

**ANALISIS KETERSEDIAAN AIR IRIGASI UNTUK
MEMENUHI KEBUTUHAN TANAMAN PADI**

(Studi Kasus: Daerah Irigasi Tebing Tinggi Kabupaten
Serdang Bedagai)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

EUNIKE GRASIA SIHOMBING
NPM: 178110121



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KETERSEDIAAN AIR IRIGASI UNTUK
MEMENUHI KEBUTUHAN TANAMAN PADI
(Studi Kasus: Daerah Irigasi Tebing Tinggi Kabupaten Serdang
Bedagai)

SKRIPSI


Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

EUNIKE GRASIA SIHOMBING

NPM:178110121

Disetujui,
Dosen Pembimbing


Ir. Nurmaidah, M.T
NIDN: 0108016101

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom.
NIDN: 01050588004


Ketua Prodi Teknik Sipil
Hermansyah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eunike Grasia Sihombing

NPM : 178110121

Judul : **Analisis Ketersediaan Air Irgasi untuk Memenuhi Kebutuhan
Tanaman Padi (Studi Kasus Daerah Irgasi Tebing Tinggi
Kabupaten Serdang Bedagai).**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika di kemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 31 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Eunike Grasia Sihombing
178110121

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eunike Grasia Sihombing
NPM : 178110121
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusiveroyalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“ANALISIS KETERSEDIAAN AIR IRIGASI UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN TANAMAN PADI (Studi Kasus Daerah Irigasi Tebing Tinggi Kabupaten Serdang Bedagai)”**.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 31 Oktober 2022



Eunike Grasia Sihombing

178110121

RIWAYAT HIDUP

1. Informasi Pribadi

Nama : Eunike Grasia Sihombing
NPM : 178110121
Tempat, Tgl Lahir : Aek Nabara, 29 Juni 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Kristen Protestan
Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Negara Gang Jatian Desa Firdaus, Sei Rampah
Program Studi : Teknik Sipil
No. Hp : 0822-1322-8082

2. Data Keluarga

Nama Ayah : Maruli Sihombing
Nama Ibu : Duma Nainggolan
Alamat : Jl. Negara Gang Jatian Desa Firdaus, Sei Rampah

3. Pendidikan

2005-2011 : SD R.A Kartini Sei Rampah
2011-2014 : SMP Perguruan Kristen Methodist Indonesia, Binjai
2014-2017 : SMA Negeri 1 Tebing Tinggi
2017-2022 : Universitas Medan Area

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat karunia dan rahmat-Nya, laporan skripsi dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penelitian bertujuan untuk Mengetahui “**Analisis Ketersediaan Air Irigasi untuk Memenuhi Kebutuhan Tanaman Padi**”.

Selama penyusunan skripsi, banyak rintangan yang didapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi kepada:

1. Kedua Orang Tua dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tulus tiada henti.
2. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penasehat yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Hermansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Seluruh rekan kelas pagi Teknik Sipil Universitas Medan Area angkatan 2017 yang sudah membantu dengan tulus.

Saya menemukan banyaknya kekurangan pada saat pembuatan skripsi. Saya mengharapkan masukan serta kritikan yang bermanfaat untuk mengembangkan skripsi ini. Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam memperlancar penulisan skripsi dan harapannya skripsi ini berguna bagi banyak pembaca, untuk dunia pendidikan terkhususnya dalam bidang teknik sipil.

Medan, 31 Oktober 2022



Eunike Grasia Sihombing

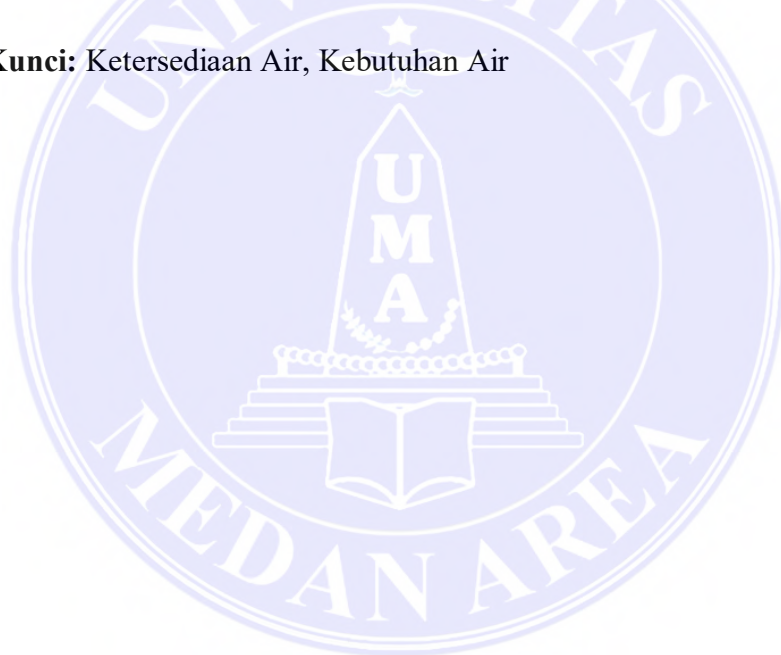
178110211



ABSTRAK

Peningkatan produksi pertanian dan ketahanan pangan secara langsung dipengaruhi dengan memastikan pasokan air yang tepat. Hal tersebut dapat diupayakan untuk dipenuhi, khususnya dengan menggunakan sumber air seperti sungai, waduk, atau sumur bor. Sawah merupakan tempat yang baik untuk produktivitas pertanian. Penelitian bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan ketersediaan air irigasi pada daerah irigasi Tebing Tinggi cukup dan memenuhi kebutuhan air bagi tanaman padi. Penelitian dilaksanakan D.I Tebing Tinggi Kabupaten Serdang Bedagai dengan memfokuskan kepada Stasiun Kampung Rambutan. Data yang dibutuhkan dalam mengetahui ketersediaan air irigasi dan kebutuhan diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika serta Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Serdang Bedagai. Hasil perhitungan diperoleh bahwa curah hujan andalan (R80) yang terbesar terjadi pada bulan Juni sebesar 21.77 mm/hr dan tekecil pada bulan Maret sebesar 0.21 mm/hr. Debit air maksimum terjadi pada bulan Januari sebesar 8.83 m³/det. Kebutuhan air maksimum masa tanam I adalah 4.56 lt/det/ha dan masa tanam II adalah 4.78 lt/det/ha. Pola tanam yang diterapkan adalah masa tanam I adalah 1 September dan masa tanam II adalah 1 Maret.

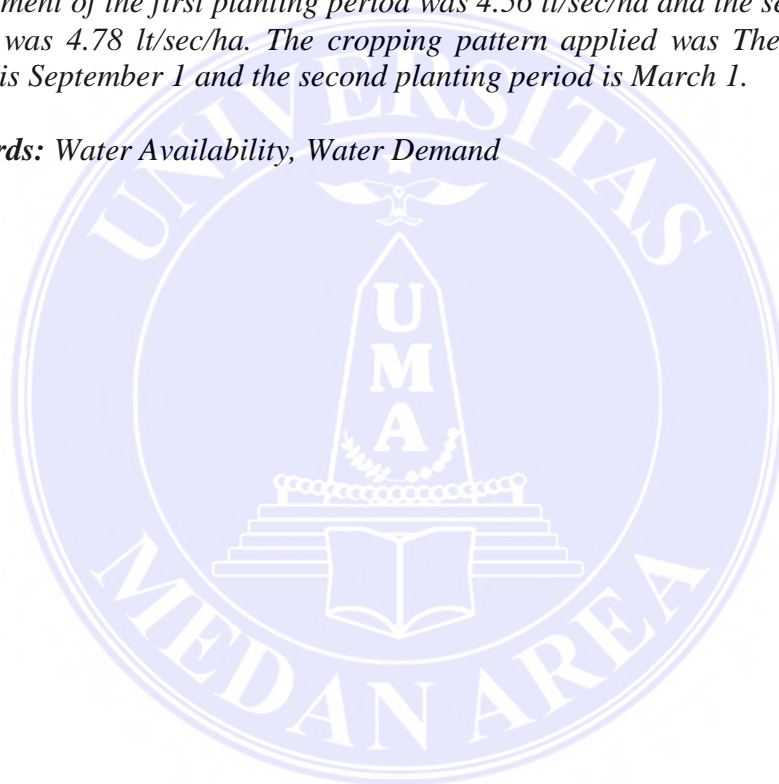
Kata Kunci: Ketersediaan Air, Kebutuhan Air



ABSTRACT

Increased agricultural production and food security are directly affected by ensuring proper water supply. This can be achieved, especially by using water sources such as rivers, reservoirs, or bore wells. Rice fields are a good place for agricultural productivity. The aim of this study is to find out the results of calculating the availability of irrigation water in the Tebing Tinggi irrigation area and meeting the water needs for rice plants. The research was carried out by D.I Tebing Tinggi Serdang Bedagai Regency by focusing on Kampung Rambutan Station. The data needed to determine the availability of irrigation water and demand was obtained from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency and the Public Works Service of Serdang Bedagai Regency. March of 0.21 mm/hr. Maximum water discharge occurred in January of 8.83 m³/sec. Maximum water requirement of the first planting period was 4.56 lt/sec/ha and the second planting period was 4.78 lt/sec/ha. The cropping pattern applied was The first planting period is September 1 and the second planting period is March 1.

Keywords: *Water Availability, Water Demand*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
RIWAYAT HIDUP	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian	1
1.2.1 Maksud Penelitian	2
1.2.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Siklus Hidrologi	6
2.3 Curah Hujan	7
2.3.1 Curah Hujan Kawasan	8
2.3.2 Curah Hujan Rencana	10
2.3.3 Uji Keselarasan Distribusi Hujan	18
2.4 Evapotranspirasi	21
2.5 Ketersediaan Air	23

2.5.1 Debit Andalan Berdasarkan Data Hujan	23
2.5.2 Debit Andalan Berdasarkan Data Debit	25
2.6 Kebutuhan Air Tanaman	26
2.6.1 Penyiapan Lahan	27
2.6.2 Penggunaan Konsumtif	28
2.6.3 Infiltrasi Dan Perkolasi	29
2.6.4 Penggantian Lapisan Air	30
2.6.5 Curah Hujan Efektif	30
2.7 Efisiensi Irigasi	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Lokasi Penelitian	32
3.2 Tahapan Penelitian	33
3.1 Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Penelitian	35
4.1.1 Data Curah Hujan Maksimum	35
4.1.2 Data Curah Hujan Dwi Mingguan	35
4.1.3 Analisis Curah Hujan Efektif	37
4.1.4 Analisis Curah Hujan Kala Ulang	40
4.1.5 Uji Distribusi Curah Hujan	43
4.1.6 Analisis Klimatologi	48
4.1.7 Analisis Ketersediaan Air	55
4.1.8 Analisis Kebutuhan Air	59
4.1.9 Analisis Pola Tanam	65
4.2 Pembahasan	67
4.2.1 Ketersediaan Air Dan Debit Andalan	67
5.2.1 Kebutuhan Air Normal	67

6.2.1 Pola Tanam	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi	7
Gambar 2.2 Cara Thiessen	9
Gambar 3.1 Peta Irigasi Tebing Tinggi	32
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Parameter Reduksi Gauss	11
Tabel 2.2 Nilai Parameter K Distribusi Log Pearson III	13
Tabel 2.3 Standar Deviasi Gumbel (Y_n)	15
Tabel 2.4 Nilai Parameter Reduksi Standar Deviasi (S_n)	16
Tabel 2.5 Nilai Parameter reduksi Variat (Y_{tr}) sebagai periode ulang Gumbel	17
Tabel 2.6 Nilai Distribusi Kritis Metode Smirnov Kolmogorov	18
Tabel 2.7 Nilai Chi Kuadrat Kritis	19
Tabel 2.8 Koefisien Kc tanaman padi	29
Tabel 2.9 Efisiensi irigasi berdasarkan standar perencanaan irigasi	31
Tabel 4.1 Data curah hujan maksimum Stasiun Rambutan	35
Tabel 4.2 Data curah hujan dwi mingguan	36
Tabel 4.3 Data curah hujan bulanan	37
Tabel 4.4 Analisis curah hujan efektif untuk tanaman padi	39
Tabel 4.5 Distribusi Normal	40
Tabel 4.6 Analisis curah hujan kala ulang metode distribusi Normal	40
Tabel 4.7 Parameter curah hujan kala ulang metode distribusi Log Normal	41
Tabel 4.8 Hasil analisis curah hujan kala ulang dengan metode distribusi Log Normal	41
Tabel 4.9 Parameter curah hujan kala ulang dengan metode distribusi Log <i>Pearson III</i>	42

Tabel 4.10 Hasil Analisis curah hujan kala ulang dengan metode distribusi log <i>Pearson III</i>	42
Tabel 4.11 Parameter curah hujan kala ulang dengan distribusi Gumbel	43
Tabel 4.12 Hasil analisis curah hujan kala ulang dengan distribusi Gumbel	43
Tabel 4.13 Hasil analisis uji distribusi metode <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	44
Tabel 4.14 Uji Distribusi <i>Chi Kuadrat</i>	45
Tabel 4,15 Distribusi Frekuensi	45
Tabel 4.16 Simpangan Baku	46
Tabel 4.17 Tepi bawah dan tepi atas kelas	46
Tabel 4.18 Nilai Z menggunakan tepi atas dan tepi bawah	47
Tabel 4.19 Data Klimatologi	48
Tabel 4.20 Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman Modifikasi	53
Tabel 4.21 Ketersediaan air	57
Tabel 4.22 Kebutuhan Air	60
Tabel 4.23 Pola Tanam	66

DAFTAR NOTASI

R	= curah hujan wilayah (mm)
N	= jumlah titik pengamatan
R_1, R_2, \dots, R_n	= curah hujan tiap titik pengamatan (mm)
P	= tinggi curah hujan rata-rata daerah
P_1, P_2, \dots, P_n	= curah hujan yang tercatat di pos penakar
A_1, A_2, \dots, A_n	= luas daerah pos penakar hujan
X_T	= curah hujan kala ulang (mm)
\bar{X}	= curah hujan rata-rata (mm)
SD	= standar deviasi (mm)
K_T	= parameter reduksi Gauss Normal
$\text{Log } X_T$	= curah hujan kala ulang distribusi log normal
G	= koefisien kemencengan
Y	= parameter reduksi Gauss Gumbel
Y_n	= standar deviasi Gumbel
S_n	= Reduksi standar deviasi Gumbel
R	= nilai rentang
I	= panjang kelas
E_{to}	= evapotranspirasi
W	= factor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah
R_s	radiasi gelombang pendek (mm/hari)
R_a	= radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luas atmosfer (angka angot)

R_{n1}	= radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)
$f(T)$	= fungsi suhu (°C)
$f(ed)$	= fungsi tekanan uap
$f(n/N)$	= fungsi kecerahan
$f(u)$	= fungsi kecepatan angin (m/det)
$ea-ed$	= perbedaan tekanan uap jenuh dengan uap sebenarnya
RH	= kelembaban udara relative (%)
C	= angka koreksi Penman
R_0	= aliran air rata-rata tahunan (mm/tahun)
ΔSt	= perubahan simpanan air dalam DAS
E	= perbedaan evapotranspirasi potensial dengan terbatas
m	= presentase lahan yang tidak tertutup vegetasi (%)
E_p	= evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
n	= jumlah hari hujan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan produksi pertanian dan ketahanan pangan secara langsung dipengaruhi dengan memastikan pasokan air yang tepat. Hal tersebut dapat diupayakan untuk dipenuhi, khususnya dengan menggunakan sumber air seperti sungai, waduk, atau sumur bor. Sawah merupakan tempat yang baik untuk produktivitas pertanian.

Tanah yang cocok untuk pertanian, termasuk persawahan, mudah dikerjakan, produktif, subur, dan cukup air. Ketinggian daerah di mana tanaman tumbuh berdampak pada pasokan air, dan pengaturan sistem irigasi dimodifikasi untuk memperhitungkan topografi daerah tersebut. Pemberian air yang berlebihan akan mengganggu pertumbuhan tanaman, karena akar pada tanaman akan membusuk dan rusak. Kebutuhan air tanaman dapat dihitung dengan menggunakan data klimatologi, data curah hujan, data tanah, dan data tanaman. Selain itu, perhitungan evapotranspirasi (penguapan pada tanaman) juga sangat penting dalam menentukan kebutuhan air pada perencanaan irigasi.

Kabupaten Serdang Bedagai adalah daerah yang salah satu kecamatannya adalah Tanjung Beringin. Mata pencaharian masyarakat Tanjung Beringin adalah bertani. Maka, untuk menunjang keberhasilan pembangunan pertanian di kecamatan Tanjung Beringin dibentuk sistem irigasi.

Daerah irigasi ini merupakan daerah irigasi yang terletak di desa Tebing Tinggi kecamatan Tanjung Beringin Kabupaten Serdang Bedagai. Daerah irigasi ini memiliki luas 733 Ha, 1 meter diatas permukaan laut dengan aliran air yang

bersumber dari sungai Martebing dengan panjang saluran 26,32 km. Dengan adanya jaringan irigasi ini, diharapkan dapat mengairi areal persawahan seluas 733 Ha. Hal ini juga dapat mempengaruhi hasil produksi tani yang baik bagi para petani setempat.

Daerah irigasi merupakan kesatuan lahan yang memperoleh air dari jaringan irigasi. Daerah irigasi di kecamatan Tanjung Beringin adalah daerah irigasi Tebing Tinggi. Jaringan irigasi memiliki fungsi mengambil air, mengalirkan air, dan membagikan air ke petak-petak sawah. Maka, jaringan irigasi harus dikelola agar mampu bekerja secara efisien dan efektif dalam pemberian air. Irigasi di daerah irigasi Tebing Tinggi adalah jenis irigasi permukaan yang menyebarkan air ke lahan pertanian guna mencukupi kebutuhan air bagi tanaman padi. Kebutuhan air tanaman adalah besarnya jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan tanaman secara normal dalam satu periode tertentu.

Kebutuhan air dapat dikatakan cukup dan memenuhi, apabila ketersediaan air juga terpenuhi dengan baik sehingga diperlukan analisi ketersediaan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman padi.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan pada penelitian ini, meliputi sebagai berikut:

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis ketersediaan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan tanaman padi.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui kebutuhan air normal pada air persawahan irigasi D.I Tebing Tinggi.
2. Untuk mengetahui pola tanam padi pada persawahan D.I Tebing Tinggi.
3. Untuk mengetahui debit air maksimum pada irigasi D.I Tebing Tinggi.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diuraikan:

1. Seberapa besar kebutuhan air normal pada air persawahan D.I Tebing Tinggi?
2. Bagaimana pola tanam yang diterapkan pada persawahan D.I Tebing Tinggi?
3. Seberapa besar debit air maksimum pada irigasi D.I Tebing Tinggi?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diuraikan:

1. Analisis debit andalan hanya menggunakan 1(satu) metode.
2. Data curah hujan yang dipakai hanya 1 (satu) stasiun, yaitu stasiun Rambutan.
3. Analisis evapotranspirasi hanya menggunakan metode Penman Modifikasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketersediaan air irigasi dan kebutuhan air normal pada air persawahan D.I Tebing Tinggi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah salah satu acuan dalam melakukan penelitian. Penelitian-penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya dan dirasa sangat penting untuk penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari antara lain:

1. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan oleh Jelly Ariandi dan Eti Kurniati (2022) mengenai Analisa Ketersediaan Air Irgasi untuk Kebutuhan Tanaman Padi dengan metode *Blaney-Criddle* dan Optimasi Distribusi Air Irgasi dengan metode Dinamik Stokastik. Dalam penelitiannya dilakukan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air pada daerah irigasi di lahan pertanian.
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/7522>
2. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan Nava Ayu Dwi Rosita, Fitria Febri Murnawi, Ririn Tri Astuti, dan Muhammad Safril Muliansyah (2019) mengenai ketersediaan air untuk kebutuhan padi ladang di Kecamatan Kemusu Kabupaten Boyolali. Dalam penelitiannya dilakukan studi perencanaan untuk memprediksi ketersediaan air di Kecamatan Kemusu untuk kebutuhan pada padi ladang di Kecamatan Kemusu menggunakan perhitungan *Software Cropwat 8.0*.
<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/11597>

3. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan Diana Puspa Ramadhan (2021) mengenai Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Citameng II Kabupaten Garut. Dalam penelitiannya dilakukan menganalisis kebutuhan dan ketersediaan air sehingga dapat ditetapkan pola tanam yang efektif untuk daerah irigasi Citameng II seluas 341 ha.

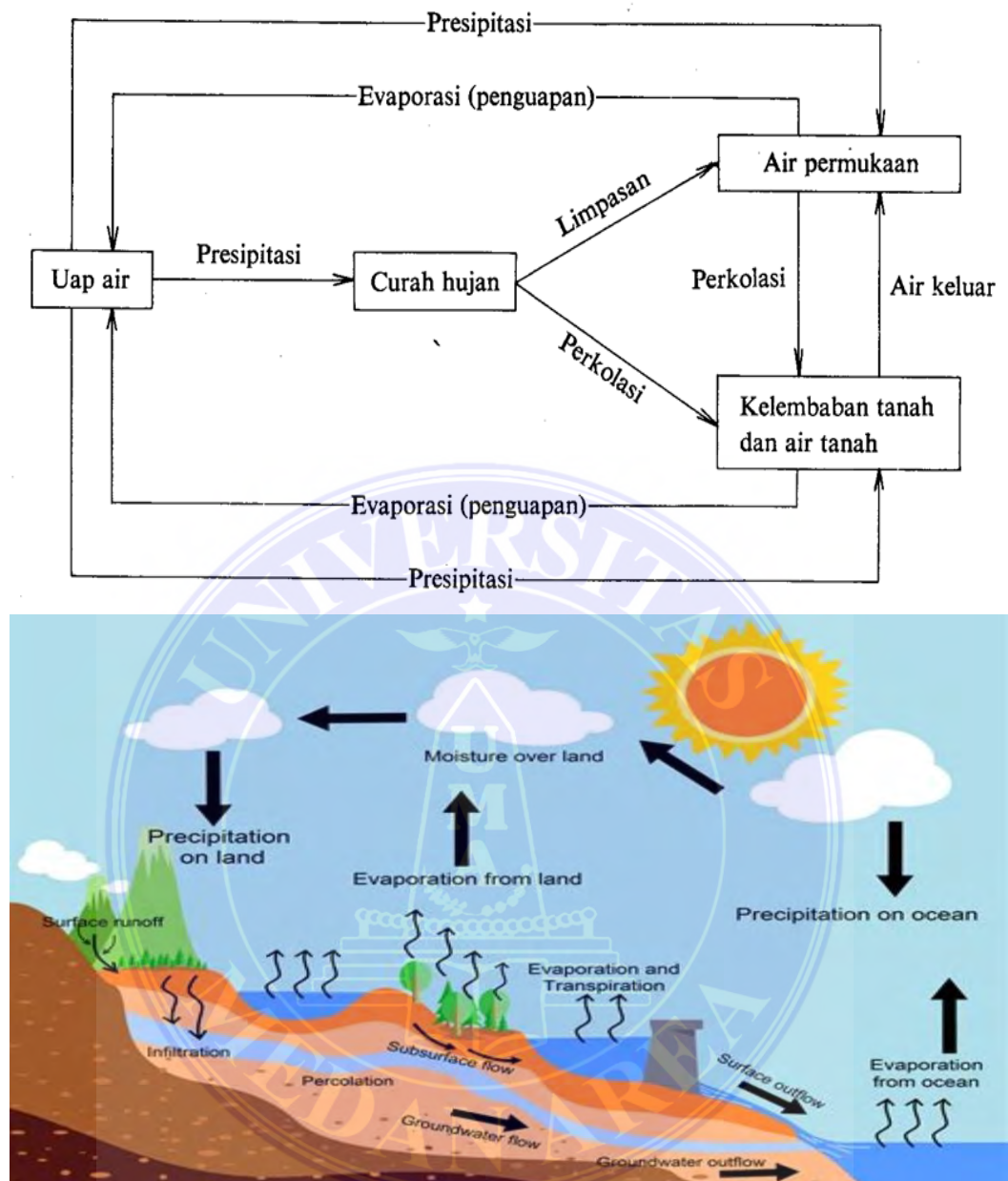
<https://www.jurnal.sttgarut.ac.id/index.php/konstruksi/article/view/1020>

4. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan Gesi Monika Putri (2021) mengenai Analisa Ketersediaan Air Irigasi dalam Memenuhi Kebutuhan Air Tanaman Padi dan Jagung Daerah Irigasi Batang Bayang, Ujuang Gadiang, Pasaman Barat. Dalam penelitiannya dilakukan untuk menghitung evapotranspirasi potensial dan kebutuhan air pada D.I Batang Bayang.

<http://scholar.unand.ac.id/74971/>

2.2 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses dimana air laut mengalami penguapan dan dihembus ke atas daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung ke sungai-sungai dan mengalir langsung ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh ke daratan akan menguap dan meningkatkan kadar uap di atas daratan. Bagian yang lain akan mengalir ke sungai dan selanjutnya mengalir ke laut.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber: Hidrologi untuk Pengairan Jilid 7, Ir. Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 2020

2.3 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh selama dalam periode tertentu dimana dalam pengukurannya menggunakan satuan tinggi berdasarkan volume air hujan dalam satuan luas.

2.3.1 Curah Hujan Kawasan

Curah hujan kawasan adalah curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Tiga cara yang dipakai untuk menghitung curah hujan kawasan:

1. Cara rata-rata aljabar

Pengukuran dengan menggunakan cara rata – rata aljabar dilakukan di beberapa stasiun dengan cara yang bersamaan dengan menjumlahkan lalu dibagi dengan jumlah stasiun.

Nilai curah hujan wilayah ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana:

R = curah hujan wilayah (mm).

n = jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan.

R1, R2, , Rn = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm).

2. Cara Thiessen

Cara thiessen dapat memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara rata-rata aljabar. Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

Curah hujan dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$P = \frac{P_1 \times A_1 + P_2 \times A_2 + \dots + P_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n P_i A_i / \sum_{i=1}^n A_i \dots\dots\dots 2.2$$

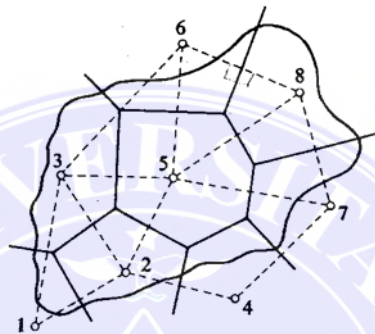
Dimana:

P = tinggi curah hujan rata-rata daerah

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan

A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah pengaruh pos penakar hujan

n = banyaknya pos penakar hujan



Gambar 2.2 Cara Thiessen

Sumber: Hidrologi untuk Pengairan Jilid 7, Ir. Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 2020

3. Cara Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis isohyet tersebut.

Curah hujan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{R_{n-1} + R_n}{2} \times A_n \right) \dots \dots \dots 2.3$$

Dimana:

A = luas daerah tiap pengamatan.

R = curah P stasiun pengamatan (mm).

2.3.2 Curah Hujan Rencana

Hal yang sangat penting dalam pembuatan curah hujan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau baik curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, maupun curah hujan harian. Curah hujan rencana dapat dihitung dengan 4 metode distribusi:

1. Distribusi Normal

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi normal digunakan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \dots\dots\dots 2.4$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots 2.5$$

$$X_T = \bar{X} + K_T S_D \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana:

X_T = Curah Hujan Kala Ulang (mm)

\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata (mm)

S_D = Standar Deviasi (mm)

K_T = Parameter Reduksi Gauss

Tabel 2.1 Nilai Parameter Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, T(tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin, 2004

2. Distribusi Log Normal

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi log normal digunakan persamaan:

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \dots\dots\dots 2.7$$

$$S_{\text{log} X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots 2.8$$

$$\text{Log}X_T = \text{Log}X + K_x S_{\text{Log}X} \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana:

$\text{Log } X_T =$ curah hujan kala ulang (mm)

$\overline{\text{Log } X} =$ curah hujan rata-rata (mm)

$S_{\log X} =$ Standar Deviasi (mm)

$K =$ Parameter Reduksi Gauss

3. Distribusi Log Pearson III

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi log pearson iii digunakan persamaan:

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Log } X_i}{N} \dots\dots\dots 2.10$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots 2.11$$

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K \times S_{\log X} \dots\dots\dots 2.12$$

$$G = \frac{N \times \sum_{i=1}^N (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(N-1) \times (N-2) \times S^3} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana:

$\text{Log } X_T =$ curah hujan kala ulang (mm)

$\overline{\text{Log } X} =$ curah hujan rata-rata (mm)

$S_{\log X} =$ Standar deviasi (mm)

$K =$ parameter reduksi Gauss

$G =$ koefisien kemencengan

Tabel 2.2 Nilai Parameter K Distribusi Log Pearson III

Koef. G	Interval kejadian (recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,120	2,275	3,144	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,449
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,218	2,076	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,558	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,516	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,715	2,051	2,236
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	3,028
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,238	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,532	0,351	0,725	0,795	0,823	0,823	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,796
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: Suripin, 2004

4. Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel digunakan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \dots\dots\dots 2.14$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots 2.15$$

$$X_T = \bar{X} + \left(\frac{Y - Y_n}{S_n}\right) S_x \dots\dots\dots 2.16$$

Dimana:

X_T = Curah Hujan Kala Ulang (mm)

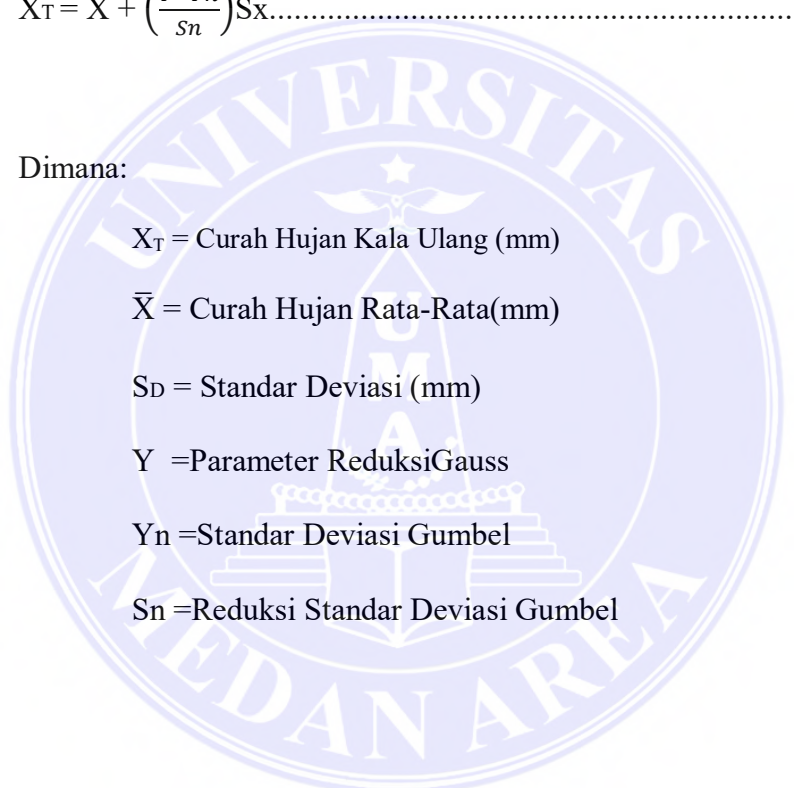
\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata(mm)

S_D = Standar Deviasi (mm)

Y =Parameter ReduksiGauss

Y_n =Standar Deviasi Gumbel

S_n =Reduksi Standar Deviasi Gumbel



Tabel 2.3 Standar Deviasi Gumbel (Yn)

No	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	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5486	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	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

Tabel 2.4 Nilai Parameter Reduksi Standar Deviasi (Sn)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	1,00	1,020	1,03	1,04	1,049	1,056
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,091	1,09	1,10	1,104	1,108
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,128	1,13	1,13	1,136	1,138
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,151	1,15	1,15	1,157	1,159
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,168	1,16	1,17	1,172	1,173
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,180	1,18	1,18	1,183	1,184
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,189	1,19	1,19	1,192	1,193
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,197	1,19	1,19	1,199	1,200
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,203	1,20	1,20	1,205	1,206
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,208	1,20	1,20	1,209	1,209

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

Tabel 2.5 Nilai Parameter Reduksi Variat (Ytr) sebagai Fungsi Periode Ulang Gumbel

Periode Ulang TR (Tahun)	Reduksi Variat, YTR (Tahun)	Periode Ulang, TR (Tahun)	Reduksi Variat, YTR (Tahun)
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,251	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

2.3.3 Uji Keselarasan Distribusi Hujan

Pada perhitungan distribusi curah hujan dengan 4 (empat) metode, dapat menghasilkan curah hujan dengan nilai yang berbeda. Nilai dari setiap hasil distribusi akan diuji dengan metode:

1. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji smirnov kolmogorov merupakan metode statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif, dimana dari dua sampel independen dengan bentuk data ordinal disusun pada tabel distribusi frekuensi kumulatif dengan sistem interval kelas, yaitu pada tabel berikut ini:

Tabel 2.6 Nilai Distribusi Kritis Metode Smirnov Kolmogorov

Jumlah data n	α derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

2. Chi Kuadrat

Untuk menguji keselarasan distribusi hujan dengan metode chi kuadrat digunakan persamaan:

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } n$$

Nilai Rentang (R)

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Panjang Kelas (I)

$$I=R/K$$

Tabel 2.7 Nilai Chi Kuadrat Kritis

dk	A. Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,5586	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801

Lanjutan dari tabel 2.7

16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,683	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

2.4 Evapotranspirasi (Eto)

Evaporasi merupakan proses pertukaran air menjadi molekul uap air di atmosfer yang berasal dari air permukaan bebas. Transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman akibat proses respirasi dan fotosintesis. Perpaduan proses evaporasi dan transpirasi dinamakan evapotranspirasi.

Evapotranspirasi adalah suatu proses yang sangat penting dalam berjalannya siklus air. Siklus air sangat berpengaruh terhadap debit air, besar kapasitas pompa irigasi, dan penggunaannya untuk tanaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya evapotranspirasi:

1. Radiasi matahari, evapotranspirasi merupakan proses konservasi air ke dalam uap air. Perubahan keadaan dari cair menjadi gas memerlukan energi berupa panas yang berasal dari penyinaran langsung dari matahari.
2. Kecepatan Angin, air yang menguap ke atmosfer menyebabkan lapisan batas antara tanah dengan udara menjadi jenuh. Sehingga agar proses evaporasi berjalan dengan baik diperlukan adanya pergantian udara. Maka dari itu kecepatan angin memiliki peran yang sangat penting untuk mengganti lapisan jenuh tersebut.
3. Kelembaban Relatif, salah satu faktor yang mempengaruhi proses evaporasi adalah kelembaban relatif. Dimana pada saat kelembaban relatifnya besar, maka proses penguapan untuk menyerap uap air akan berkurang sehingga laju evapotranspirasi berangsur menurun. Pada pergantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan kelembaban yang sama maka laju evapotranspirasi tidak akan membesar.

4. Temperatur, input energi sangat diperlukan dalam proses evaporasi. Apabila suhu pada udara dan tanah tinggi, maka proses evaporasi dapat berjalan dengan lancar dengan adanya bantuan dari energi panas yang ada.

Analisis evapotranspirasi dengan metode Penman Modifikasi dinyatakan dengan persamaan:

$$ET_o = c \times ET_o \dots\dots\dots 2.17$$

$$ET_o = W (0.75 R_s - R_{n1}) + (1 - W) f(u) (e_a - e_d) \dots\dots\dots 2.18$$

Dimana:

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah

R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hari)

$$= (0.25 + 0.54 n/N) R_a$$

R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luas atmosfer (angka angot)

R_{n1} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)

$$= f(t) \cdot f(ed) \cdot f(n/N)$$

f(T) = fungsi suhu = $\sigma \cdot T a^4$

f(ed) = fungsi tekanan uap

$$= 0,34 - 0,044 (ed)^{1/2}$$

f(n/N) = fungsi kecerahan

$$= 0,1 + 0,9 n/N$$

f(u) = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2 meter (m/det)

$$= 0,27 (1 + 0,864 u)$$

e_a-e_d = perbedaan tekanan uap jenuh dengan uap sebenarnya

$$e_d = e_a - RH$$

RH = kelembaban udara relative (%)

C = angka koreksi Penman

2.5 Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah besarnya volume air pada suatu wilayah dimana air tersebut merupakan perpaduan dari air hujan, air permukaan, dan air tanah. Perhitungan ketersediaan air dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dan data evapotranspirasi. Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan terhitung selama 10 tahun. Ketersediaan air pada setiap lokasi berbeda tergantung dengan kondisi hidrologi pada setiap lokasi. Ketersediaan air dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = R_o + Et \pm \Delta St \dots\dots\dots 2.19$$

Dimana:

P = Curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun)

Et = Evapotranspirasi rata-rata tahunan (mm/tahun)

Ro = Aliran rata-rata tahunan (mm/tahun)

ΔSt = Perubahan simpanan (legas tanah, air tanah, dan air genangan)
air dalam DAS

2.5.1 Debit Andalan Berdasarkan Data Hujan

Analisis debit andalan dihitung dengan menggunakan metode F.J Mock. Metode F.J Mock merupakan suatu model analisis debit rata – rata bulanan sungai yang didasarkan pada prinsip keseimbangan air dengan mempertimbangkan hubungan antara limpasan permukaan (*run off*) dengan curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah serta penyimpanan

air di dalam tanah. Perhitungan debit andalan F.J Mock dibagi ke dalam lima perhitungan utama yaitu perhitungan evapotranspirasi aktual, water balance atau keseimbangan air, *run off* dan air tanah, total volume tersimpan dan aliran permukaan. Kriteria perhitungan dan asumsi diurutkan sebagai berikut:

a. Data meteorologi

- Data curah hujan bulanan (R) untuk setiap tahun
- Data jumlah hari hujan bulanan (n) untuk setiap tahun

b. Parameter yang digunakan dalam perhitungan debit andalan

- $m = Exposed\ surface$, persentase lahan yang terbuka atau tidak ditanami vegetasi, nilainya dapat ditaksir dengan peta tata guna lahan atau pengamatan di lapangan. Ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi:

$m = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat.

$m = 0\%$ pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder.

$m = 10\% - 40\%$ untuk lahan yang tererosi.

$m = 20\% - 50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah.

- $K =$ Koefisien simpan tanah atau faktor resesi aliran tanah (*Catchment Area Resession Factor*). Nilai K ditentukan oleh kondisi geologi lapisan bawah. Batasan nilai K yaitu antara $0 - 1,0$. Semakin besar K, semakin kecil air yang mampu keluar dari tanah.
- $V_{n-1} =$ penyimpanan awal (*initial storage*). Nilai ini berkisar antara $3\text{mm} - 109\text{ mm}$.

Debit andalan dengan menggunakan metode F.J Mock dirumuskan:

$$E/E_p = (m/20)(18 - n) \dots\dots\dots 2.20$$

$$V_n = V_n - V_{n-1} \dots\dots\dots 2.21$$

$$Q = DRO - BF \dots\dots\dots 2.22$$

Dimana:

E = perbedaan antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas.

E_p = evapotranspirasi potensial (mm/bulan).

m = presentase lahan yang tidak tertutup vegetasi (%).

n = jumlah hari hujan.

V_n = volume air bulan ke n (mm/bln).

V_{n-1} = volume air bulan ke n - 1 (mm/bulan).

Q = debit (m^3 /detik).

DRO = *direct run off* (mm/bln).

BF = *base flow* (mm/bln).

2.5.2 Debit Andalan Berdasarkan Data Debit

Metode yang sering dipakai untuk analisis debit andalan adalah metode statistik rangking. Penetapan rangking dilakukan menggunakan analisis frekuensi atau probabilitas dengan rumus Weibull. Debit andalan dihitung berdasarkan probabilitas dari sejumlah data pengamatan debit. Perhitungan debit andalan menggunakan rumus dari Weibull:

$$P = \frac{m}{n} \times 100\% \dots\dots\dots 2.24$$

Dimana:

P = probabilitas terjadinya kumpulan nilai (misalnya: debit) yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

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

n = jumlah data pengamatan debit

Probabilitas atau keandalan debit yang dimaksud berhubungan dengan probabilitas atau nilai kemungkinan terjadinya sama atau melampaui dari yang diharapkan. Debit andalan yang digunakan untuk perencanaan penyediaan air irigasi menggunakan debit andalan 80%. Keandalan 80% mempunyai arti bahwa kemungkinan debit terpenuhi adalah 80% atau kemungkinan debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%.

2.6 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air untuk tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti sejumlah air yang hilang akibat penguapan (Suhardjono, 1994:1).

Analisa kebutuhan air meliputi segala aspek bidang pertanian yang berkaitan dengan penggunaan air di lahan:

1. Penyiapan lahan,
2. Penggunaan konsumtif,
3. Perkolasi dan rembesan,
4. Pergantian lapisan air,
5. Curah hujan efektif.

Selain itu, hal lain yang terkait dengan analisis kebutuhan air adalah efisiensi irigasi. Perkiraan kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan buku

Pedoman Kriteria Perencanaan KP.01:

1. Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR)

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots\dots\dots 2.25$$

2. Kebutuhan air irigasi untuk padi (WRD)

$$WRD = NFR / e \dots\dots\dots 2.26$$

3. Kebutuhan air irigasi untuk palawija (IR)

$$IR = (Etc - Re) / e \dots\dots\dots 2.27$$

Dimana:

ETc = Penggunaan konsumtif air oleh tanaman (mm)

Etc = Kc . ETo

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

e = efisiensi irigasi secara keseluruhan

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

ETo = evapotranspirasi potensial (Penman Modifikasi)
(mm/hari)

2.6.1 Penyiapan Lahan

Air memiliki peran sangat penting pada tahap penyiapan lahan. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pembajakan dan penyiapan kelembaban tanah untuk pertumbuhan tanaman. Pada analisis penyiapan lahan, digunakan metode Van DeGoor dan Zijlstra, dalam Dirjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Untuk tanaman padi, kebutuhan air guna penyiapan lahan didasarkan pada kebutuhan air untuk mengganti kehilangan debit air akibat evaporasi dan perkolasi

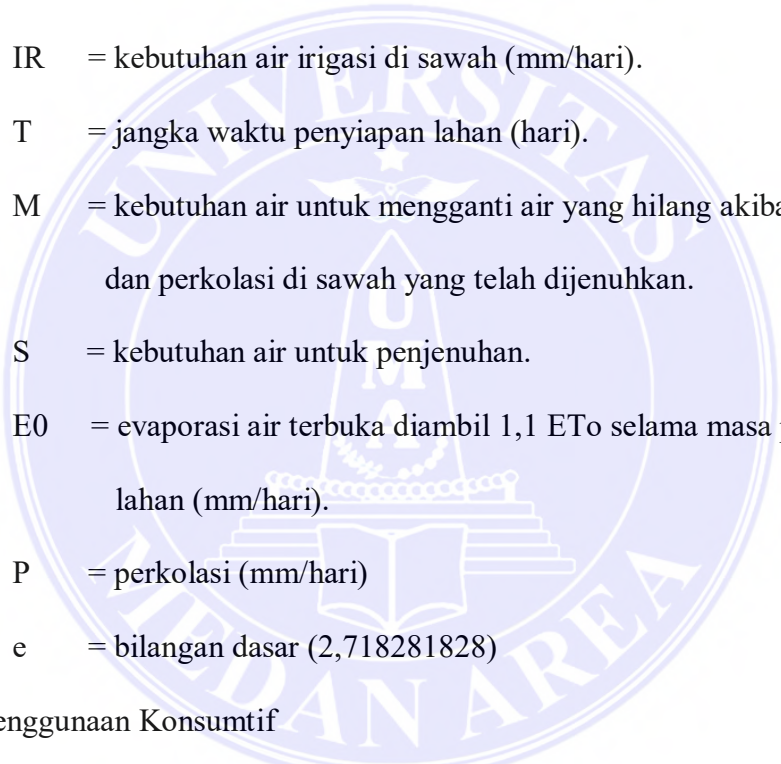
di sawah. Tinggi genangan untuk masa tanam pertama 300 mm dan 250 mm untuk masa tanam kedua. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan diperoleh dari rumus:

$$IR = \frac{Mxe^k}{e^k - 1} \dots\dots\dots 2.28$$

$$k = MT / S \dots\dots\dots 2.29$$

$$M = Eo + P = 1,1 ETo + P \dots\dots\dots 2.30$$

Dimana:



- IR = kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari).
- T = jangka waktu penyiapan lahan (hari).
- M = kebutuhan air untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan.
- S = kebutuhan air untuk penjenuhan.
- E0 = evaporasi air terbuka diambil 1,1 ETo selama masa penyiapan lahan (mm/hari).
- P = perkolasi (mm/hari)
- e = bilangan dasar (2,718281828)

2.6.2 Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah kebutuhan air aktual (transpirasi dan pertumbuhan tanaman) dan evaporasi dari areal tanaman untuk pertumbuhan tanaman. Penggunaan konsumtif dapat dihitung dengan persamaan:

$$ETc = Kc . ETo \dots\dots\dots 2.31$$

Dimana:

E_{Tc} = Penggunaan Konsumtif (mm)

E_{To} = evapotranspirasi potensial (Penman Modifikasi) (mm/hari)

K_c = koefisien tanaman.

Tabel 2.8 Koefisien K_c Tanaman Padi

Bulan Ke	NEDECO		/ FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,2	1,1	1,1
1	1,20	1,27	1,1	1,1
1,5	1,32	1,33	1,1	1,05
2	1,40	1,3	1,1	1,05
2,5	1,35	1,3	1,1	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12	-	0,95	-
4	0	-	0	-

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

2.6.3 Infiltrasi (Rembesan) dan Perkolasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air dari permukaan tanah ke dalam tanah. Perkolasi adalah gerakan air di dalam tanah secara lateral dari daerah yang tidak jenuh ke dalam daerah yang jenuh. Laju perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor sifat tanah:

1. Tekstur tanah,
2. Permeabilitas tanah.

Laju perkolasi normal sesudah dilakukan penggenangan nilainya berkisar antara 1 – 3 mm/hari tergantung dari tingkat permeabilitas dan tingkat laju

infiltrasi tanah. Akan tetapi, dalam perhitungan biasanya diambil harga rata – rata yaitu 2 mm/hari.

2.6.4 Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air diperlukan untuk tanaman padi setelah pemupukan dan transplantasi (pemindahan) sebesar 50 mm yang diberikan dalam jangka waktu setengah bulan atau 3,3 mm/hari.

2.6.5 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk irigasi pada secara efektif. Besarnya curah hujan dinyatakan dalam satuan millimeter (mm), sangat menentukan saat mulai tanaman pertama dan menentukan kebutuhan air irigasi.

Untuk irigasi padi, curah hujan diambil sebesar 70% dari curah hujan bulanan dengan probabilitas keberhasilan 80% dari setiap periode:

$$Re = 0,7 \times R_{80} \dots\dots\dots 2.32$$

Dimana:

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} = curah hujan rata – rata tengah bulanan kemungkinan tidak terpenuhi 20%

Besar probabilitas R_{80} dapat dihitung dengan mengurutkan data curah hujan bulanan dari terbesar ke yang terkecil. Untuk tanaman palawija (kedelai), curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan tengah bulanan dengan probabilitas keberhasilan 50%.

2.7 Efisiensi Irigasi

Untuk tujuan perencanaan dianggap seperempat sampai sepertiga jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air sampai ke sawah. Kehilangan disebabkan oleh kehilangan eksploitasi, evaporasi, dan rembesan. Kehilangan akibat evaporasi dan rembesan umumnya lebih kecil disbanding dengan jumlah kehilangan akibat eksploitasi. Pada umumnya, perkiraan nilai efisiensi irigasi bermacam macam seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.9 Efisiensi Irigasi Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi

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

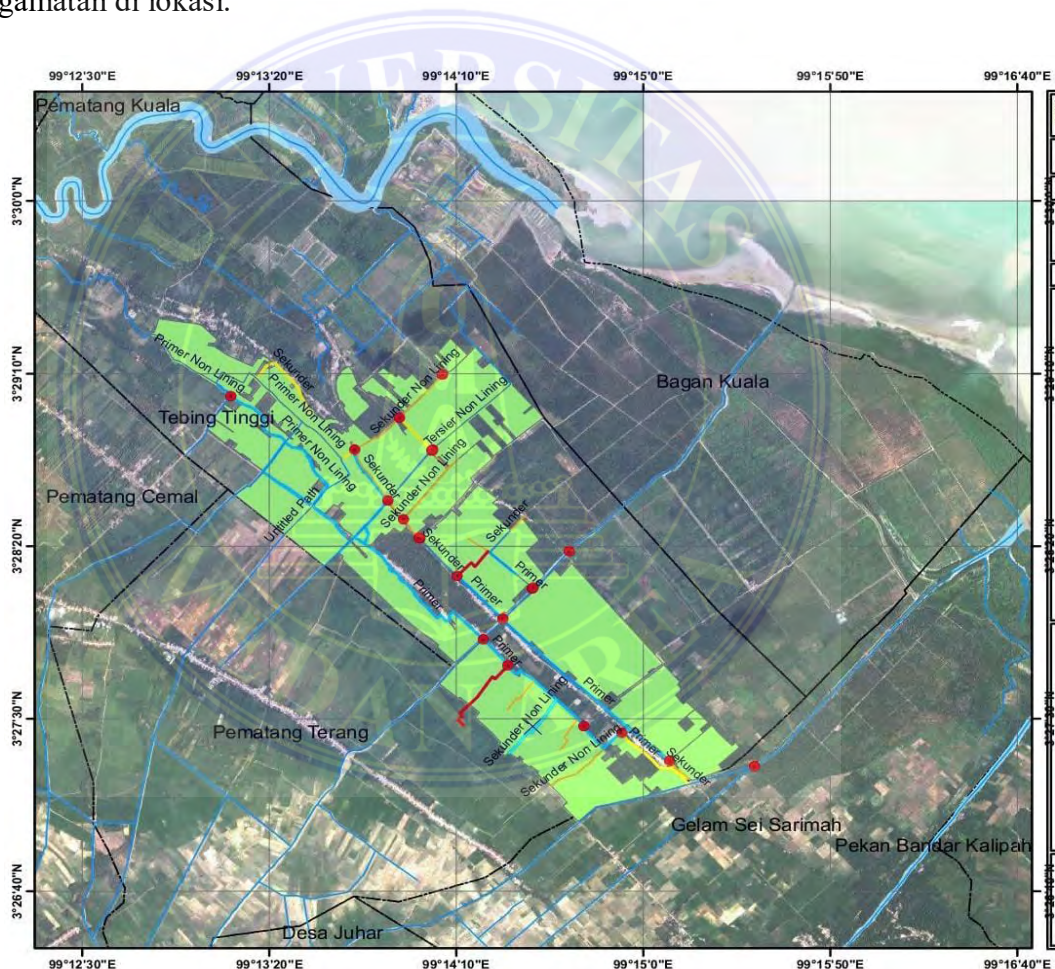
Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Daerah Irigasi Tebing Tinggi Desa Tebing Tinggi Kecamatan Tanjung Beringin. Lokasi ditentukan dengan melakukan peninjauan langsung terlebih dahulu ke lokasi, dengan cara pengamatan visual dan melakukan pengamatan di lokasi.



Gambar 3.1 Peta Irigasi Tebing Tinggi
Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Serdang Bedagai

3.2 Tahapan Penelitian

Untuk memperoleh data yang sesuai dengan permasalahan, maka teknik pengumpulan data yang akan digunakan:

1. Data Primer

Pengumpulan data berupa data debit aliran air pada persawahan dan naik turunnya air pada persawahan sekitar D.I Tebing Tinggi. Selain itu, data yang diperoleh berupa data luas persawahan di D.I Tebing Tinggi

2. Data Sekunder

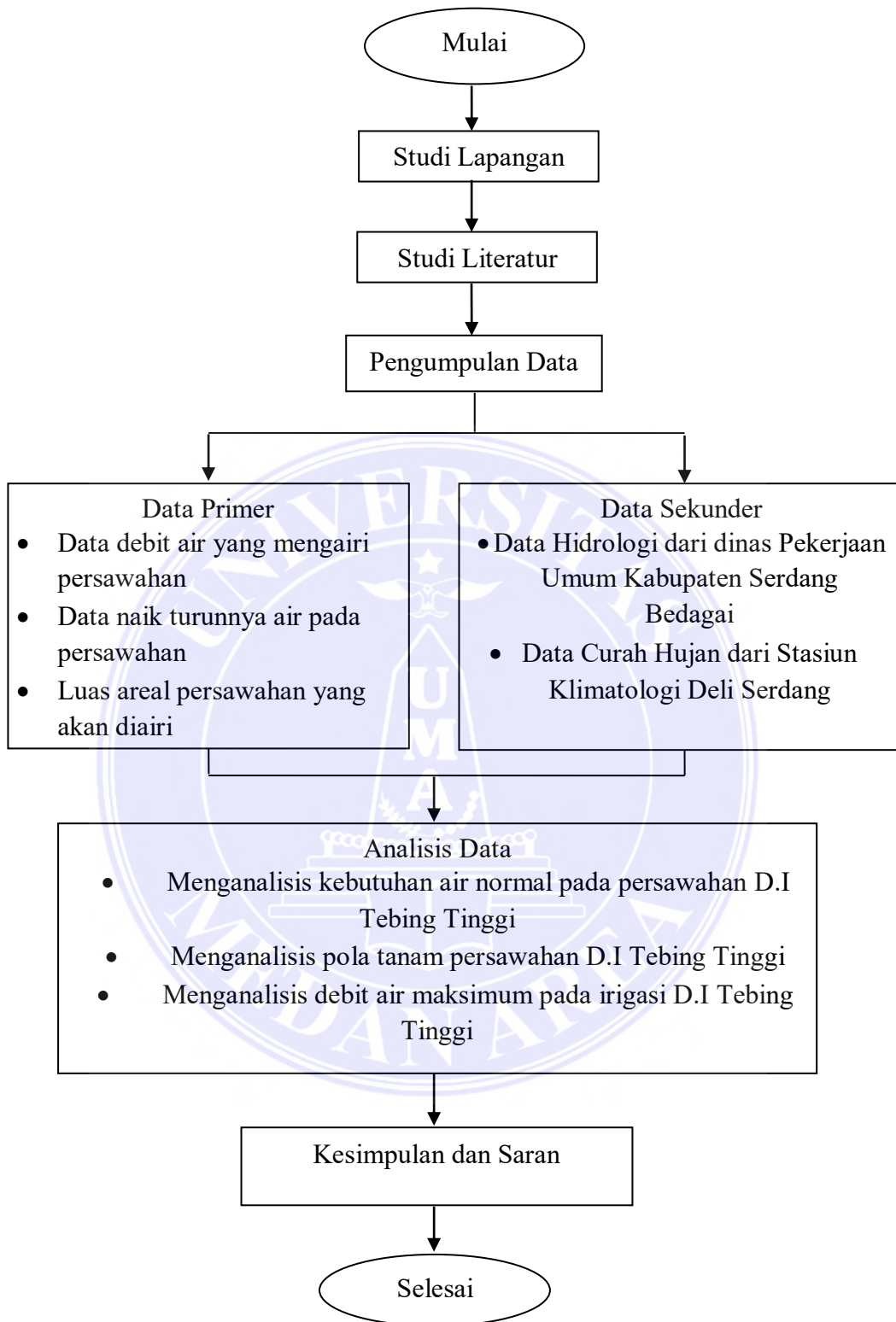
Data atau gambar yang diperoleh dari pihak instansi terkait mengenai sistem irigasi. Maka data yang akan dikumpulkan:

- a. Data hidrologi yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Serdang Bedagai.
- b. Data curah hujan yang terhitung 10 tahun dari tahun 2012-2021 untuk melengkapi data yang akan dianalisis dari Stasiun Klimatologi Deli Serdang.

3.3 Analisis Data

Setelah seluruh data telah terkumpul, maka dianalisis data yang akan dilakukan:

1. Menganalisis dan menghitung debit andalan sebagai poin untuk mengetahui besarnya ketersediaan air pada jaringan irigasi.
2. Menganalisis dan menghitung nilai evapotranspirasi dengan menggunakan metode Penman Modifikasi sebagai faktor dasar untuk mengetahui kebutuhan air yang diperlukan tanaman padi.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air normal pada persawahan D.I Tebing Tinggi sangat meningkat pada masa tanam II yang diperoleh sebesar 4,78 lt/det/ha.
2. Pola tanam padi pada persawahan D.I Tebing Tinggi diterapkan sebanyak 2 kali dalam 1 tahun, yakni pada bulan September untuk masa tanam I dan Maret pada masa tanam II.
3. Berdasarkan hasil analisis, debit air maksimum diperoleh sebesar 8,83 m³/det dikarenakan curah hujan yang membesar pada bulan Januari.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka penulis merumuskan beberapa saran yang perlu diperhatikan pihak terkait tentang ketersediaan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air yang layak untuk tanaman padi, yaitu:

1. Proses penanaman padi dapat tetap mengikuti pola tanam yang telah penulis simpulkan.
2. Memperhatikan tingkat curah hujan yang tinggi dengan mengambil antisipasi agar air tidak memenuhi persawahan dengan membuat waduk atau bendungan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariandi, Jelly dan Eti Kurniati. 2022. Analisa Ketersediaan Air Irigasi untuk Kebutuhan Tanaman Padi dengan metode *Blaney-Criddle* dan Optimasi Distribusi Air Irigasi dengan metode Dinamik Stokastik. Universitas Teknologi Sumbawa. Jurnal Keilmuan Teknik Sipil.
- Heryani, Nani dkk. 2017. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi pada Lahan Sawah di Provinsi Sulawesi Selatan. Sulawesi Selatan. Jurnal Tanah dan Iklim.
- Putri, Gesi Monika. 2021. Analisa Ketersediaan Air Irigasi dalam Memenuhi Kebutuhan Air Tanaman Padi dan Jagung. Universitas Andalas. Jurnal Diploma Thesis.
- Ramadhan, Diana Puspa. 2021. Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Citameng II Kabupaten Garut. Institut Teknologi Garut. Jurnal Konstruksi, vol. 20, no. 1, pp. 103-114.
- Rosita, Nava Ayu Dwi dkk. 2019. Ketersediaan Air Untuk Kebutuhan Padi Ladang di Kecamatan Kemusu Kabupaten Boyolali. Surakarta. Jurnal Fakultas Geografi.
- Sari, Andi Kartini. 2019. Kebutuhan Air Irigasi untuk Lahan Persawahan Dusun To' Pongo Desa Awo Gading Kecamatan Lamasi. Palopo. Jurnal Teknik Sipil.
- Sosrodarsono, Suryono dan Kensaku Takeda. 2020. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta. PT Pradnya Paramita



LAMPIRAN

DATA CURAH HUJAN BULANAN STASIUN RAMBUTAN

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2012	13	29	119	278	103	69	143	154	171	189	291	91
2013	50	67	54	221	103	105	28	146	112	338	214	289
2014	101	12	59	72	191	21	11	215	206	242	320	211
2015	27	86	47	72	150	57	141	94	65	111	229	34
2016	96	268	13	48	74	93	167	111	258	146	86	92
2017	52	109	125	53	155	78	94	192	315	136	133	203
2018	132	49	67	50	143	43	76	8	217	290	122	66
2019	100	90	1	55	190	82	168	125	97	277	162	50
2020	74	93	3	21	126	311	105	49	258	168	208	164
2021	271	1	124	50	166	117	76	199	243	203	188	108

DATA CURAH HUJAN BULANAN MAKSIMUM STASIUN RAMBUTAN

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2012	43	0	28	39	44	15	21	27	96	49	64	22
2013	29	52	16	80	46	95	86	35	33	36	89	28
2014	14	13	25	44	32	19	29	54	40	36	37	16
2015	3	9	56	65	37	34	53	67	62	42	71	29
2016	26	24	27	54	36	45	12	32	28	89	85	80
2017	36	7	21	43	51	14	4	91	66	33	65	112
2018	37	44	68	76	14	43	124	26	27	32	49	11
2019	46	3	47	34	84	58	97	44	35	23	87	60
2020	57	29	3	17	62	115	21	17	104	36	31	33
2021	101	1	36	14	84	57	44	46	89	61	57	44

Nilai W

	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Temperatur (T) °C										
Ketinggian (z) m										
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69
500	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73
Temperatur (T) °C	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Ketinggian (z) m										
0	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88

TABEL ea

Temperatur (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ea (mbar)	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,8	10,0	10,7	11,5	12,3
Temperatur (°C)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ea (mbar)	13,1	14,0	15,0	16,1	17,0	18,2	19,4	20,6	22,0	23,4	24,9
Temperatur (°C)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ea (mbar)	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1	42,4	44,9	47,6
Temperatur (°C)	33	34	35	36	37	38	39				
ea (mbar)	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9				

TABEL RA

Lintang Utara°	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
0	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
2	14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4
4	14,3	15,0	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1
6	13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7
8	13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3
10	13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9
12	12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5
14	12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0
16	12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6
18	11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1
20	11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7
22	10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2
24	10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7
26	9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3
28	9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8
30	8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3

TABEL f(U)

u (km/hari)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
		0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51
100	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78
200	0,81	0,84	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05
300	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32
400	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,57	1,59
500	1,62	1,65	1,67	1,70	1,73	1,76	1,78	1,81	1,84	1,90
600	1,89	1,92	1,94	1,97	2,00	2,02	2,05	2,08	2,11	2,15
700	2,16	2,19	2,21	2,24	2,27	2,29	2,32	2,35	2,38	2,40
800	2,43	2,46	2,48	2,51	2,54	2,56	2,59	2,62	2,64	2,65
900	2,70									

TABEL f(T)

T °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
f(T)	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2
T °C	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
f(T)	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1	

TABEL f(ed)

ed mbar	6	8	10	12	14	16	18	20	22
f(ed)	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
ed mbar	24	26	28	30	32	34	36	38	40
f(ed)	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06

LAMPIRAN III PERATURAN KEPALA BADAN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
NOMOR : KEP.15 TAHUN 2009
TANGGAL : 31 Juli 2009

PELAYANAN JASA INFORMASI KLIMATOLOGI
DATA CURAH HUAN BULANAN (MILIMETER)
SUMATERA UTARA

Nama Propinsi : SUMATERA UTARA
Nama Kabupaten : Kota Tebing Tinggi
Nama Stasiun : Rambutan

Lintang : 03° 23' 00.1" LU
Bujur : 099° 10' 00.0" BT
Tinggi : 6.3 m

Tahun : 2012 Sd Tahun : 2021

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2012	13	29	119	278	103	69	143	154	171	189	291	91
2013	50	67	54	221	103	105	28	146	112	338	214	289
2014	101	12	59	72	191	21	11	215	206	242	320	211
2015	27	86	47	72	150	57	141	94	65	111	229	34
2016	96	268	13	48	74	93	167	111	258	146	86	92
2017	52	109	125	53	155	78	94	192	315	136	133	203
2018	132	49	67	50	143	43	76	8	217	290	122	66
2019	100	90	1	55	190	82	168	125	97	277	162	50
2020	74	93	3	21	126	311	105	49	258	168	208	164
2021	271	1	124	50	166	117	76	199	243	203	188	108

Keterangan : x = Alat Rusak
Sumber : STASIUN KLIMATOLOGI DELI SERDANG

Deli Serdang, 15 Maret 2022
KEPALA STASIUN KLIMATOLOGI KLS I
DELI SERDANG

Syafrinal, SH

DOKUMENTASI LAPANGAN



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)13/12/22



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)13/12/22

