika melihat bahwa luas lahan optimalnya yaitu 216,76 ha. Maka dari itu perlunya mengkaji atau menganalisis lebih lanjut terkait infrastruktur bangunan irigasi berupa sarana dan prasarannya. Sarana yang dimaksudkan yaitu berupa bangunan bendung dan prasarannya yaitu berupa jaringan irigasi.

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali,bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan irigasi. Menurut

macamnya bendung dibagi dua, yaitu bendung tetap dan bendung sementara, bendung tetap adalah bangunan yang sebagian besar konstruksi terdiri dari pintu yang dapat digerakkan untuk mengatur ketinggian muka air sungai sedangkan bendung tidak tetap adalah bangunan yang dipergunakan untuk menaikkan muka air di sungai, sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier.

Di Kecamatan Ngaras sudah ada bangunan bendung yang terletak di Desa Mulang Maya yang terbuat sejak lama. Kondisi bangunan bendung yang ada sudah tidak bisa digunakan karena bangunan bendung tersebut sudah roboh atau rusak yang disebabkan oleh hujan dan banjir. Kecamatan Ngaras sering terjadi banjir tetapi banjir bandang yang paling parah pada tahun 2018. Kondisi sebelum bendungan tersebut rusak dapat mengairi kurang lebih 100 ha. Lebar sungai mencapai 40-50 m<sup>2</sup> dengan ketinggian di hulu bendung 1 m ketika hujan. Maka dari itu perlunya memperbaiki infrastruktur sarana irigasi berupa bangunan bendung tersebut agar kebutuhan irigasi dapat tercukupi.

Selain pembangunan infrastruktur sarana irigasi berupa bangunan bendung diatas perlu juga mengkaji lebih lanjut terkait prasaranya berupa jaringan irigasi. Sistem yang dibuat itu dimaksudkan agar seluruh areal pertanian mendapatkan suplai air yang cukup sehingga tidak ada areal pertanian yang tidak mendapatkan air. Jika melihat bahwa selain kurangnya pengairan atau irigasinya perlu juga membagi air tersebut keseluruhan areal pertanian. Dalam analisis sebelumnya diketahui bahwa ketersediaan air nya hanya mampu mengairi dengan luas tanam padi sebesar 108,38 dan tanaman palawija kedelai sebesar 43,352 ha, sedangkan luas optimalnya 216,76 ha. Dengan Menganalisis Kebutuhan Sarana dan Prasarana Irigasi pada DAS Way Tembulih Kecamatan Ngaras, Kabupaten Pesisir Barat ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan irigasi dengan luas optimalnya serta dapat membagi air keseluruhan areal pertanian. Selain itu juga sistem yang dibentuk itu dimaksudkan untuk dapat menyalurkan jumlah air yang tersedia untuk selanjutnya dibagikan secara merata

ke seluruh areal pertanian. Penelitian ini berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mempermudah dalam melakukan analisis.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat diajukan dari uraian latar belakang di atas adalah sarana dan prasarana air apa saja yang dibutuhkan untuk dapat menampung , menyalurkan, membagi areal pertanaman sehingga dapat mencukupi kebutuhan air tanaman.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung neraca air lahan kebutuhan dan ketersediaan irigasi
2. Mengetahui nilai kebutuhan air irigasi untuk mencapai indeks pertanaman optimum
3. Mendapatkan sarana dan prasarana irigasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan indeks pertanaman.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Mampu memenuhi sarana dan prasarana irigasi yang dibutuhkan dalam pengembangan lahan sawah yang direncanakan.
2. Dapat mendesain system irigasi yang direncanakan.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Kecamatan yang akan dijadikan objek penelitian yaitu Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat.
2. Daerah aliran sungai yang dijadikan objek penelitian yaitu DAS Way Tembulih.
3. Jenis komoditas palawija yang dipakai penelitian ini adalah komoditas kedelai.
4. Perhitungan neraca keseimbangan air selama tiga musim tanam.
5. Perencanaan kebutuhan sarana dan prasarana dibatasi pada bangunan bendung, dan saluran-salurannya.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Irigasi**

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP01, Irigasi adalah sistem pemberian air ke tanah pertanian yang bertujuan mencukupi kebutuhan tanaman agar tanaman tersebut tumbuh dengan baik. Irigasi berfungsi untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitas lahan agar mencapai hasil pertanian yang optimal tanpa mengabaikan kepentingan lainnya. Maksud dari irigasi yaitu digunakan untuk memenuhi kebutuhan air (*water supply*) guna keperluan pertanian yang meliputi pembasahan tanah, perabukan/pemupukan, pengatur suhu tanah, menghindarkan gangguan hama dalam tanah, dsb (Irigasi dan Bangunan Air, 2018)

### **2.2 Saluran Irigasi**

Saluran irigasi merupakan salah satu unsur yang termasuk kedalam prasarana fisik irigasi, bersama dengan unsur lainnya seperti bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. (Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015).

### **2.3 Jaringan Irigasi**

Jaringan irigasi yaitu prasarana irigasi, yang terdiri dari bangunan air dan saluran pemberi air pertanian beserta pelengkap. Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yaitu sederhana, semiteknis dan teknis. Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP01, standarisasi Irigasi di Indonesia hanya meninjau Irigasi Teknis, karena dinilai lebih maju dan cocok untuk dipraktekkan di sebagian besar pembangunan Irigasi di Indonesia.

Table 1. Klasifikasi jaringan irigasi

		Klasifikasi jaringan irigasi		
		Teknis	Semiteknis	Sederhana
1.	Bangunan Utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
2.	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3.	Jaringan saluran	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang Tidak sepenuhnya terpisah	Saluran irigasi dan pembuang jadi satu
4.	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5.	Efisiensi secara keseluruhan	Tinggi 50 – 60 % (Ancar-ancar) Sedang	40 – 50% (Ancar-ancar) Kurang	< 40% (Ancar-ancar)
6.	Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2.000 ha	Tak lebih dari 500 ha
7.	Jalan Usaha Tani	Ada ke seluruh areal	Hanya sebagian areal	Cenderung tidak ada
8.	Kondisi O & P	- Ada instansi yang menangani - Dilaksanakan teratur	Belum teratur	Tidak ada O & P

Mengacu pada KP-01 (Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi), didalam suatu jaringan irigasi dapat dibedakan menjadi empat unsur fungsional pokok, yaitu:

1. Bangunan-bangunan Utama (*Headworks*) dimana air dari sumbernya (umumnya sungai atau waduk) dielakkan ke saluran.
2. Jaringan pembawa irigasi berupa saluran-saluran (primer, sekunder,tersier,kwarter) yang mengalirkan air irigasi ke petak-petak tersier.
3. Petak-petak Tersier dengan sistem pembagian air dan sistem pembuangan kolektif, air irigasi di bagi-bagi dan dialirkan ke sawah-sawah dan kelebihan air ditampung di dalam suatu sistem pembuangan di dalam petak tersier.
4. Sistem pembuang yang terdapat diluar daerah irigasi untuk membuang kelebihan air irigasi ke sungai atau saluran-saluran alamiah sekitar.

### 2.3.1 Jaringan irigasi teknis

Prinsip dari jaringan irigasi teknis adalah sebagai berikut:

- a. Jaringan Irigasi yang mendapatkan pasokan air terpisah dengan jaringan pembuang/pematus.



- b. Pemberian airnya dapat diukur, diatur dan terkontrol pada beberapa titik tertentu.
- c. Dalam irigasi teknis, petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis.
- d. Semua bangunan bersifat permanen.

Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan-kebutuhan pertanian. Jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien.

### **2.3.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis**

Prinsip dari jaringan irigasi semiteknis adalah sebagai berikut:

1. Pengaliran kesawah dapat diatur tetapi banyaknya air tidak dapat diukur
2. Pembagian air tidak dapat dilakukan secara seksama
3. Memiliki sedikit bangunan permanen
4. Hanya satu alat pengukuran aliran yang ditempatkan pada Bangunan bendung
5. Sistem pemberian air dan sistem pembuangan air tidak mesti sama sekali terpisah.

Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana yaitu pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah.

### **2.3.3 Jaringan Irigasi Sederhana**

Prinsip dari jaringan irigasi sederhana adalah sebagai berikut:

1. Biasanya menerima bantuan pemerintah untuk pembangunan dan atau penyempurnaan, tetapi dikelola dan dioperasikan oleh aparat desa.

2. Memiliki bangunan semi permanen dan tidak mempunyai alat pengukur dan pengontrol aliran sehingga aliran tidak diatur dan diukur.

Jaringan irigasi yang sederhana ini mudah diorganisasi tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius. Kelemahan pertama yaitu terdapat pemborosan air, karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah rendah/hilir yang lebih subur. Kedua, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan biaya lebih banyak dari masyarakat karena setiap desa/kelurahan membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri. Karena bangunan pengambilan bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya mungkin pendek.

## **2.4 Unsur Jaringan Irigasi**

Unsur-unsur jaringan irigasi akan membantu bagi para perekayasa/perencana dalam menyiapkan perencanaan tata letak dan jaringan irigasi., meliputi:

### **2.4.1 Peta Ikhtisar**

Merupakan cara bagaimana berbagai bagian dari suatu jaringan irigasi saling dihubung-hubungkan. Peta ikhtisar dapat disajikan pada peta tata letak. Peta ikhtisar proyek irigasi tersebut memperlihatkan:

- Bangunan Utama
- Jaringan dan trase saluran Irigasi
- Jaringan dan trase saluran pembuang
- Petak-petak primer, sekunder, dan tersier.
- Lokasi bangunan.
- Batas-batas daerah irigasi.
- Jaringan dan trase jalan
- Daerah-daerah yang tidak diairi, misal: desa.

#### **a. Petak Tersier**

Di daerah –daerah yang ditanami padi, luas petak tersier yang ideal adalah antara 50-100 ha, kadang-kadang sampai 150 ha. Batas-batas petak tersier harus jelas seperti misalnya: Parit, Jalan, batas desa, sungai, dll. Petak tersier dibagi menjadi

petak-petak kwarter, dengan luas 8-15 ha. Panjang saluran tersier sebaiknya 1500 m, kadang-kadang panjang saluran tersier mencapai 2000 m. Panjang saluran Kwarter maksimum 500 m tetapi prakteknya kadang mencapai 800 m.

#### b. Petak Sekunder

Petak ini terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh saluran sekunder. Petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas seperti saluran pembuang. Luas petak berbeda-beda tergantung pada situasi daerah. Saluran sekunder sering terletak dipinggir medan, mengairi kedua sisi saluran, hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebahai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah

#### c. Petak Primer

Petak Primer terdiri dari beberapa petak sekunder , untuk itu petak-petak ini akan mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari sumber air (sungai).

## 2.5 Bangunan

### 2.5.1 Bangunan Utama

Bangunan utama dapat diklasifikasikan kedalam sejumlah kategori tergantung pada perencanaannya yaitu:

- a. Bendung/ Bendung Gerak - Bendung (*weir*), bendung gerak (*barrage*) dipakai untuk meninggikan muka air sungai sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier.
  - Ketinggian itu akan menentukan luas daerah yang diairi.
  - Bendung Gerak: Bangunan yang dilengkapi dengan pintu yang dapat dibuka untuk mengalirkan air pada waktu terjadi banjir besar dan ditutup bila air kecil
  - Bendung: Bangunan yang umum dipakai di Indonesia, untuk membelokkan air sungai ke saluran irigasi guna keperluan irigasi

### 2.5.2 Bendung

Bendung adalah bangunan yang direncanakan atau dibangun di palung sungai atau coupe, yang fungsinya untuk meninggikan muka air sungai atau untuk mendapatkan tinggi terjun, sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi atau dengan pompa ke tempat - tempat tertentu yang membutuhkan seperti irigasi, air minum, pembangkit energi, pengendali banjir. Bendung merupakan Bangunan yang umum dipakai di Indonesia, untuk membelokkan air sungai ke saluran irigasi guna keperluan irigasi Kemudian pada umumnya bendung ditempatkan di palung sungai atau di sudetan(Soedibyo,2003)

Penentuan rencana lokasi permbangunan bendung yang efektif harus dievaluasi dari letak hidrolis aliran banjir tersebut yang diusahakan alirannya tegak lurus terhadap mercu bendung agar aliran di udik mercu bendung merata dan tidak terjadi arus putar yang dapat membahayakan konstruksi, baik bagian udik ataupun bagian hilir bendung. Kemudian dilihat juga dari tanah pondasi bendung yang harus cukup kuat duduk pada lapisan tanah yang kuat dan tidak porus, hal ini sangat penting untuk kestabilan pondasi bendungan tersebut. Topografi daerah lokasi rencana bendung harus benar - benar dipertimbangkan untuk kemudahan dalam pelaksanaan pembangunan bendung, saluran pengelak dan tanggul banjir yang tidak terlalu panjang dan luas genangannya akibat back water dan dipertimbangkan seminimal mungkin(Soedibyo,2003).

### 2.5.3 Perencanaan Hidrolis Bendung

#### 2.5.3.1 Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Bendung

Tinggi banjir ini dapat dihitung dengan mempergunakan rumus- rumus hidrolika pengaliran, yaitu ;

$$Q = A \times V$$

Keterangan

Q = debit ( $m^3/dt$ )

A = luas penampang aliran ( $m^2$ )

V = kecepatan aliran ( $m/dt$ ).

Sedangkan kecepatan aliran dapat dihitung dengan rumus Chezy dan Bazin, sebagai berikut:

$$V = C\sqrt{RI}$$

$$C = 87 / (1 + \gamma/\sqrt{R})$$

Keterangan:

C = Koefisien kecepatan

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan dasar sungai

$\gamma$  = Koefisien kekasaran dinding

P = Keliling basah

Untuk sungai, harga  $\gamma$  dapat diambil 1.5 – 1.75.

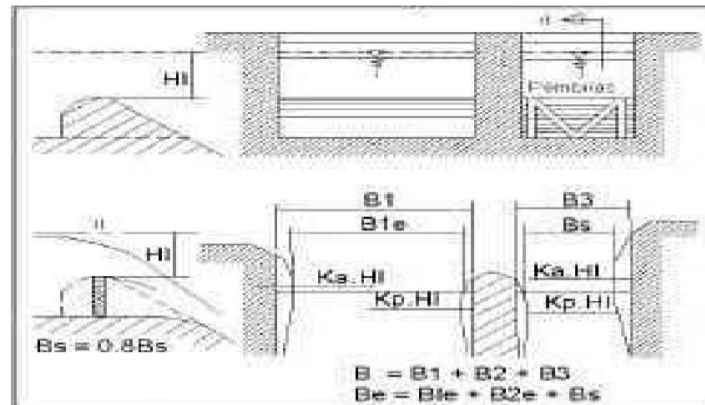
#### 2.5.3.2 Lebar Efektif Bendung

Karena adanya pintu bilas dan pilar, maka lebar bendung yang dapat mengalirkan banjir secara efektif menjadi berkurang, yang disebut dengan lebar efektif ( $B_{eff}$ ).

Pengurangan lebar disebabkan oleh tiga komponen, yaitu :

- Tebal pilar
- Bagian pintu bilas yang bentuk mercunya berbeda dari mercu bendung
- Kontraksi pada dinding pengarah dan pilar.

Dalam perhitungan lebar efektif bendung, lebar pembilas yang sebenarnya diambil 80 % dari lebar rencana untuk mengompensasi perbedaan koefisien debit dibanding mercu bendung yang berbentuk bulat.



Gambar 1. Lebar efektif bendung

Oleh karena itu lebar efektif bendung PLTM, dengan sketsa seperti pada Gambar 1 menjadi :

$$B_e = B_{1e} + B_{s1} + B_{s2}$$

$$B_e = B - 2 ( n K_p + K_a ) H_1$$

Untuk model bendung pada Gambar 1, nilai n sama dengan 2.

Sehingga :  $B_{1e} = B - 2 K_a \cdot H_1$

Dimana :  $B_e =$  Lebar Effektif Bendung

$$B_e = B - 2(n \cdot K_p + K_a) H_1$$

Keterangan :

$B_b$  = Lebar Optimal Bendung

$B_{1e}$  = Lebar Effektif Mercuri Bendung

$B_{s1}$  = Lebar Effektif Pintu Pembilas 1

$B_{s2}$  = Lebar Effektif Pintu Pembilas 2

$K_p$  = Koefisien Kontraksi Pada Pilar ( 0.01)

$K_a$  = Koefisien Kontraksi Pada Dinding ( 0.1 )

$t$  = Tebal Pilar

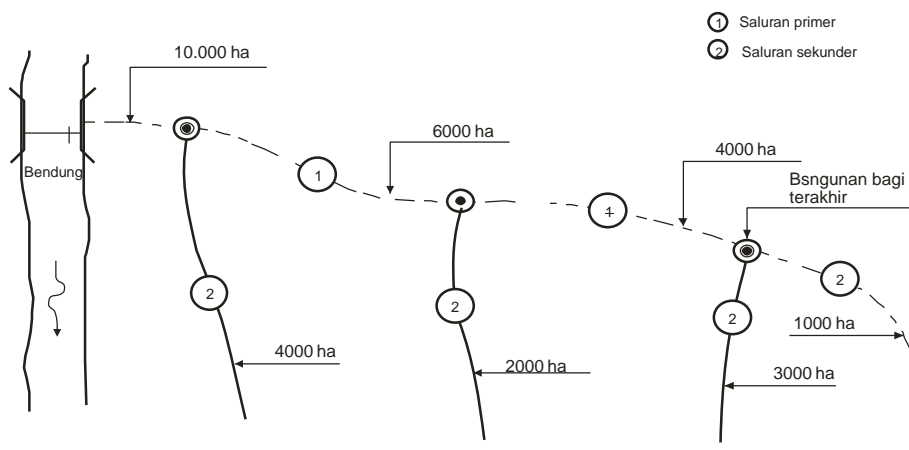
### 2.5.4 Saluran Pembawa di Jaringan Irigasi

#### a. Saluran Irigasi pada Jaringan Irigasi Utama

- Saluran Primer membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
- Saluran sekunder, membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut batas ujung saluran ini adalah pada bangunan sadap terakhir.

#### b. Saluran Irigasi pada Jaringan Irigasi Tersier

- Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap ke petak tersier lalu ke saluran kuarter batas ujung saluran ini adalah boks bagi tersier yang terakhir
- Saluran kwarter membawa air dari boks bagi tersier ke boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah.



Gambar 2. Saluran primer dan sekunder

### 2.5.5 Bangunan Bagi Sadap

Bangunan bagi sadap pada jaringan irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat ukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah debit yang direncanakan. Tetapi pada keadaan tertentu sering dijumpai kesulitan-kesulitan

dalam operasi dan pemeliharaan (OP) sehingga muncul usulan system proporsional, yaitu bangunan bagi dan sadap tanpa pintu dan alat ukur tetapi dengan syarat-syarat sebagai berikut :

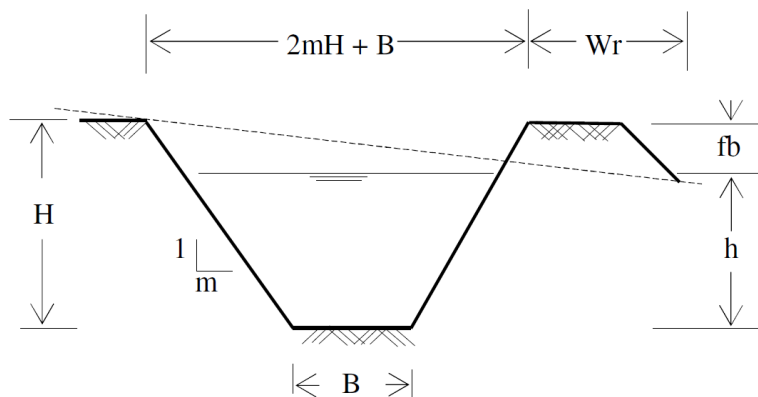
- Elevasi ambang ke semua arah saluran harus sama
- Bentuk ambang harus sama agar memiliki koefisien debit yang sama.
- Lebar bukaan proporsional dengan luas area sawah yang diairi.

Namun disadari bahwa sistem proporsional tidak bisa diterapkan pada daerah irigasi yang melayani lebih dari satu jenis tanaman dari penerapan sistem golongan. Untuk itu kriteria ini menetapkan agar tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional yaitu:

- Bangunan bagi/bagi-sadap terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
- Bangunan sadap tersier mengalirkan air irigasi dari saluran primer/sekunder ke saluran tersier penerima.
- Bangunan bagi/sadap mungkin untuk digabung menjadi satu rangkaian bangunan.
- Boks-boks bagi di saluran tersier dapat membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan/atau kuarter)

## 2.7 Perhitungan Saluran Primer dan Sekunder

Saluran direncanakan sebagai saluran terbuka yang berbentuk trapesium.



Gambar 3. Penampang saluran primer dan sekunder

Keterangan:

$B$  = lebar dasar saluran, m.

$h$  = tinggi air, m.



fb = tinggi jagaan (*freeboard*), m.

H = tinggi total saluran, m.

m = perbandingan sudut dalam saluran

Ne = perbandingan sudut sebelah luar

Nc = perbandingan sudut sebelah dalam

Wr = lebar jalan inspeksi, m

W = lebar atas tanggul, m.

(b) Perbandingan lebar saluran dan tinggi

Aliran yang terjadi di dalam saluran dianggap sebagai aliran seragam (*uniform flow*). Untuk menghitung kecepatan aliran dan kemiringan saluran (gradien hidrolis), dipakai rumus Manning.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad S = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

Dimana:

V = kecepatan rata-rata aliran, m/det

n = nilai koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis, m

S = kemiringan salura

Debit yang mengalir di dalam saluran, dapat dihitung menurut rumus kontinuitas.

$$Q = A.V$$

Dimana:

Q = debit air yang mengalir, m<sup>3</sup>/det

A = luas penampang basah saluran, m<sup>2</sup>

V = kecepatan rata-rata aliran, m/det

Menurut Strickler kekasaran dasar saluran (Kst) tergantung dari ukuran butiran sedimen atau ukuran butiran-butiran tanah saluran. Dari hasil percobaan menurut Strickler, diperoleh nilai Kst adalah:

$$kst = (d^{1/6}) = (8,16\sqrt{g}) = (d^{1/6}) : 25,60$$

Dimana :

d = ukuran butir tanah saluran, mm.

g = gravitasi bumi (g = 9,81 m/det<sup>2</sup>).

Menurut standar irigasi, harga  $n$  atau  $K_{st}$  dilihat dari Tabel 2.

Table 2. Koefisien kekasaran dasar saluran

Kondisi saluran	Koefisien kekasaran	
	$N$	$K_{st}$
1. Saluran tanpa pelindung		
- debit: $> 10 \text{ m}^3/\text{det}$	0,020	50,00
- debit: $5 - 10 \text{ m}^3/\text{det}$	0,021	47,50
- debit: $1 - 5 \text{ m}^3/\text{det}$	0,022	45,00
- debit: $0,2 - 1 \text{ m}^3/\text{det}$	0,023	42,50
- debit: $< 0,2 \text{ m}^3/\text{det}$	0,025	40,00
2. Saluran dengan pelindung		
- Beton	0,015	66,70
- Pasangan batu	0,020	50,00
- Pipa beton	0,013	76,90

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

#### Kecepatan aliran di dalam saluran

Untuk saluran yang tidak dilapisi, maka perlu dibatasi kecepatan aliran, baik kecepatan maksimum maupun minimum. Kecepatan minimum yang diijinkan, atau kecepatan tanpa pengendapan (*non settling velocity*) yaitu kecepatan aliran yang tidak menimbulkan pengendapan atau sedimentasi dan mendorong pertumbuhan tanaman air. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran. Sedangkan kecepatan maksimum yang diijinkan atau kecepatan tahan erosi (*non erodible velocity*) adalah kecepatan rata-rata terbesar yang tidak menimbulkan erosi pada tubuh saluran. Kecepatan minimum dan maksimum yang diijinkan menurut standar irigasi seperti pada Tabel 3.

Table 3. Kecepatan alir yang diijinkan

Jenis Saluran	Minimum m/det	Maksimum m/det
Saluran tanah	0,25	0,80
Saluran pasang batu	0,25	2,00
Saluran beton	0,25	3,00

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Untuk mendimensi saluran yang digunakan kecepatan standar irigasi, sejauh hal ini masih memungkinkan dan layak. Namun jika kecepatan standar ini menghasilkan gradien hidrolis yang tidak mungkin karena kondisi topografi yang terlalu datar, maka dapat ditentukan kecepatan aliran yang memenuhi kecepatan minimum dan maksimum seperti di atas.

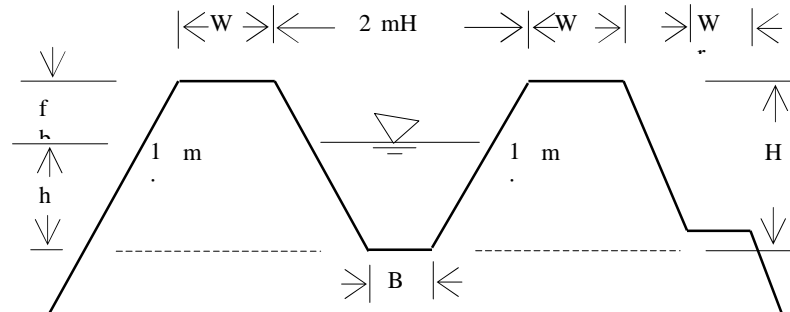
Table 4. Kecepatan aliran standar

Debit (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan aliran standar (m/det)
< 0,15	0,25 – 0,30
0,15 – 0,30	0,25 – 0,35
0,30 – 0,40	0,30 – 0,40
0,40 – 0,50	0,35 – 0,45
0,50 – 0,75	0,40 – 0,50
0,75 – 1,50	0,40 – 0,55
1,50 – 3,00	0,45 – 0,60
3,00 – 4,50	0,50 – 0,65
4,50 – 6,00	0,55 – 0,70
6,00 – 7,50	0,60 – 0,70
7,50 – 9,00	0,60 – 0,70
9,00 – 11,00	0,60 – 0,70
11,00 – 15,00	0,60 – 0,70
15,00 – 25,00	0,65 – 0,70

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

## 2.8 Saluran Tersier dan Kuarter

Untuk saluran tersier dan kuarter, seluruhnya direncanakan sebagai saluran terbuka (*open channel*) tanpa pasangan dan berbentuk trapesium.



Gambar 4. Bentuk penampang saluran tersier kuarter

### a. Perbandingan lebar saluran dan tinggi air ( $B/h$ )

Menurut buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, 1980; lebar dasar saluran minimum 30 cm. Perbandingan lebar dasar saluran dan tinggi air ( $B/h$ ) sangat tergantung dari besar debit yang akan mengalir, seperti terlihat pada Tabel 1.

Table 5. Perbandingan ( $B/h$ )

Debit saluran (m <sup>3</sup> /det)	( $B/h$ )
< 0,30	1
0,30 - 050	1,5
0,50 - 1,50	2
1,50 - 3,00	2,5
3,00 - 4,50	3
4,50 - 6,00	3,5
6,00 - 7,50	4
7,50 - 9,00	4,5
9,00 - 11,00	5
11,00 - 15,00	6
15,00 - 25,00	8
25,00 - 40,00	10
40,00 - 80,00	12

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi

b. Kemiringan lereng atau talud (m, Nc, Ne)

Kemiringan lereng atau talud adalah perbandingan antara panjang garis vertikal yang melalui puncak saluran dan panjang garis horisontal yang melalui tumit saluran. Kemiringan lereng atau talud juga tergantung dari jenis bahan atau material saluran yang digunakan.

Table 6. Harga kemiringan lereng, m

Debit saluran (m <sup>3</sup> /det)	m	
	Dengan lapisan pelindung	Tanpa lapisan pelindung
< 1,50	1,0	0,5
1,50 – 15,00	1,5	1,0
> 15,00	2,0	1,5

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi.

c. Tinggi jagaan (*freeboard*), fb

Tinggi jagaan (*freeboard*), fb yaitu jarak vertikal tanggul saluran dengan tinggi muka air saat debit maksimum. Tinggi jagaan sebuah saluran, ditetapkan berdasarkan debit saat banjir. Tinggi jagaan minimum untuk saluran menurut standar irigasi seperti pada Tabel 3.

Table 7. Tinggi jagaan, fb

Debit saluran (m <sup>3</sup> /det)	Tinggi jagaan, fb (m)
< 0,30	0,30
0,30 - 050	0,40
0,50 – 5,00	0,50
5,00 – 15,00	0,60
15,00 – 25,00	0,75
> 25,00	1,00

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi.

d. Lebar atas tanggul  $W_r$  dan lebar berm  $W$

Bila tanggul saluran digunakan sebagai jalan inspeksi, maka lebar dan ukuran tanggul tersebut direncanakan sebagai jalan inspeksi. Namun bila jalan inspeksi tidak dibuat diatas tanggul, maka tanggul dibuat sama seperti pada berm, seperti pada Tabel 4.

Table 8. Lebar atas tanggul dan berm

Saluran	Lebar atas tanggul $W_r$ , (m)	Lebar berm, $W$ (m)
Tersier	< 1,5	1,0
Sekunder	> 1,5	1,5
Primer		2,0

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi.

Besaran-besaran untuk dimensi saluran tersier dan kuarter seperti pada

Table 9. Dimensi saluran tersier dan kuarter

Uraian	Tersier	Kuarter
Perbandingan (B/h)	1,0	1,0
alud dalam (m)	1,0	1,0
Tinggi jagaan minimum (fb)	0,30 m	0,20 m
Lebar jalan tanggul ( $W_r$ )	2,00 m	-
Lebar tanggul ( $W$ )	0,50 m	0,40 m
Talud luar (n)		
- untuk $dh < 1,0$ m	1,0	1,0
- untuk $dh \geq 1,0$ m	1,5	-

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Catatan: H adalah tinggi tanggul dari elevasi tanah asli (sawah) yang disyaratkan, tidak boleh kurang dari 0,30 m, hal ini untuk menjamin terlayannya sawah dengan memuaskan.

Disain hidrolis saluran

Ada beberapa perhitungan dan asumsi sebagai berikut:

- a. Rumus pengaliran dan koefisien pengaliran untuk mendimensi saluran, digunakan rumus

$$Q = A.V$$

$$= A.1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Pendimensian saluran sama dengan cara mendimensi saluran primer dan skunder. Nilai koefisien kekasaran Manning, untuk saluran tersier dan kuarter diam Perhitungan dimensi saluran.

Untuk keperluan praktis baik perencanaan maupun pelaksanaan, maka dibuat 5 (lima) tipe saluran seperti pada Tabel 6. Dalam memilih tipe saluran tersier dan kuarter yang layak, maka perlu diperhatikan kecepatan pengaliran yang menyebabkan pengendapan maupun erosi. Untuk itu ditetapkan besarnya kecepatan standar, kecepatan minimum dan kecepatan maksimum seperti pada Tabel 7.

Table 10. Tipe saluran lebar dasar, tinggi dan tinggi jagaan

Tipe	Lebar dasar B, (m)	Tinggi aliran h, (m)	Tinggi jagaan fb, (m)
I	0,30	0,30	0,30
II	0,40	0,40	0,30
III	0,50	0,50	0,30
IV	0,60	0,60	0,30
V	0,70	0,70	0,30

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi

Table 11. Kecepatan standar, minimum dan maksimum pada saluran tersier dan kuarter

Saluran	Debit (m <sup>3</sup> /dt)	Kecepatan aliran, m/det		
		Standar	Min.	Mak.
Tersier	≤ 0,25	0,25 – 0,35	0,20	0,60
	≤ 0,15	0,20 – 0,30	0,20	0,60
Kuarter	-	0,15 – 0,25	0,10	0,40

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi.

Langkah-langkah untuk mendimensi saluran:

1. Bila debit rencana sudah diketahui, pilih kecepatan standar seperti pada Tabel 13, kemudian hitung  $A = Q/V$ .
2. Karena perbandingan  $(B/h) = 1$  dan talud  $m = 1$ , maka  $A = h(B + mh) = 2h^2$ , sehingga  $h = \sqrt{A/2}$ .
3. Pilih tipe saluran yang sesuai dari Tabel 6.
4. Hitung gradien hidrolis, dari rumus:

$$S = n^2 \cdot V^2 / R^{4/3}$$

Dimana:  $n = 0,25$ .

$V$  = kecepatan aliran standar, Tabel 7.

$R$  = jari-jari hidrolis.

$S$  = gradien hidrolis.

## 2.9 Karakteristik Fisik Jaringan Irigasi

Kinerja jaringan irigasi dipengaruhi oleh kondisi fisik jaringan dan karakteristik fisiknya. karakteristik ini dapat dilihat dari dua variabel, yaitu kerapatan saluran dan bangunan serta kerumitan jaringan irigasi.

### a. Kerapatan Saluran dan Bangunan

Kerapatan saluran dan bangunan merupakan dua variabel yang umum digunakan sebagai kriteria perancangan irigasi di Indonesia menurut Puspoetardjo dalam Nur (2012). Kerapatan saluran suatu daerah irigasi



dinyatakan sebagai jumlah total panjang saluran pembawa air, dibagi dengan luas daerah yang diairi (m/ha). Sedangkan kkerapatan bangunan dinyatakan sebagai jumlah bangunan yang ada disekitar saluran irigasi dibagi dengan luas daerah yang diairi (unit/ha). Kerapatan saluran dan bangunan mempengaruhi tingkat kemudahan dalam pengelolaan air disuatu daerah irigasi. Efisiensi pembagian air diseluruh lahan yang dilayani memerlukan kerapatan saluran yang cukup. Kerapatan saluran dan bangunan dapat dihitung jika tersedia data panjang saluran pembawa air, jumlah dan macam bangunannya serta luas lahan fungsional yang terdapat dalam satu sistem jaringan irigasi, sebagaimana diformulasikan dalam persamaan berikut

$$KS = S/A$$

$$KB = B/A$$

Keterangan :

KS = Kerapatan Saluran (m/ha)

KB = Kerapatan Bangunan (unit/ha)

S = Panjang Saluran tersier, dan kuarter (meter)

B = Jumlah Bangunan disekitar petakan tersier (unit)

A = Luas Areal fungsional (ha)

Pusposoetardjo dalam Nur (2012) menyatakan bahwa kerapatan saluran pada tingkat tersier yang memadai berkisar antara 50-100 m/ha sedangkan kerapatan bangunan yang memadai berkisar antara 0,11-0,40 unit/ha.

## **2.10 Neraca Air Wilayah**

Konsep neraca air pada dasarnya menunjukkan keseimbangan antara jumlah air yang masuk, yang tersedia dan yang keluar dari suatu sistem tertentu (Prastowo, 2010). Hillel (1972) dalam Paski dkk.(2017) menjelaskan bahwa neraca air sebagai perincian tentang semua masukan, keluaran, dan perubahan simpanan air yang terdapat pada suatu lahan untuk menetapkan total air yang terkandung di dalam tanah yang menentukan perolehan air (surplus atau defisit) dari waktu ke waktu.

Nasir dan Effendi (1999) dalam Paski dkk (2017) menyatakan bahwa curah hujan dan evapotranspirasi yang disertai oleh sifat fisik tanah yang akan memberikan keterangan penting tentang total air yang dapat diperoleh untuk menentukan periode surplus atau defisit air lahan, air yang tidak dapat tertampung dan waktu terjadinya yang keseluruhannya hanya dapat dianalisis melalui perhitungan neraca air. Perhitungan neraca air memungkinkan untuk mengevaluasi dinamika air tanah dan penggunaan air oleh tanaman secara kuantitatif (Lascano, 1991; Brisson et al., 1992; Lascano, 2000 dalam Djufry, 2012), memantau cekaman air pada tanaman (Doraiswamy et al., 1982 dalam Djufry, 2012) dan mengevaluasi penerapan sistem pertanian irigasi

pada kondisi iklim tertentu (Binh et al., 1994 dalam Djufry, 2012), dan menghitung ketersediaan air secara spasial pada suatu wilayah (Latha et al., 2010 dalam Djufry, 2012). Neraca air sangat berhubungan dengan curah hujan, suhu permukaan dan evapotranspirasi. Chang (1968) menjelaskan dalam perhitungan neraca air lahan, variabel yang selalu berubah adalah curah hujan. Neraca air wilayah atau neraca air lahan merupakan neraca air untuk penggunaan lahan pertanian secara umum. Neraca air wilayah juga berfungsi untuk mempertimbangkan kesesuaian lahan pertanian, mengatur jadwal tanam dan panen, serta mengatur pemberian air irigasi dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Perhitungan neraca air lahan atau wilayah diambil melalui proses ArcSWAT. *Soil and Water Assesment Tool* (SWAT) adalah salah satu model hidrologi yang dikembangkan untuk melakukan perkiraan dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi, dan jumlah bahan kimia pada suatu area DAS dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama (Neitsc et al, 2005 dalam Febrianti, 2018).

## **2.11 Kebutuhan Air Tanaman**

Menurut Priyambodo (1983) kebutuhan air tanaman adalah total kebutuhan air yang akan disediakan untuk lahan pertanian tersier atau ke jaringan irigasi yang merupakan kebutuhan air tanaman atau air yang diperlukan untuk pengolahan tanah atau disebut juga kebutuhan air di lapangan. Kebutuhan air tanaman dapat diartikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada periode tertentu untuk dapat tumbuh dan memproduksi secara normal. Kebutuhan air tanaman meliputi pemenuhan kebutuhan air untuk keperluan pertanian secara umum. Kebutuhan air bagi tanaman, didefinisikan sebagai tebal air yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal luas, pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik, sehingga secara potensial tanaman akan memproduksi secara baik.

### **2.11.1 Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi didefinisikan oleh Asdak (1995) bahwa evapotranspirasi gabungan dari evaporasi dan transpirasi, tidak hanya dipengaruhi oleh faktor iklim tetapi juga dipengaruhi oleh faktor fisiologi vegetasi. Evapotranspirasi juga sebagai parameter dalam menghitung neraca air, informasi tentang evapotranspirasi sangat penting dalam memahami interaksi daratan-tumbuhan-atmosfer. Evapotranspirasi memiliki dua jenis yaitu evapotranspirasi potensial atau ETP dan evapotranspirasi aktual atau ETC.

Nilai evapotranspirasi bisa ditentukan melalui pengukuran langsung maupun perhitungan. Cara sederhana pengukuran evapotranspirasi dapat dilakukan secara langsung menggunakan Lysimeter (Aditya, 2017). Tetapi Lysimeter kurang praktis karena harus dipasang dengan peralatan dan instalasi khusus serta bersifat permanen maka penggunaannya kurang praktis dan memerlukan biaya sehingga dilakukan dengan berbagai cara pendekatan menggunakan persamaan empiris untuk menentukan nilai evapotranspirasi

Persamaan empiris evapotranspirasi diantaranya metode *Thornthwaite*, *Blaney-Criddle*, *Samani-Hargraves*, *Prestley-Taylor*, *Jansen-Haise*, *Penman*, dan *Penman-Monteith*. Pendugaan evapotranspirasi dengan persamaan empiris metode *Thornthwaite* hanya menggunakan data suhu rata – rata bulanan, sedangkan metode *Blaney-Criddle*, *Prestley-Taylor*, dan *Penman* harus memiliki data yang cukup banyak seperti suhu, radiasi, kecepatan angin, kelembaban udara sehingga meskipun hasilnya lebih akurat namun sulit diaplikasikan di wilayah yang tidak memiliki data iklim yang lengkap sehingga dapat memperlambat dalam penyajian data (Mahbub, 2015).

Untuk menduga ETP menggunakan metode (Thornthwaite, 1948) dapat menggunakan rumus. Rumus ini berlaku untuk suhu rata – rata bulanan ( $t \leq 26,5$  °C) yaitu menggunakan rumus

$$ETP (t \leq 26,5^{\circ}\text{C}) = 1,6 (10 t/I)^a \dots\dots\dots \text{Pers 1}$$

Keterangan:

ETP : evaporasi potensial bulanan (cm/bulan)

t : suhu rata – rata bulanan (°C)

I : akumulasi indeks panas dalam setahun, diperoleh dengan rumus

$$I = \sum_{i=1}^{12} (t/5)^{1,514} \dots\dots\dots \text{Pers 2}$$

a :  $0,000000675 I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$

F : faktor koreksi terhadap panjang hari dari letak lintang (diperoleh dari tabel)

Sedangkan untuk suhu rata – rata bulanan ( $t \geq 26,5$  °C) menggunakan rumus

$$ETP (t \geq 26,5^{\circ}\text{C}) = 0,0433 t^2 + 3,2244 t - 41,545 \dots\dots\dots \text{Pers 3}$$

Setelah mendapatkan nilai ETP dari rumus diatas tersebut belum dikoreksi dengan faktor kedudukan matahari atau faktor lintang (F). Sehingga perhitungannya menjadi

$$ETP (\text{terkoreksi}) = ETP \times F \dots\dots\dots \text{Pers 4}$$

### 2.11.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif berdasarkan besarnya  $R_{80}$  yang merupakan curah hujan yang besarnya dapat dilampaui sebanyak 80% atau dengan kata lain bahwa besarnya curah hujan yang lebih kecil dari  $R_{80}$  mempunyai kemungkinan hanya 20%. Jika dinyatakan dalam rumus adalah sebagai berikut:

$$R_{80} = m / (n + 1) \text{ atau } m = R_{80} \times (n + 1) \dots\dots\dots \text{Pers 5}$$

Keterangan:

$R_{80}$  = curah hujan sebesar 80%

$m$  = jumlah data

$n$  = rangking curah hujan yang dipilih

Digunakan curah hujan 20% tidak terpenuhi pada data ke- $m$  dimana:

$$m = n / 5 + 1 = 20 / 5 + 1 = 5 \dots\dots\dots \text{Pers 6}$$

$n$  : jumlah data

$m$  : rangking data pada saat curah hujan 20% tidak terpenuhi

### 2.11.3 Pola Tanam

Penentuan pola tanam sangat perlu dipertimbangan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman . Tabel berikut merupakan tabel pola tanam yang dapat dipakai

Table 12. Pola tanam

Ketersediaan air untuk jaringan irigasi	Pola tanam dalam satu tahun
Tersedia air cukup banyak	Padi – Padi – Palawija
Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi – Padi – Bera Padi – Palawija – Palawija
Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi – Palawija – Bera Palawija – Padi – Bera

Sumber : Sidharta, 1997.

### 2.11.4 Penggunaan Konsumtif (*Consumptive Use*)

Jumlah air yang dipakai oleh tanaman dalam proses fotosintesis dari tanaman tersebut merupakan definisi dari penggunaan konsumtif. Untuk menghitung besarnya kebutuhan air bagi tanaman (Etc) didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$ET_c = ET_o \times K_c \dots\dots\dots \text{Pers 7}$$

dimana:

$ET_c$  = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

$ET_o$  = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

$K_c$  = Koefisien tanaman (mm/hari)

Koefisien tanaman padi memiliki 2 metode perhitungan yaitu berdasarkan tabel Nedeco/Prosida dan FAO.

Table 13. Koefisien tanaman padi

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa
0,5	1,2	1,2	1,1	1,1
1	1,27	1,2	1,1	1,1
1,5	1,33	1,32	1,05	1,1
2	1,3	1,4	1,05	1,1
2,5	0	1,35	0,95	1,1
3		1,24	0	1,05
3,5		1,12		0,95
4		0		0

Sumber : Dirjen Perairan, Bina Program PSA 010, 1985.

Sedangkan koefisien tanaman palawija hanya menggunakan tabel FAO.

Table 14. Koefisien tanaman palawija

Tanaman	Masa tumbuh (hari)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Kedelai	85	0,5	0,75	1,0	1	0,82	0,45		

Sumber : FAO, 1975.

Adanya perubahan prioritas dalam pengembangan komoditas tanaman pangan, secara nasional prioritas pertama adalah padi, jagung, kedelai, dan ubi kayu.

Table 15. Produktivitas tanaman kedelai pada tahun terbaru

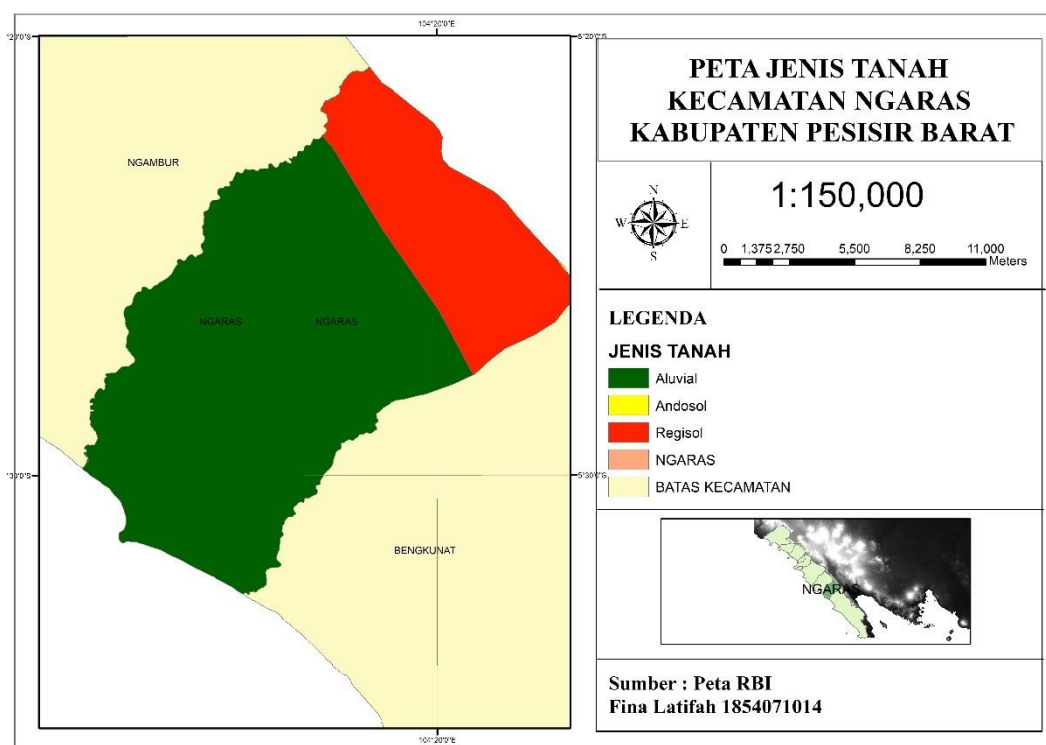
Wilayah	Produktivitas			Rerata
	2013	2014	2015	
Provinsi Lampung	12,35	12,12	11,67	12,04
Pesisir Barat	11,47	12,46	14,24	12,72

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2021.

Rerata produktivitas kedelai di Provinsi Lampung setiap tahun nya menurun tetapi di Kabupaten Pesisir Barat selalu meningkat sehingga tanaman palawija di Kabupaten Pesisir Barat yang berpotensi untuk dikembangkan.

### 2.11.5 Perkolasi

Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Pada tanah – tanah lempung berat dengan karakteristik pengelolaan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah – tanah yang lebih ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi.



Gambar 5. Peta Jenis Tanah Kecamatan Ngaras

Gambar peta diatas merupakan gambar peta jenis tanah yang dibuat dengan menggunakan aplikasi GIS atau *ArcGIS (Geographic Information System)* dengan mengambil sumber data peta dari RBI wilayah provinsi lampung yang kemudian diperkecil untuk mendapatkan peta wilayah kabupaten dan kecamatan diatas. Untuk menentukan jenis tanah tersebut yaitu menggunakan atribut-atribut yang ada di dalam aplikasi GIS tersebut.

Table 16. Laju perkolasi dari berbagai jenis tanah

No.	Jenis Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1.	<i>Sandy loam</i>	3-6
2.	<i>Loam</i>	2-3
3.	<i>Clay</i>	1-2

Sumber : Soemarto, 1987.

## 2.12 Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu.

Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk kebutuhan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk kebutuhan air minum dan industri tentu saja dibutuhkan probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% hingga 95% (Soemarto, 1987). Makin besar persentase probabilitas debit andalan nya berarti menunjukkan bahwa penting pemakaiannya dan menunjukkan prioritas pemberian air. Sehingga debit andalan dapat juga disebut sebagai debit minimum pada tingkat peluang tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan penyediaan air.

Untuk menghitung debit andalan dapat menggunakan beberapa metode, salah satu cara yang cukup teliti dan cermat adalah menggunakan *Geographic Information System (GIS)*. Terdapat banyak sekali perangkat lunak GIS yang dapat digunakan untuk memperhitungkan dan mengkaji kondisi hidrologi serta perubahan tata guna lahan suatu wilayah. Salah satu software tersebut adalah *Soil and Water Assessment Tools* (Neitsch et al, 2004).

Kemudian dihitung tingkat keandalan debit tersebut yang dapat terjadi berdasarkan probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull (Soemarto, 1995).



$$P = m/(n + 1) \times 100\% \dots\dots\dots \text{Pers 13}$$

Dengan:

P = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

m = Nomor urut kejadian, dengan urutan variasi dari besar ke kecil

n = Jumlah data

Dengan demikian pengertian debit andalan 80% adalah berdasarkan pada nilai debit yang mendekati atau sama dengan nilai probabilitas (P) 80%.

### **2.13 Analisis Neraca Air Irigasi**

Neraca air irigasi merupakan perbandingan dari ketersediaan air irigasi dan kebutuhan air irigasi. Neraca air irigasi dapat ditinjau dari dua kondisi yaitu kondisi pada saat musim hujan dan pada saat musim kemarau. Dengan neraca air ini diharapkan dapat diketahui potensi sumber daya air suatu daerah dan tingkat kekritisannya. Apabila debit tersedia pada saluran inlet melimpah, maka luas daerah irigasi akan terpenuhi kebutuhannya, apabila debit pada saluran inlet terjadi kekurangan air irigasi, terdapat tiga pilihan yang harus dipertimbangkan yaitu luas daerah irigasi dikurangi, melakukan modifikasi dalam pola tanam, rotasi atau golongan (Triatmodjo, 2000).

### **2.14 Aplikasi SIG pada Bidang Pertanian**

Kegunaan Sistem Informasi Geografis digunakan dalam beberapa bidang ilmu salah satunya adalah untuk memetakan kesesuaian lahan terutama untuk lahan pertanian. Dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis pengolahan analisis data bisa secara digital dan lebih cepat serta lebih baik dengan jumlah penyimpanan data yang relatif lebih besar dari data manual. Sistem Informasi Geografis atau biasanya juga sering disebut dengan Sistem Informasi Geospasial adalah suatu sistem informasi yang digunakan untuk menyusun, menyimpan, merevisi serta menganalisa data dan atribut yang bereferensi kepada lokasi atau posisi obyek – obyek di bumi (Sukarsa, 2009).

Hal ini berarti data atau informasi yang bereferensi kepada lokasi atau posisi obyek – obyek di bumi diibaratkan sebagai data atau informasi spasial, sementara atribut menggambarkan karakteristik dari data spasial tersebut. Lebih jelasnya, komponen – komponen data spasial meliputi posisi/lokasi geografis, data atribut, hubungan spasial dan waktu.

Sistem Informasi Geografis juga dapat didefinisikan suatu sistem yang berbasis komputer yang memberikan kemampuan untuk menangani data bereferensi geografis meliputi pemasukan, pengelolaan, manipulasi dan analisis serta output data (Aronof,1989). Data dalam Sistem Informasi Geografis dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu data spasial dan data non spasial. Data spasial merupakan data yang memuat tentang lokasi suatu objek dalam peta berdasarkan posisi geografi objek tersebut di dalam bumi dengan menggunakan sistem koordinat. Data spasial mempunyai dua elemen dasar, antara lain : (Ulfiyah, 2010 dalam Budiyanto, 2016).

- Lokasi

Lokasi umumnya mengacu pada letak geografi suatu objek dalam sistem koordinat bumi, akan tetapi kode geografi lainnya juga dapat dipergunakan. Sebagai contoh, kode pos.

- Atribut

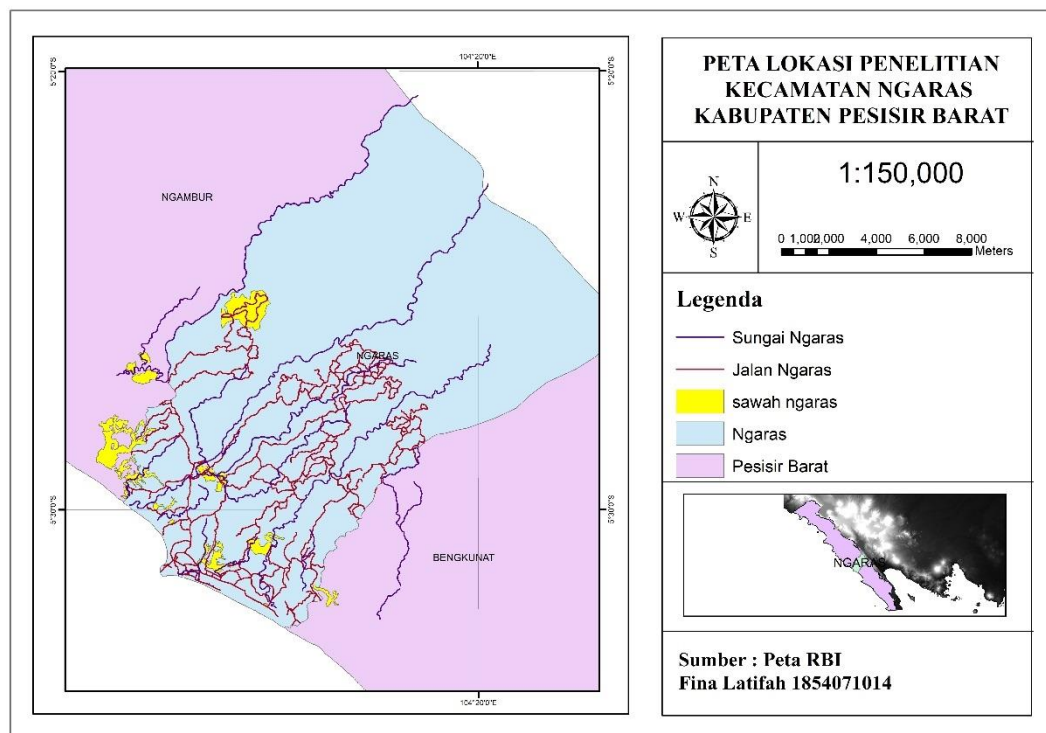
Atribut merupakan karakteristik atau ciri dasar dari suatu objek, contoh nama lokasi, jenis kelamin dan lain-lain.

Sedangkan data non spasial merupakan data yang merepresentasikan aspek – aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya. Data ini sering disebut juga data atribut. Dalam suatu peta, atribut biasanya disajikan sebagai teks atau legenda peta.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Januari 2022 sampai dengan Maret 2022, di Laboratorium Teknik Sumberdaya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini mengambil data di Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat akan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

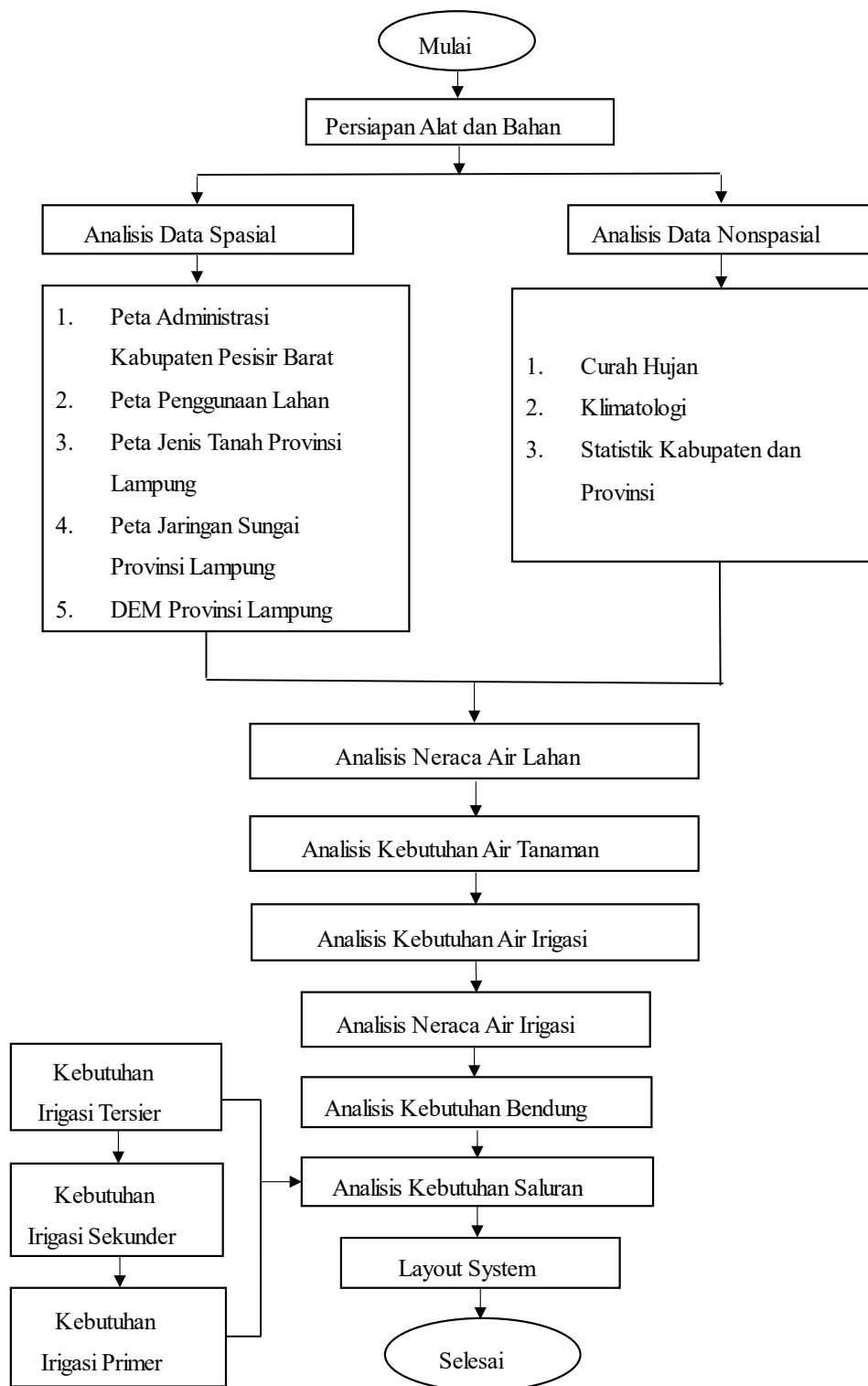
1. Laptop RAM 4 GB
2. *Software ArcGis 10.2*
3. *Software Microsoft Office*
4. *Software Microsoft Excel*
5. *SWAT 2012*

Sedangkan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder meliputi:

1. Data Spasial yaitu:
  - Peta Administrasi pemerintahan Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat
  - Peta penggunaan lahan
  - Peta jenis tanah Provinsi Lampung
  - Peta jaringan sungai Provinsi Lampung
  - DEM Provinsi Lampung
2. Peta Data Non Spasial yaitu:
  - Data curah hujan 2000-2020 Wilayah Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat
  - Data klimatologi tahun 2000-2020
  - Data Statistik Kabupaten Pesisir Barat dan Provinsi

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang akan dijelaskan menggunakan diagram alir sebagai berikut pada Gambar 6.



Gambar 7. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

### 1. Tahap Persiapan Alat

Tahap persiapan alat yaitu mempersiapkan semua alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu laptop kapasitas RAM 4 GB, peralatan tulis, *software* Microsoft Office, Microsoft Excel, *SWAT* 2012 dan ArcGIS 10.2.

### 2. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data yaitu mengumpulkan data melalui data spasial dan data nonspasial. Dari pengumpulan data melalui data spasial didapatkan peta administrasi Kabupaten Pesisir Barat, peta penggunaan lahan, peta jenis tanah Provinsi Lampung, peta jaringan sungai Provinsi Lampung, DEM area Provinsi Lampung. Sedangkan untuk pengumpulan data non spasial yaitu hasil data statistik Kabupaten dan Provinsi, data curah hujan dan klimatologi.

### 3. Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap analisis dan interpretasi data yaitu ada beberapa data yang akan dianalisis yaitu;

#### 1. Analisis neraca air wilayah/lahan

Analisis neraca air wilayah dilakukan dengan pendekatan model *SWAT (Soil and Water Assessment Tools)* menggunakan *software* berbasis GIS (*Geographic Information Systems*) yaitu ArcGIS 10.2.

#### 2. Analisis kebutuhan air tanaman

Analisis kebutuhan air tanaman pada penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Thornthwaite dengan perhitungan beberapa rumus berikut:

- Evapotranspirasi

$$ETP (t \leq 26,5^{\circ}C) = 1,6 (10 t/I)a$$

$$ETP (t \geq 26,5^{\circ}C) = 0,0433 t^2 + 3,2244 t - 41.545$$

$$ETP (\text{terkoreksi}) = ETP \times F$$

Keterangan:

ETP : evapotranspirasi potensial bulanan (cm/bulan)

t : suhu rata – rata bulanan ( $^{\circ}C$ )

I : akumulasi indeks panas dalam setahun, diperoleh dengan rumus

$$I = \sum_{i=1}^{12} (t/5) 1,514$$

$$a : 0,000000675 I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$$

F : faktor koreksi terhadap panjang hari dari letak lintang  
(diperoleh dari tabel)

- Penggunaan konsumtif

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Keterangan:

$ET_c$  = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

$ET_o$  = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

$K_c$  = Koefisien tanaman (mm/hari)

### 3. Analisis kebutuhan air irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi pada penelitian ini dihitung menggunakan beberapa rumus sebagai berikut:

- Penyiapan lahan

$$IR = (M e^k) / (e^k - 1)$$

$$M = E_0 + P$$

$$k = (M \times T) / S$$

Keterangan:

IR : Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, mm/hari.

M : Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi sawah yang sudah dijenuhkan, mm/hari.

$E_0$  : Evaporasi air terbuka yang diambil 1, 1  $ET_o$  selama penyiapan lahan.

P : Perkolasi, mm/hari.

T : Jangka waktu penyiapan lahan, hari.

S : Kebutuhan air, mm. Untuk kejenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni  $200 + 50 = 250$  mm, atau jika tanah dibiarkan selama jangka waktu yang lama (2,5 bulan atau lebih) maka nilai S diambil 300 mm.

e : bilangan eksponen (2, 7182).

- Pertumbuhan

NFR tanaman padi

$$NFR = ET_c - Re + P + WLR$$

Saluran primer:

$$NFR = (ET_c - Re + P + WLR) 1,10$$

NFR tanaman palawija

$$NFR = ET_c - Re$$

Saluran primer

$$NFR = (ET_c - Re) 1,10$$

Keterangan:

NFR = *Net Field Water Requirement* (kebutuhan dasar air sawah)

(lt/dt/ha)

ET<sub>c</sub> = Penggunaan air konsumtif tanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)

#### 4. Analisis Neraca Air Irigasi

Neraca air irigasi merupakan perbandingan dari ketersediaan air irigasi dan kebutuhan air irigasi. Apabila debit tersedia pada saluran inlet melimpah, maka luas daerah irigasi akan terpenuhi kebutuhan airnya, apabila debit pada saluran inlet terjadi kekurangan air irigasi, terdapat tiga pilihan yang harus dipertimbangkan yaitu luas daerah irigasi dikurangi, melakukan modifikasi dalam pola tanam, rotasi atau golongan

#### 5. Analisis Debit Andalan

Dilakukan dengan metode pendekatan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tools*) dengan memperhatikan karakteristik data hidrologi dan *output* berupa debit data selama 20 tahun. Perhitungan debit andalan bertujuan untuk menentukan areal persawahan yang dapat diairi. Perhitungan debit andalan yang digunakan paada penelitian ini yaitu cara analisis *water balance* dari SWAT berdasarkan data curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah pengairan.



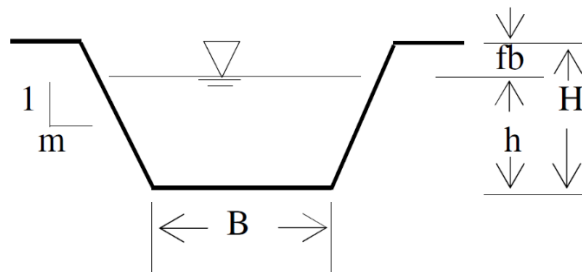
## 5. Analisis Kebutuhan Bendung

Analisis kebutuhan bendung pada penelitian ini yaitu dengan menentukan bangunan utama bendung, menentukan dimensi bendung, yaitu tinggi dan lebar bendung, kemudian setelah didapatkan maka selanjutnya dapat menentukan analisis kebutuhan saluran.

## 6. Analisis Saluran Irigasi

- Menentukan dimensi saluran primer dan sekunder

Saluran direncanakan sebagai saluran terbuka yang berbentuk trapesium.



Gambar 3. Penampang saluran primer dan sekunder

Unsur-unsur geografis dari penampang saluran yang berbentuk trapesium adalah:

$A$  = luas penampang basah,  $m^2$

$$= h(B + m.h)$$

$P$  = keliling basah,  $m$

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

$R$  = jari-jari hidrolis,  $m$

$$= A : P$$

$$= \{h (B + m.h)\} : \{B + 2h \sqrt{1 + m^2}\}$$

$Q$  = debit saluran,  $m^3/det$

$$= V.A$$

Aliran yang terjadi di dalam saluran dianggap sebagai aliran seragam (*uniform flow*). Dipakai rumus *manning*:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad S = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

Dimana:

$V$  = kecepatan rata-rata aliran, m/det

$n$  = nilai koefisien kekasaran Manning

$R$  = jari-jari hidrolis, m

$S$  = kemiringan salura

Debit yang mengalir di dalam saluran, dapat dihitung menurut rumus kontinuitas.

$$Q = A.V$$

Dimana:

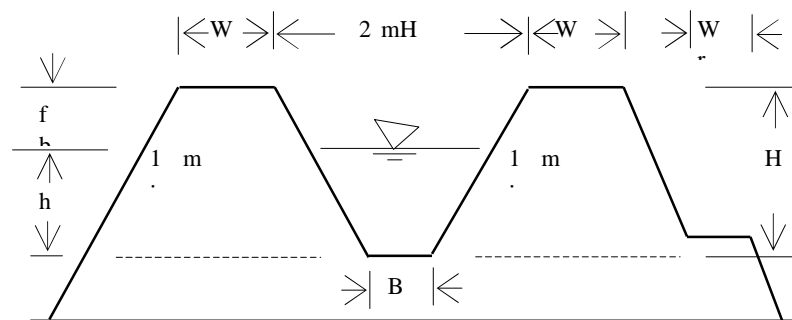
$Q$  = debit air yang mengalir, m<sup>3</sup>/det

$A$  = luas penampang basah saluran, m<sup>2</sup>

$V$  = kecepatan rata-rata aliran, m/det

$R$  = gradien hidrolis

- Menentukan dimensi saluran primer dan sekunder



Gambar 4. Bentuk penampang saluran tersier-kuarter

Langkah-langkah untuk mendimensi saluran:

1. Bila debit rencana sudah diketahui, pilih kecepatan standar seperti pada Tabel 7, kemudian hitung  $A = Q/V$ .
2. Karena perbandingan  $(B/h) = 1$  dan talud  $m = 1$ , maka  $A = h (B + mh) = 2 h^2$ , sehingga  $h = A/2$ .
3. Pilih tipe saluran yang sesuai dari Tabel 6.
4. Hitung gradien hidrolis, dari rumus:

$$S = n^2 \cdot V^2 / R^{4/3}$$

Dimana:

$n = 0,25$ .

$V$  = kecepatan aliran standar, Tabel 7.

$R$  = jari-jari hidrolis.

$S$  = gradien hidrolis.

#### 6. Lyout system

Penyajian hasil ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, skema dan peta.

Kemudian selanjutnya yaitu mendesain lyout system saluran saluran irigasi beserta dimensi bendungnya, dan menghitung potensi kebutuhan irigasi pada tiap saluran.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada hasil simulasi neraca air lahan menunjukkan bahwa terjadi ketersediaan air yang cukup pada bulan Januari hingga bulan Juni. Kemudian pada bulan Juli hingga bulan September menunjukkan bahwa terjadi kekurangan air pada 3 bulan tersebut karena nilai curah hujan lebih rendah dibandingkan dengan nilai evapotranspirasi potensial.
2. Kebutuhan air irigasi padi dan palawija hasil simulasi sebesar 216,76 ha dapat mencapai luas optimal setelah dibangunnya bendung yaitu dengan penambahan release sebesar 0,658 m<sup>3</sup>/det dan dengan diperoleh indeks pertanaman 270%.
3. Sarana irigasi berupa peta-peta pendukung yaitu peta lokasi penelitian, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, peta kemiringan lereng, peta deskripsi DAS, skema jaringan dan bangunan irigasi. Adapun Prasarana irigasi yang dibutuhkan berupa sumber air dari sungai Way Tembulih, bangunan Bendung dan pelengkapannya beserta saluran dan bangunan-bangunan irigasi lainnya irigasi.

### **5.2 Saran**

Setelah didapatkan hasil pada penelitian ini, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu memaksimalkan perencanaan infrastruktur sarana dan prasarana jaringan irigasi lebih lengkap lagi sampai ke pembagian pintu-pintu air atau boks-boks bagi agar dapat menyalurkan jumlah air yang tersedia untuk selanjutnya dibagikan secara merata ke seluruh areal pertanian serta meningkatkan indeks pertanaman optimum dalam setahun bisa mencapai 3 kali penambahan (3 tahun) dan menggunakan tanaman palawija yang lain yang ada di Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Fanny Putri dan Berliana Sinta Sipayung. 2017. Evapotranspirasi Potensial DAS Cimanuk Menggunakan Parameter Temperatur Berbasis Data MODIS. *Berita Dirgantara*. Vol 18 (1) : 29-36.
- Anonim. 2017. *Sejarah Kabupaten Pesisir Barat*. pesisirbaratkab.go.id. Akses 7 Oktober 2020.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publications. Ottawa.
- Asdak. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Tanaman Padi Provinsi Lampung*. www.bps.com. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2020 pukul 14.43.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Produktivitas Tanaman Kedelai Provinsi Lampung*. www.bps.com. Diakses pada tanggal 13 Januari 2021 pukul 19.56.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Produktivitas Tanaman Kedelai Kabupaten Pesisir Barat*. www.bps.com. Diakses pada tanggal 13 Januari 2021 pukul 20.10.
- Chang, J. H. 1968. *Climate and Agriculture*. An Ecology Survey. Aldine Publ. Co. Chicago.

- Chouw, V.T. & Nensi Rosalina, 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dinas Pertanian Kabupaten Pesisir Barat. 2017. Demografis Kabupaten Pesisir Barat. Pesisirbaratkab.go.id. Diakses pada 15 Desember 2020
- Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP 01*. Galang Persada. Bandung.
- Dirjen Sumber Daya Air. 2013. Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01. Kementerian Pekerjaan Umum.
- FAO. 1975. Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage. Paper 24. Rome.
- Haz, Zainullah. 2000. Laporan Tugas Akhir. *Analisis Imbangan Air pada Lahan Pantai di Daerah Irigasi Bendung Pekik Jamal*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hadihardaja, J.. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Kopertis. Jakarta.
- Hillel, D. 1972. *The field water balanced and water use efficiency*. Optimizing the Soil Physical Environment Toward Greater Crop Yields. Academic Press. New York.
- Kab. Pesisir Barat. 2016. *Sejarah Kabupaten Pesisir Barat*. pesisirbaratkab.go.id. Akses pada 7 Oktober 2020 pukul 19.35.
- Mahbub, M. Ir. M.P. 2015. *Pendugaan Evapotranspirasi (ETP) Metode Thornthwaite*. Unlam. Banjarmasin.

- Mawardi E., dan Moch. Memed., 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Alfabeta. Bandung.
- Mawardi E. 2010. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Alfabeta. Bandung.
- Muhyidin, Endin. 2000. *Perencanaan Kebutuhan Air Irigasi untuk Tanaman Padi dan Palawija pada Daerah Irigasi Pekik Jamal*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Nasir A.N, dan S. Effendy. 1999. *Konsep Neraca Air Untuk Penentuan Pola Tanam*. Kapita Selekta Agroklimatologi Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan IPA. Institut Pertanian Bogor
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., dan William, J.R. 2005. *Soil and water Assessment Tool Theoretical Documentation*. Agriculture Research Service and Texas Agriculture Experiment Station. Texas.
- Noerhayati, E. 2015. *Model Neraca Air Daerah Aliran Sungai Dengan Aplikasi Minitab*. BPFE Universitas Islam Malang. Malang.
- Nur, Z dkk. 2012. Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Tingkat Tersier Unit Pelayanan Teknis Pengairan Kota Metro Daerah Irigasi Sekampung Batanghari. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung., Vol. 1, No 1 : hlm 37-42*.
- Paizan Lulu Muhamad. 2020. *Perencanaan Bendung untuk Memenuhi Kebutuhan Air Baku pada Dusun Batulayar Kabupaten Lombok Barat. Nusa Tenggara Barat. Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Mataram. Yogyakarta
- Purwanto, jazaul ikhsan. 2005. *Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Bendung Mrincani. Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta

- Priyambodo. 1983. *Diktat Kuliah Irigasi I*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Sumatera Utara.
- Rafi, Z., and Ahmad, R. 2005. *Wheat Crop Model Based on Water Balance for Agrometeorological Crop Monitoring*. Pakistan Journal of Meteorology 2:23-33
- Rahmawanto Fajar,Ahmad Busiri. 2015. Perencanaan Bendungan Bendo Ponorogo. *Jurnal Karya Teknik Sipil* . 4(4) : 428–438.
- Rahayuningsih, Setyawati. 2001. *Perbandingan Irigasi Air Kontinyu dengan Air Irigasi Golongan di Daerah Irigasi Serayu Kabupaten Daerah Tingkat II Banyumas*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Robert Ch., 1992. *Konstruksi Saluran Irigasi pada Tanah Gambut*. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Riskia, Annisa Cindra. 2021. *Analisis Ketersediaan Air pada DAS Way Tembulih untuk Kebutuhan Air Irigasi Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat*. Universitas Lampung
- River Basin. Pp. 815-820. *In Proceedings of 8 ICSHMO*, Foz do Iguacu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE.
- Salazar, L.F. and G. Poveda. 2006. Validation of Diverse Evapotranspiration Estimation Methods using the Long-term Water Balance in the Amazon
- Sidharta, SK. 1999. *Irigasi dan Bangunan Air*. Gunadarma. Jakarta.
- Soediby. 2003. *Teknik Bendungan*. Pradnya Paramita. Jakarta



- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Subagyono, K., Dariah, A., Kurnia, U., dan Surmaini, E. 2005. Pengelolaan Air pada Tanah Sawah. [Books.google.co.id/books/about/Pengelolaan\\_Air\\_pada\\_Tanah\\_Sawah.html](https://books.google.co.id/books/about/Pengelolaan_Air_pada_Tanah_Sawah.html). Diakses pada 30 Mei 2021.
- Sukarsa, I Made. 2009. Pemetaan Kualitas Pendidikan Di Propinsi Bali Berbasis Spasial. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol 8 (1).
- Siregar Tamin.2020. *Analisa Kebutuhan Air Irigasi pada Bendung Sei Wampu di Kecamatan STABAT Kabupaten Langkat*. Universitas Islam Sumatera Utara. Sumatera Utara
- Standar Perencanaan Irigasi, 1980. *Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP01*. Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Thornthwaite, C.W. 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate American Geographical Society . *Geographical Review*. Vol 38 (1)
- Wibowo Tedy. 2014. *Perencanaan Bendung Tugu Kabupaten Trenggalek*. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Diponegoro. Sema