

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN  
SUNGAI RANDUGUNTING DENGAN METODE F.J. MOCK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



**Disusun Oleh:**

**Hendra Ferdianto**

**30.2017.00.079**

**Muhammad Prasetyanto**

**30.2017.00.125**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN  
SUNGAI RANDUGUNTING DENGAN METODE F.J. MOCK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



**Disusun Oleh:**

**Hendra Ferdianto**

**Muhammad Prasetyanto**

**30.2017.00.079**

**30.2017.00.125**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS DEBIT ANDALAN DAS RANDUGUNTING DENGAN METODE**



Hendra Ferdianto  
NIM : 30.2017.00079

F.J. MOCK

Oleh:



Muhammad Prasetyanto  
NIM : 30.2017.00125

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 26 Juli 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Dr. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si
2. Ari Sentani, ST., M.Sc
3. Ir. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D

Three handwritten signatures in blue ink, each followed by a dotted line, representing the signatures of the examiners listed in the adjacent list.

**UNISSULA**  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang  
Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil

Ketua

A handwritten signature in blue ink, representing the signature of the Dean, Muhammad Rusli Ahyar.

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

## **BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

No: 06/A2/SA-T/VII/2022

Pada hari ini Senin, 19/09/2022 berdasarkan Surat Keputusan rector Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing:

1. Nama : Dr. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si  
Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc  
Jabatan Akademik : Asisten Ahli  
Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi :

Nama : Hendra Ferdianto Nama : Muhammad Prasetyanto  
NIM : 3.02.017.00079 NIM : 3.02.017.00125

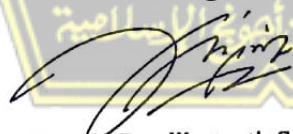
Judul : Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting Dengan Metode F.J. Mock

Dengan tahapan sebagai berikut:

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan Dosen Pembimbing	26 - 02 - 2021	ACC
2	Pengumpulan Data	16 - 03 - 2021	ACC
3	Analisis Data	25 - 04 - 2021	ACC
4	Penyusunan laporan	21 - 08 - 2022	ACC
5	Selesai laporan	06 - 03 - 2023	ACC


Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Pembimbing I



Dr. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si

Pembimbing II



Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Hendra Ferdianto  
NIM : 30201700079
2. NAMA : Muhammad Prasetyanto  
NIM : 30201700125

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir pada judul : **Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting Dengan Metode F.J. Mock** benar bebas dari plagiasi, dan apabila persyaratan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, / /2023

Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa II

Mahasiswa I

Hendra Ferdianto

Muhammad Prasetyanto



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini :

1. NAMA : Hendra Ferdianto  
NIM : 30201700079
2. NAMA : Muhammad Prasetyanto  
NIM : 30201700125  
JUDUL : ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI  
RANDUGUNTING DENGAN METODE F.J. MOCK

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, / /2023

Yang membuat pernyataan

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Hendra Ferdianto

Muhammad Prasetyanto



## MOTTO

- Kamu (umat islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman,tentulah itu lebih baik dari mereka. Di antara mereka yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik..(Q.S. Ali ‘Imron:110)
- Dan Kami perintahkan kepada manusia (berbuat baik) kepada dua orang ibu-bapaknya; ibunya telah mengandungnya dengan keadaan lemah yang bertambah-tambah, dan menyapihnya dalam dua tahun. Bersyukurlah kepada-Ku dan kepada dua orang ibu bapakmu, hanya kepada-Kulah kembalimu.( QS: Al-Luqman:14)
- Jikalau sekiranya masyarakat negeri beriman serta bertakwa, tentunya kami hendak memberi limpahan bagi mereka nikmat dari langit serta bumi, namun nyatanya mereka melakukan pendustaan (ayat-ayat Kami), maka kami siksa mereka sesuai pada hal yang sudah dijalankan. (QS. Al A’raf : 96)
- “sesungguhnya setelah ada sulit tentu ada mudah mudah. Maka jika kamu sudah tuntas(dari suatu urusan), laksanakanlah secara baik (urusan yang lain)” (QS. Al-Insyirah: 6-7)

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puja dan puji syukur bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala dimana atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah Nya, kami sudah mampu menuntaskan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting Dengan Metode F.J. Mock”

Pembentukan Laporan Tugas Akhir ini bisa terlaksana dengan bantuan Allah Tuhan Yang Maha Penolong serta dorongan diikuti dukungan sejumlah pihak. Maka penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Dr. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing dimana sudah memberi arahan serta bimbingan pada pembentukan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dukungan berupa moril dan materil.
5. Muhammad Prasetiyanto yang selalu memberi masukan dan berjuang bersama menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
6. Teman – teman yang selalu memberikan dukungan, dorongan, hiburan, dan inspirasi.
7. Rekan – rekan di Program Studi Teknik Sipil UNISSULA angkatan tahun 2017 yang telah memberikan bantuannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang terlibat dan telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

**Hendra Ferdianto**

**NIM : 3.02.017.00079**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah SWT dimana senantiasa memberi rahmat disertai hidayahNya dimana menjadikan penyusun mampu menuntaskan Tugas Akhir secara tepat waktu dimana bisa memenuhi Tugas Akhir. Dengan selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari dorongan semua pihak. Sehingga di kesempatan ini penyusun ingin memberikan terimakasih bagi seluruh pihak yang telah membantu pada proses penuntusan ini, yaitu:

1. Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Dr. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir dimana sudah memberi dukungan, masukan, arahan, serta bimbingannya.
4. Ari Sentani, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir dimana sudah memberi dukungan, masukan, arahan, serta bimbingannya.
5. Seluruh Dosen Progam Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, , 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Daerah aliran sungai .....	10
2.2 Siklus Hidrologi.....	11
2.3 Sumber Daya Air .....	12
2.3.1 Air tanah.....	12
2.3.2 Air permukaan.....	13
2.4 Curah Hujan Area .....	13
2.4.1 Metode Rata - Rata Aljabar .....	14
2.4.2 Metode Poligon Thiessen.....	15
2.4.3 Metode Isohyet.....	16

2.4.4 Curah hujan maksimum harian rata-rata .....	17
2.5 Evaporasi .....	17
2.6 Transpirasi .....	19
2.7 Evapotranspirasi.....	19
2.5 Ketersediaan Air .....	28
2.6 Debit.....	28
2.7 Debit Andalan .....	29
2.8 Metode FJ Mock .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi Penelitian.....	37
3.2 Jenis dan Sumber Data.....	39
3.2.1 Jenis Data .....	39
3.2.2 Analisis Data.....	40
3.3 Tahapan Penelitian.....	41
3.4 Bahan dan Alat Penelitian.....	42
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	44
4.2 Analisis Curah Hujan.....	44
4.3 Analisis Evapotranspirasi.....	48
4.5 Analisis Ketersediaan Air .....	53
4.6 Analisis Debit Andalan.....	60
<b>BAB V PENUTUP</b>	
4.1 Kesimpulan .....	63
4.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xv
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 faktor koreksi (c).....	21
Tabel 2.2 Tekanan uap jenuh (ea) menurut temperatur udara rata-rata .....	21
Tabel 2.3 Nilai W untuk efek radiasi .....	23
Tabel 2.4 Radiasi Terrestrial (Ra).....	24
Tabel 2.5 Pengaruh Temperatur Udara f(T) pada radiasi gelombang.....	25
Tabel 2.6 Pengaruh Persentase penyinaran matahari f(n/N) terhadap Rn1 .....	26
Tabel 2.7 Nilai Debit Andalan untuk Berbagai Macam Kegiatan .....	29
Tabel 4.1 Luas Wilayah Tangkapan Stasiun Curah Hujan .....	46
Tabel 4.2 Curah Hujan Bulan Januari tahun 2011 (mm) .....	46
Tabel 4.3 Curah Hujan Rata – Rata Bulan Januari (mm) .....	47
Tabel 4.4 Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2011 – 2020 .....	47
Tabel 4.5 Kecepatan Angin(Km/hari).....	48
Tabel 4.6 Kelembaban Relatif(%).....	49
Tabel 4.7 Penyinaran Matahari(%) .....	49
Tabel 4.8 Temperatur Udara(°C).....	49
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evapotranspirasi (mm/hari).....	52
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Bulanan.....	53
Tabel 4.11 Permukaan Lahan Terbuka DAS Randugunting.....	54
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011 .....	57
Tabel 4.13 Perhitungan Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011 – 2020 ..	59
Tabel 4.14 Perhitungan Menggunakan Probabilitas debit andalan Q80%.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus hidrologi.....	11
Gambar 3.1 Peta Daerah Aliran Sungai Randugunting.....	38
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	43
Gambar 4.1 Polygon Thiessen DAS Randugunting.....	45
Gambar 4.2 Gambar Grafik Hasil Perhitungan Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2011 - 2020 DAS Randugunting (mm).....	48
Gambar 4.3 Gambar Grafik Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011.....	58
Gambar 4.4 Grafik Debit Andalan Q80%.....	62



## **Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting dengan Metode F.J. Mock**

Oleh :

Hendra Ferdianto<sup>1)</sup>, Muhammad Prasetyanto<sup>1)</sup>, Hermin Poedjiastoeti<sup>2)</sup>, Ari Sentani<sup>2)</sup>

### **Abstrak**

*Peningkatan jumlah penduduk dan rendahnya pasokan ketersediaan air mengakibatkan jumlah air yang digunakan semakin meningkat. Jenis penggunaan air di suatu wilayah seperti kebutuhan air rumah tangga, irigasi pertanian, peternakan, dan penggunaan lainnya sangat terkait dengan ketersediaan air di wilayah tersebut. Kabupaten Rembang merupakan salah satu daerah yang ketersediaan sumber airnya semakin berkurang sehingga terjadi kekeringan. Kegiatan masyarakat setempat tentu terhambat oleh hal ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketersediaan air DAS Randugunting dengan menganalisis debit andalan untuk pengelolaan jangka panjang..*

*Analisis ini mencakup data klimatologi dan curah hujan dari berbagai instansi terkait serta data dari tiga stasiun pengukur curah hujan, antara lain stasiun Kaliori, Sumber, dan Bulu. Dalam analisis ini, curah hujan rata-rata ditentukan dengan metode poligon Thiessen, evapotranspirasi ditentukan dengan metode Penman modifikasi, ketersediaan air ditentukan dengan metode F.J. MOCK dan debit andalan  $Q_{80\%}$  ditentukan dengan probabilitas.*

*Berdasarkan hasil perhitungan nilai debit air bulanan DAS Randugunting di Kabupaten Rembang nilai rata – rata terbesar terdapat pada musim penghujan yaitu bulan Oktober – Maret dengan nilai  $0,23 \text{ m}^3 / \text{detik} - 1,04 \text{ m}^3 / \text{detik}$ . Debit air DAS Randugunting di Kabupaten Rembang yang dapat digunakan untuk ketersediaan air irigasi dengan menggunakan keandalan 80% didapatkan hasil dengan nilai terbesar terdapat pada bulan Oktober – April, dengan nilai rata – rata keseluruhan adalah  $0,39 \text{ m}^3 / \text{detik}$ .*

**Kata kunci** : DAS Randugunting;debit andalan;metode Mock

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

## **The F.J. Mock Dependable Discharge Analysis in the Randugunting Watershed**

**By :**

Hendra Ferdianto<sup>1)</sup>, Muhammad Prasetyanto<sup>1)</sup>, Hermin Poedjiastoeti<sup>2)</sup>, Ari Sentani<sup>2)</sup>

### **Abstract**

*The increase in population and the low supply of water availability has resulted in the amount of water used used of course also increasing. The use of water in an area is of course closely related to the availability of water and the types of water utilization such as household water needs, agriculture (irrigation), animal husbandry and others in the area. Rembang Regency is one of the areas that has experienced a decrease in the supply of water sources which has resulted in a drought. This certainly hampers the activities of the local community. The purpose of this research is to calculate the water availability and mainstay of the Randugunting watershed for long-term management.*

*This analysis uses 3 rainfall measuring stations including the Kaliori station, Sumber station, and Bulu station with rainfall data, climatological data obtained from several related agencies. This analysis uses the Thiessen polygon method to calculate the area's average rainfall, then continues using the modified Penman method to calculate evapotranspiration, then uses the F.J. MOCK to calculate the availability of water and use the probability to find the mainstay discharge Q<sub>80%</sub>.*

*Based on the results of calculating the monthly water discharge value of the Randugunting Watershed in Rembang Regency, the largest average value is in the rainy season, namely October - March with a value of 0.23 m<sup>3</sup>/second - 1.04 m<sup>3</sup>/second. The water discharge of the Randugunting watershed in Rembang Regency which can be used for the availability of irrigation water using 80% reliability is obtained with the highest value occurring in October - April, with an overall average value of 0.39 m<sup>3</sup>/second.*

**Keywords:** *Randugunting watershed; reliable discharge; Mock method*

<sup>1)</sup> Students of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Unissula

<sup>2)</sup> Lecturer at the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Unissula

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Persoalan umum mengenai sumber daya air adalah persoalan ketersediaan dan distribusi air. Pemanfaatan air yang optimal tentunya menjadi penyebab masalah yaitu kuantitas dan penurunan kualitas air. Dari berbagai penyebab permasalahan mengenai sumber daya air beberapa diantaranya adalah jumlah penduduk yang semakin meningkat sebanding dengan meningkatnya kebutuhan air. Pengelolaan penggunaan kawasan yang tidak sesuai fungsi lindung kawasan yang menyebabkan kualitas lingkungan perairan menurun, kegiatan domestik maupun nondomestik yang mengakibatkan kualitas dan kuantitas air tawar menurun serta penyebaran air yang tidak merata.

Kabupaten Rembang dengan luas wilayah total 1.035,7 km<sup>2</sup> memiliki topografi yang bervariasi yang meliputi wilayah pesisir, dataran, dataran tinggi, dan pegunungan. Rembang termasuk kabupaten dengan curah hujan rendah, memiliki 4 sampai 5 bulan basah dan sisanya antara sedang dan kering. Selain itu, terjadi hujan yang tidak menentu selama satu tahun sebagai akibat dari musim kemarau berkala di wilayah Kabupaten Rembang. (Badan Pusat Statistik Rembang, 2020)

Kekeringan adalah keadaan kekurangan pasokan air dalam masa berkepanjangan hal ini menjadi bencana karena pengelolaan sumber daya air yang tidak tepat. Curah hujan yang rendah serta kekeringan yang sering melanda menyebabkan air baku di Kabupaten Rembang belum memadai. Ditinjau dari kondisi hidrologi, potensi ketersediaan air di Kabupaten Rembang terdapat 4 sungai besar, embung dan beberapa mata air, namun kondisi mata air yang ada sangat terbatas dengan debitnya yang relatif kecil, pemanfaatannya masih sebatas untuk mencukupi kebutuhan masyarakat sekitar.



Kondisi ketersediaan air Kabupaten Rembang ditinjau dari beberapa macam aspek, diantaranya aspek kualitas, aspek kuantitas, dan aspek kontinuitas. Aspek kualitas yaitu kondisi air baku terutama di waduk yang pasokannya tidak konsisten sepanjang musim kemarau sehingga air baku sulit ditangani. Aspek kuantitas yaitu ketersediaan air bersih menjadi kendala karena hanya 21% penduduk yang terlayani oleh PDAM Kabupaten Rembang, dan sisanya masih mengandalkan sumur dan sumber lain untuk memenuhi kebutuhan. Aspek kontinuitas yaitu keadaan suplai air tidak tetap karena masih bergantung pada beberapa peraturan, termasuk pertimbangan musim.

Kabupaten Rembang memanfaatkan DAS Randugunting sebagai sumber suplai air. Debit sungai adalah suatu variabel yang fleksibel, berubah-ubah menurut situasi dan kondisi lingkungan yang ada. Debit sungai akan lebih rendah saat musim kemarau berkepanjangan, namun akan lebih tinggi saat musim hujan. Menerapkan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dapat membantu mengatasi situasi tersebut, dengan menghitung Keandalan debit air DAS Randugunting ditentukan menggunakan rumus F.J. Mock. Bisa diartikan debit andalan adalah salah satu yang kerap menyerupai debit sungai dalam jangka waktu yang lama dan dengan resiko kegagalan yang dapat diperhitungkan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berkaitan dengan latar belakang yang telah dijelaskan makas dapat diuraikan rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah ketersediaan air pada Daerah Aliran Sungai Randugunting
2. Berapa besar debit andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang digunakan diambil dari 3 pos penakar curah hujan DAS Randugunting, Stasiun Kaliori, Stasiun Sumber, dan Stasiun Bulu tahun 2011 – 2020
2. Data evapotranspirasi Kabupaten Rembang tahun 2011 – 2014

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah menganalisa besarnya aliran air yang masuk pada sistem aliran air di Kabupaten Rembang. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui debit bulanan yang tersedia dari Daerah Aliran Sungai Randugunting
2. Mengetahui ketersediaan air pada Daerah Aliran Sungai Randugunting

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Peneliti berharap penelitian ini dapat menambah bahan kajian, khususnya dalam perhitungan ketersediaan air dan debit andalan pengendalian air

#### **1.6 Keaslian Penelitian**

Pada penelitian yang berjudul Analisis Debit Andalan DAS Randugunting dengan Metode F.J. Mock di Daerah Aliran Sungai Randugunting Sebagai pembeda dari penelitian sebelumnya penelitian ini menggunakan metode penman modifikasi dengan data klimatologi : suhu udara, kecepatan angin, kelembaban dan penyinaran matahari tahun 2011 – 2014, data hujan bulanan dari tahun 2011 – 2020 yang digunakan untuk menghitung debit air bulanan menggunakan metode F.J Mock yang kemudian menggunakan probabilitas yang digunakan untuk menghitung debit andalan.

**Tabel 1.1** Keaslian Penelitian

No	Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metodologi	Hasil
1	Fakhrurrazi, 2012	Analisa ketersediaan air DAS Asam – Asam dengan menggunakan debit hasil perhitungan metode mock	Menganalisis ketersediaan air di Daerah aliran sungai Asam – Asam	Metode debit primer digunakan untuk menentukan ketersediaan air. Data debit sungai bulanan atau harian dengan jangka waktu lebih dari 10 tahun diperlukan untuk analisis ketersediaan air. Dengan tidak adanya data tersebut, debit bulanan disimulasikan menggunakan data curah hujan dan data evapotranspirasi potensial dari wilayah studi dengan bantuan model matematis hubungan hujan-limpasan. Hubungan antara curah hujan dan debit pada interval bulanan yang digunakan adalah F.J.Mock. Hasil dari metode mock akan didapatkan debit andalan sebesar 80%, 85%, 90%, 95%, dan 99%.	Hasil perhitungan metode mock yang digunakan untuk menentukan debit andalan DAS asam-asam menunjukkan bahwa debit andalan 80% dicapai dengan rata-rata tahunan 13.616 m <sup>3</sup> /detik, dan 85% diperoleh rata-rata tahunan sebesar 11.422 m <sup>3</sup> /detik. 9.167 m <sup>3</sup> /detik dengan didapat pada keandalan 90%, rata-rata tahunan 6.941 m <sup>3</sup> /detik dicapai pada keandalan 95%, dan pada tingkat 99% adalah 5.878 m <sup>3</sup> /detik.

Lanjutan Tabel 1.1

No	Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metodologi	Hasil
2	Indra Kusuma Sari, Lily Montarcih Limantara, Dwi Priyantoro, 2013	Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pada DAS Sampean	Menganalisis ketersediaan air di Daerah aliran sungai Sampean	Penelitian ini menggunakan pendekatan metode deskriptif yang memiliki beberapa tahapan meliputi akumulasi data, perhitungan total kebutuhan air, perhitungan debit suplai air, proyeksi total kebutuhan air (2-20 tahun ke depan), dan analisis neraca air di setiap wilayah layanan untuk menilai keadaan daerah yang mendapati defisit dan surplus dalam keadaan saat ini dan selama 20 tahun ke depan.	Berlandaskan data sepuluh tahun sebelumnya, debit relatif tidak terjadi banyak perubahan, dengan pergeseran debit mata air sebesar 25,2% , kemudian debit sungai yang tercatat di 21 wilayah layanan yang terwakili oleh 21 bendung di sungai. Debit air yang memadai dengan kehandalan sebesar 26,0% sebesar 594.222,98 m <sup>3</sup> /s diperoleh dari 20 sungai orde 1 dan 20 sungai orde 2, sementara itu debit air musim kemarau dengan keandalan sebesar 97,3% mencapai 85,61 m <sup>3</sup> /s.

Lanjutan Tabel 1.1

No	Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metodologi	Hasil
3	Setiyawan, Vera Wim Andiese, Lisa Arnita Anzar, 2016	Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock pada Daerah Persawahan Desa Poboya Palu Sulawesi Tengah	Menganalisis ketersediaan air di daerah persawahan Desa Poboya	Perhitungan jumlah evapotranspirasi menerapkan metode penman modifikasi serta mempertimbangkan aspek – aspek iklim yang relevan, serupa dengan kelembaban, radiasi matahari, kecepatan angin, dan suhu udara. Metode F.J. Mock digunakan guna mengestimasi debit air dengan mempertimbangkan karakteristik hidrologi ,data curah hujan dari wilayah aliran sungai yang bersangkutan, dan juga evapotranspirasi..	Nilai faktor K untuk semua bulan melebihi 0,6 untuk lahan fungsional (A=12,00 Ha) Hasil perhitungan berdasarkan teknik F.J. Mock dan permintaan air saat ini menunjukkan bahwa masih tersedia jumlah air yang cukup untuk keperluan tanaman. Maka dari itu, debit air Sungai Poboya yang keluar saat ini sudah melebihi kebutuhan minimum untuk mengalir ke lahan fungsional.



Lanjutan Tabel 1.1

No	Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metodologi	Hasil
4	Rizky Chairani, 2019	Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode F. J. Mock Pada daerah aliran Sungai Babura	Menganalisis ketersediaan air di Daerah aliran Sungai Babura	Konsumsi air akan sangat bergantung pada jenis penggunaan dan ketersediaan air, seperti pemanfaatan air untuk kebutuhan sehari – hari seperti rumah tangga, perikanan, pertanian, industry, peternakan, dan keperluan lainnya. Konflik penggunaan air dan cara memperolehnya dapat timbul karena perbedaan kepentingan pihak-pihak yang berbeda dalam unsur-unsur pemanfaatannya. Untuk mengetahui ketersediaan air dan debit andalan di DAS Babura, penelitian ini menerapkan metode F.J.Mock. Data yang digunakan didapat dari tiga stasiun pengamatan yang melakukan pengukuran curah hujan, serta didapatkan dari instansi terkait.	Temuan dari penelitian ini adalah bahwa terjadi peningkatan debit air dari tahun 2016 hingga 2051., meningkat sebesar 100,6037 m <sup>3</sup> /detik dalam lima tahun berikutnya dan sebesar 157,1933 m <sup>3</sup> /detik dalam 35 tahun berikutnya.

Lanjutan Tabel 1.1

No	Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metodologi	Hasil
5	Hendra Ferdianto, Muhammad Prasetiyanto, 2023	Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Randugunting Dengan Metode F.J. Mock	Menganalisis debit andalan di Daerah Aliran Sungai Randugunting	Menghitung evapotranspirasi dengan memperhitungkan data meteorologi menggunakan penman modifikasi. Metode F.J. Mock diterapkan untuk menghitung ketersediaan air. Menggunakan probabilitas untuk menentukan debit andalan	Hasil perhitungan F.J. Mock menunjukkan bahwa debit andalan sebesar Q80% dicapai dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 0,39 m <sup>3</sup> /detik pada DAS Randugunting.



## **1.7 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini memiliki struktur laporan yang terdiri dari lima bab, yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka memuat analisis atau penjelasan dari berbagai referensi yang diperlukan sebagai dasar informasi terkait dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

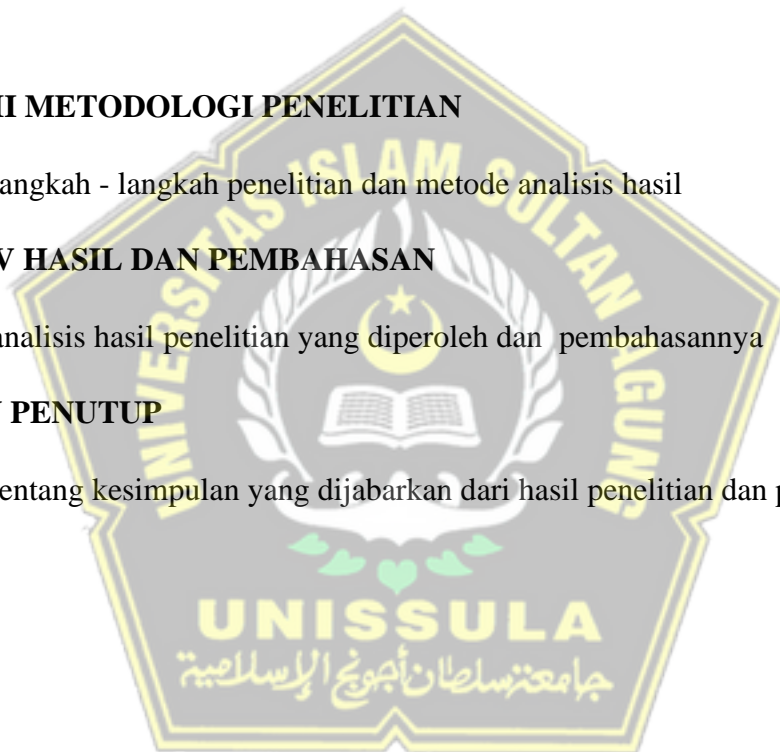
Berisi langkah - langkah penelitian dan metode analisis hasil

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

Berisi analisis hasil penelitian yang diperoleh dan pembahasannya

### **BAB V PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah aliran sungai

Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah yang dikelilingi dengan pegunungan atau punggung bukit, yang mengarahkan curah hujan yang turun di wilayah tersebut menuju sungai utama pada titik atau stasiun yang ditinjau. (Triatmodjo, 2008). Daerah aliran sungai baru-baru ini mengalami peningkatan keparahan masalah seperti erosi, sedimentasi, banjir, dan tanah longsor. Masalah – masalah tersebut adalah semacam reaksi yang tidak menguntungkan dari elemen DAS terhadap jumlah curah hujan. Kemampuan respon yang kuat atau lemah sangat tergantung pada kualitas DAS baik dari segi fisik, sosial ekonomi, dan budaya masyarakat.

DAS Randugunting termasuk daerah aliran yang dimanfaatkan sebagai sumber pasokan air yang ada di Kabupaten Rembang. Karakteristik suatu DAS memiliki peran mendasar dalam menentukan proses hidrologinya, sedangkan aspek sosial ekonomi dan budaya masyarakat berdampak pada seberapa cepat kondisi tersebut berubah. Maka dari itu, karakteristik fisik DAS, dalam hal ini “*terrain*” dan geomorfologi, pola drainase dan penyimpanan air sementara di DAS, dapat memudahkan mengenali wilayah yang mempunyai tingkat kerentanan yang tinggi terhadap masalah DAS dan merancang teknik pengendalian yang sesuai dengan kondisi setempat. Perubahan pemanfaatan lahan, terutama yang terjadi di wilayah hulu dari suatu DAS, dapat berakibat pada variasi debit air dan sedimen di wilayah hilir.

DAS juga berfungsi sebagai ekosistem, artinya terjadi interaksi biotik, abiotik, dan manusia. Curah hujan berfungsi sebagai komponen masukan DAS, dan debit air serta sedimen berfungsi sebagai komponen keluaran. Luas DAS berdampak pada jumlah limpasan permukaan, semakin tinggi luas DAS semakin

besar jumlah limpasan atau debit sungai, semakin rendah luas DAS semakin sedikit limpasan atau debit sungai.

## 2.2 Siklus Hidrologi

Air merupakan sebuah kekayaan alam yang sangat krusial untuk keberlangsungan hidup semua spesies di Bumi. Mengingat bahwa kehidupan tidak dapat ada tanpa air, definisi ini menunjukkan pentingnya air dan kebutuhan akan ketersediaan dan keberlanjutannya yang berkelanjutan untuk mendukung kehidupan saat ini dan pembangunan di masa depan. Hampir seluruh air di Bumi, sekitar 97% berbentuk air laut yang bersifat asin, sementara hanya 3% sisanya yang merupakan air tawar. Ini jelas merupakan masalah besar karena jumlah air yang dapat digunakan terbatas, tetapi jumlah air yang dibutuhkan manusia tidak terbatas, sehingga diperlukan pengelolaan yang cermat untuk memanfaatkan air secara berkelanjutan (Soemarto, 1987).



**Gambar 2.1** Siklus hidrologi

Sumber : <http://cerdika.com/siklus-hidrologi/>

Air menjadi bagian dari sumber daya alam yang melimpah meliputi air permukaan dan air tanah yang merupakan komponen integral dari siklus hidrologi. Pada gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari siklus hidrologi yang bermula ketika panas matahari mengenai permukaan bumi dan menghasilkan penguapan. Dampak

dari penguapan ini, awan tercipta di atmosfer oleh penumpukan uap air. Awan dapat mengakibatkan hujan karena berbagai faktor iklim. Sebagian hujan akan tertahan oleh butir-butir tanah, sedangkan sisanya akan bergerak sebagian sebagai limpasan, sebagian sebagai infiltrasi, sebagian limpasan dan sebagian kecil sebagai penguapan. Pori-pori tanah akan terisi air dari infiltrasi sehingga air akan bergerak secara vertikal melalui perkolasi dan secara horizontal melalui *interflow*.

### **2.3 Sumber Daya Air**

Siklus hidrologi yang diikuti oleh perubahan sifat dan bentuk air, serta sumber daya alam yang dapat diperbarui, memberikan sifat dinamis pada air. Air memiliki kemampuan untuk berada dalam berbagai bentuk seperti dalam bentuk cairan yang mengalir di permukaan tanah, disimpan dalam bumi sebagai air tanah, atau berada di udara dalam bentuk tetesan hujan. Selain itu, air juga dapat berwujud padat seperti es dan salju, dan terdapat dalam berbagai bentuk tergantung pada kondisi waktu dan tempat.

#### **2.3.1 Air tanah**

Air yang terakumulasi di bawah lapisan tanah atau di dalam tanah dikenal sebagai air tanah. Dari segi kuantitatif, volume air tanah di satu tempat mungkin tidak sama dengan di tempat lain. Hal ini ditentukan oleh volume cadangan air yang ada pada setiap lapisan pembawa air akuifer di daerah yang bersangkutan serta potensi daerah tangkapan air untuk infiltrasi presipitasi. Dengan formasi batuan yang jenuh air mampu menampung dan mentransmisikan air tanah kedalam besaran yang signifikan secara statistik, yang dikenal sebagai akuifer. Penggambaran proses siklus hidrologi pada Gambar 2.1 menunjukkan betapa eratnya ikatan air tanah dengan siklus hidrologi.

Pendekatan menyeluruh diperlukan untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dengan air dalam konteks ekonomi, sosial, dan lingkungan karena air memainkan peran yang begitu kompleks baik dalam aktivitas alam maupun manusia. Pemahaman tentang potensi air tanah di suatu daerah tergantung pada keberadaan cekungan air bawah tanah yang ada sedangkan potensi air permukaan

pada suatu wilayah dibatasi oleh DAS karena air mengalir dari ketinggian ke dataran lebih rendah, dan tidak terikat oleh batas wilayah administrasi yang luas.

### **2.3.2 Air permukaan**

Air permukaan terdiri dari air sungai, air rawa, air laut, air danau, air waduk, air bendungan, dan air tambak, merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Perubahan musim menyebabkan banyak perubahan (fluktuasi) debit air di permukaan, namun sebagian sifatnya agak konsisten (kontinu). Pada musim kemarau, beberapa sumber mata air mengalami kekeringan dan tidak memiliki aliran air, tetapi pada saat musim hujan, aliran air dari mata air tersebut kembali mengalir. Secara umum, baik musim maupun kualitasnya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah debit aliran sungai. Pada penelitian ini digunakan sumber air dari sungai Randugunting di Kabupaten Rembang.

### **2.4 Curah Hujan Area**

Data mengenai debit air dan curah hujan adalah data yang utama dan mendasar ketika merencanakan debit air yang dapat diandalkan. Kemampuan untuk memperoleh data berkualitas tinggi sebagian bergantung pada penentuan lokasi dan alat yang dipilih, serta kemampuan peralatan untuk mengukur curah hujan dan debit. Diperlukan curah hujan rata-rata untuk keseluruhan wilayah digunakan untuk membuat rencana penggunaan sumber daya air dan satu untuk pengelolaan banjir. Satuan luas curah hujan untuk curah hujan ini adalah mm (Sosrodarsono, 2003).

Melalui sejumlah titik pengamatan stasiun curah hujan, dapat diperkirakan curah hujan daerah tersebut. Sebuah alat dipasang untuk mengukur hujan di berbagai lokasi di seluruh wilayah untuk memperoleh gambaran luas tentang berapa banyak curah hujan di setiap DAS. Hujan jarang turun secara seragam di DAS yang luas karena bagian DAS yang berbeda mengalami jumlah curah hujan yang berbeda (Soemarto, 1995). Rata – rata jumlah curah hujan per hari dihitung dengan menerapkan analisis curah hujan. Dalam kurun waktu sepuluh tahun, dihitung rata – rata data curah hujan harian untuk digunakan dalam analisis. Metode FJ Mock digunakan untuk menghitung curah hujan yang dibutuhkan untuk menentukan debit

andalan. Stasiun hujan Stasiun Kaliori, Stasiun Sumber, dan Stasiun Bulu digunakan untuk analisis curah hujan di Kabupaten Rembang. Metode Rata-Rata Aljabar, Metode Polygon Thiessen dan Metode Isohyet adalah tiga metode yang sering digunakan untuk menentukan curah hujan rata-rata di suatu wilayah.

#### 2.4.1 Metode Rata - Rata Aljabar

Pendekatan penghitungan melibatkan penggunaan nilai rata-rata data curah hujan di lokasi terdekat dan mengasumsikan bahwa semua stasiun memiliki dampak yang sama. Apabila topografi rata dan terdapat banyak stasiun hujan yang terbagi rata di seluruh wilayah, metode ini dapat menghasilkan temuan yang akurat. Hasil tiap stasiun curah hujan umumnya mendekati nilai rata-rata curah hujan di seluruh wilayah stasiun tersebut.

Metode ini merupakan teknik pengukuran yang sangat sederhana yang dapat dilakukan secara bersamaan di beberapa stasiun, kemudian data dari setiap masing-masing stasiun digabungkan dan dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun yang ada di DAS merupakan stasiun yang digunakan dalam perhitungan; namun demikian, stasiun-stasiun terdekat di luar DAS respons juga dapat dipertimbangkan. Rumus berikut digunakan untuk menghitung nilai curah hujan total wilayah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

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

Keterangan :

- |                     |  |
|---------------------|--|
| R                   | = curah hujan wilayah (mm)                 |
| n                   | = jumlah titik-titik pengamatan            |
| R1, R2, . . . . .Rn | = curah hujan ditiap titik pengamatan (mm) |

Menurut (Triatmodjo, 2008) penerapan metode rata - rata aljabar yang efektif terjadi pada saat:

1. Stasiun hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) terdistribusi merata
2. Curah hujan DAS terdistribusi secara homogen atau merata.

### 2.4.2 Metode Poligon Thiessen

Pendekatan poligon Thiessen, yang diaplikasikan untuk memperhitungkan ketidakseragaman jarak, memberikan persentase pengaruh wilayah dari stasiun pengukur curah hujan. Wilayah pengaruh dapat diciptakan dengan membuat garis sumbu yang memotong garis penghubung antara dua stasiun pengukur curah hujan terdekat secara tegak lurus. Dasar pemikiran dari metode poligon Thiessen adalah bahwa variasi curah hujan antar stasiun hujan bersifat lurus dan stasiun hujan mencerminkan wilayah terdekat (Suripin, 2004)

Jika lokasi stasiun hujan tidak acak dan jumlahnya kecil dibandingkan luasnya, maka pendekatan poligon Thiessen adalah yang tepat. Pendekatan ini sering digunakan untuk mengidentifikasi curah hujan tahunan rata-rata di wilayah tersebut. Daerah aliran sungai harus dicakup oleh stasiun hujan yang dipilih untuk mengidentifikasi curah hujan rata-rata kawasan tersebut.

Dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar, Metode Poligon Thiessen menghasilkan temuan yang lebih akurat. Pendekatan ini sesuai untuk daerah datar antara 500 dan 5000 km<sup>2</sup>, ketika jumlah stasiun hujan dibatasi oleh luas daerah (Suripin, 2019). Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan besar kecilnya koefisien Thiessen (Soemarto, 1999)::

$$C = \frac{A_1}{A_{total}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

C = Koefisien Thiessen

A = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan (km<sup>2</sup>)

Atotal = Luas total dari DAS (km<sup>2</sup>)

Perhitungan rata – rata curah hujan tahunan di DAS dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$p = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=2}^n A_i} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

P = tinggi curah hujan rata-rata daerah

P1, P2, ..., Pn = curah hujan yang terdaftar di pos penakar hujan

A1, A2, ..., An = luas wilayah pengaruh pos penakar hujan

n = jumlah pos penakar hujan

Jaringan stasiun hujan tertentu memiliki poligon Thiessen yang tetap. Poligon desain baru harus dibuat jika jaringan stasiun curah hujan diubah, misalnya dengan menambah atau menghilangkan stasiun (Triatmodjo, 2008).

### 2.4.3 Metode Isohyet

Teknik Isohyet merupakan metode perhitungan yang mempertimbangkan dampak aktual dari masing-masing stasiun curah hujan. Dengan kata lain, premis yang mendasari teknik Thiessen menyiratkan bahwa setiap stasiun curah hujan merekam kedalaman yang setara untuk wilayah sekitarnya, dan kedalaman tersebut dapat disesuaikan. Lokasi yang curam dan tidak menentu sesuai untuk pendekatan ini (Suripin, 2004). Metode isohyet adalah teknik pendekatan yang sangat tepat untuk menentukan kedalaman curah hujan rata-rata di suatu wilayah tertentu. Metode ini membutuhkan sejumlah besar stasiun curah hujan dengan jarak yang sama, sehingga lebih memakan waktu dan tenaga dibandingkan metode lainnya (Triatmodjo, 2008). Cara menghitung curah hujan dilakukan dengan menerapkan rumus sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{\frac{R_1+R_2}{2}A_1 + \frac{R_3+R_4}{2}A_2 + \dots + \frac{R_n+R_{n-1}}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

R = Curah hujan rata-rata (mm)

R1, R2, ....., Rn = Curah hujan di garis Isohyet (mm)

A1, A2, .... , An = Luas bagian yang dibatasi oleh Isohyet-Isohyet (km<sup>2</sup> )

Metode isohyet dapat menghasilkan temuan yang lebih akurat jika stasiun curah hujan secara substansial lebih padat dan dimungkinkan untuk membentuk garis isohyet. Peta Isohyet perlu mencakup informasi tentang sungai utama, garis kontur, arah angin, topografi, dan karakteristik lain dari daerah yang bersangkutan. Dibutuhkan pengetahuan dan pengalaman yang memadai untuk membuat peta isohyet yang efektif (Sosrodarsono, 2003).

#### **2.4.4 Curah hujan maksimum harian rata-rata**

Terdapat beberapa metode untuk memperoleh rata – rata harian hujan maksimum di daerah aliran sungai, berikut adalah metode yang digunakan :

- a. Menentukan hujan maksimum harian untuk tahun tertentu di salah satu stasiun curah hujan
- b. Mencari jumlah curah hujan pada tanggal bulan tahun yang sama untuk stasiun curah hujan yang berbeda
- c. Menghitung hujan daerah aliran sungai menggunakan metode yang telah dipilih
- d. Menentukan curah hujan maksimum harian di tahun yang sama untuk stasiun pengukuran curah hujan yang berbeda
- e. Mengulangi langkah 2 dan 3 setiap tahun.

Setiap tahun, hasil tertinggi dipilih dari hasil rata-rata. Curah hujan harian maksimum yang tercatat di DAS untuk tahun yang dipilih adalah data setiap tahun (Suripin, 2004).

#### **2.5 Evaporasi**

Proses air berubah menjadi uap yang naik dari tanah dan air menjadi udara dikenal sebagai penguapan. Saat menganalisis pertumbuhan sumber daya air, penguapan merupakan komponen penting. Penguapan memiliki dampak signifikan pada sejumlah faktor, termasuk debit sungai, kapasitas pompa irigasi, kapasitas waduk, konsumsi tanaman, dan lainnya. Berikut adalah beberapa elemen meteorologi yang berdampak pada banyaknya air yang menguap (Soemarto, 1986).



### **2.5.1 Radiasi matahari**

Proses yang hampir konstan yang berlangsung baik pada siang maupun malam hari, penguapan adalah transformasi air menjadi uap air melalui proses es. Proses penguapan, yaitu mengubah cairan menjadi gas, membutuhkan energi dalam bentuk panas. Ini bekerja paling baik saat terkena radiasi matahari langsung.

### **2.5.2 Angin**

Lapisan batas permukaan-udara tanah menjadi jenuh dengan uap air ketika uap air menguap ke atmosfer, yang menghentikan proses penguapan. Jika lapisan jenuh diganti dengan udara kering, maka proses penguapan akan terus berlanjut. Di hadapan angin, pergantian itu bisa dibayangkan. Tingkat angin sangat penting untuk proses penguapan.

### **2.5.3 Kelembaban relatif**

Kelembaban relatif udara merupakan faktor yang mempengaruhi penguapan. Laju penguapan akan menurun ketika kelembaban cenderung meningkat karena kemampuan udara untuk menampung kelembaban akan berada pada titik keseimbangan tanah-udara yang sama sehingga kelembaban relative tetap terjaga. Tingkat penguapan akan dipercepat dengan mengganti lapisan udara. Dalam situasi ini, tindakan tersebut hanya memungkinkan dilakukan dengan menggantikan dengan udara yang lebih kering.

### **2.5.4 Suhu**

Penguapan terus menerus dimungkinkan ketika energi hadir. Karena energi panas yang sudah ada, kecepatan penguapan cenderung lebih tinggi pada suhu udara yang tinggi di atas tanah dibandingkan pada suhu permukaan yang rendah. Karena kemampuan udara menampung air meningkat seiring dengan kenaikan suhu, suhu udara berdampak ganda pada laju penguapan, sedangkan suhu air dan tanah hanya berdampak tunggal.

## **2.6 Transpirasi**

Penguapan air dari permukaan daun atau kanopi vegetasi ke atmosfer dikenal sebagai transpirasi. Variabel yang sama yang memengaruhi penguapan suhu, kecepatan angin, tekanan udara, dan radiasi panas matahari juga memengaruhi berapa banyak transpirasi yang dihasilkan tumbuhan. Dalam hal ini, kerapatan dan karakteristik vegetasi, seperti perilaku daun, struktur tajuk, dan lain-lain, juga mempengaruhi jumlah transpirasi dalam batas-batas tertentu.

## **2.7 Evapotranspirasi**

Seluruh jumlah air yang menguap kembali ke atmosfer dan berasal dari tanah dan tumbuh-tumbuhan dikenal sebagai evapotranspirasi. Evaporasi (proses penguapan air yang terjadi pada permukaan badan air) dan transpirasi bersama-sama membentuk jumlah evapotranspirasi (penguapan air dari tanah menuju atmosfer melalui vegetasi). Dalam rangkaian pengukuran siklus hidrologi, menentukan jumlah penguapan merupakan salah satu tugas yang paling menantang. Pada daerah tropis, hilangnya air melalui penguapan dan transpirasi cenderung mempercepat kekeringan dan mengurangi volume air yang mengalir di sungai selama musim kemarau.

Kehilangan air terkait penguapan biasanya diamati dari dua sudut. Yang pertama adalah penguapan langsung air dari danau, waduk, dan sungai di permukaan (E0). Kedua, air hilang melalui transpirasi pada tumbuh-tumbuhan. Karena penguapan air yang baru saja dituangkan ke permukaan daun vegetasi juga diperhitungkan, maka kejadian kedua ini sering disebut dengan evapotranspirasi (ET). Nilai dapat berubah tergantung pada jenis vegetasi yang disertakan, jumlah air dalam tanah, dan seberapa baik tanah dapat menguapkan air.

Penguapan dan transpirasi ditambahkan bersama-sama untuk membuat angka evapotranspirasi. Definisi dari evapotranspirasi adalah hilangnya air dari tanah DAS dan permukaan air. Metode Penman, metode radiasi, metode Thornthwaite, metode panci evaporasi, dan metode Blaney-Criddle dapat digunakan untuk menghitung jumlah evapotranspirasi.

Beberapa unsur iklim seperti suhu udara, kecepatan angina, kelembaban udara, dan penyinaran matahari mempengaruhi evapotranspirasi potensial (ET<sub>0</sub>). Metode Penman Modifikasi (FAO) yang dirumuskan sebagai berikut merupakan salah satu teknik yang diterapkan untuk menentukan berapa ET<sub>0</sub> yang ada (Sudjarwadi, 1979).

### 2.7.1 Metode Penman Modifikasi

Nilai evapotranspirasi potensial (Et<sub>0</sub>) dapat diukur dengan menerapkan teknik Modified Penman, yang memiliki persamaan sebagai berikut :

$$ET_0 = c \times [W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d)] \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

ET <sub>0</sub>	= evapotranspirasi potensial (mm/hari)
c	= faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam)
W	= faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari
R <sub>n</sub>	= radiasi netto (mm/hari)
1 - W	= faktor temperatur dan ketinggian
F(u)	= faktor kecepatan angin
E <sub>a</sub>	= tekanan uap udara (mbar)
E <sub>d</sub>	= tekanan uap jenuh (mbar)

Di bawah ini adalah pembahasan tentang bagaimana variabel dijelaskan dan bagaimana perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan Penman Modifikasi :

a. Faktor c

aspek yang mengindikasikan dampak dari perbedaan kecepatan angin di siang dan malam hari. Untuk mengetahui nilai koreksinya, dapat merujuk pada Tabel 2.1 yang diberikan oleh metode penman.

**Tabel 2.1** faktor koreksi (c)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
c	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

b. Tekanan uap jenuh (ea)

Untuk menentukan Ea atau nilai tekanan uap jenuh perlu mempertimbangkan suhu. Pada Tabel 2.2 merupakan tabel tekanan uap jenuh (ea) yang digunakan sebagai referensi untuk mengetahui nilai dari tekanan uap jenuh (ea) berdasarkan suhu rata-rata udara. Untuk perhitungannya dapat menggunakan persamaan interpolasi yang tersedia:

$$ea = \left[ \frac{T_{mean} - T_2}{T_2 - T_1} \right] + (ea_2 - ea_1) + ea_1 \dots \dots \dots (2.6)$$

**Tabel 2.2** Tekanan uap jenuh (ea) menurut temperatur udara rata-rata

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

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

c. Menghitung tekanann uap aktual (ed)

Persamaan 2.3 bisa diterapkan untuk menghitung nilai tekanan uap aktual (ed).

$$ed = ea \times Rh/100 \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

ed = Tekanan uap aktual (mbar)

ea = tekanan uap jenuh (mbar)

Rh = kelembapan udara (%)

d. Melakukan perhitungan perbedaan antara tekanan uap (ea) dan tekanan uap aktual (ed) dengan mengurangkan nilai tekanan uap aktual (ed) dari nilai tekanan uap jenuh (ea).

e. Langkah selanjutnya adalah mencari fungsi kecepatan angin f(U) berlandaskan pada nilai kecepatan angin (U). Untuk menghitung f(U), digunakan rumus sebagai berikut :

$$f(U) = 0,27 \times \left( 1 + \frac{U}{100} \right)$$

Keterangan :

U = Kecepatan (km/jam)

f. Aspek yang mempengaruhi penyinaran matahari (W) dan (1-W)

Saah satu factor atau aspek yang sangat penting dalam mempengaruhi evapotranspirasi potensial adalah faktor yang memengaruhi penyinaran matahari (W). Nilai faktor (W) terkait dengan ikatan antara temperatur dan ketinggian dapat ditemukan di Tabel 2.3. Untuk melakukan perhitungan, dapat menggunakan persamaan interpolasi sebagai berikut :

$$W = \left[ \frac{T - T_1}{T_2 - T_1} \right] + (W_2 - W_1) + W_1 \dots\dots\dots(2.8)$$

**Tabel 2.3** Nilai W untuk efek radiasi

<b>Ketinggian (z) m</b>		<b>0</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>
<b>Temperatur (T) °C</b>	<b>2</b>	0,43	0,44	0,46	0,49
	<b>4</b>	0,46	0,48	0,49	0,52
	<b>6</b>	0,49	0,51	0,52	0,55
	<b>8</b>	0,52	0,54	0,55	0,58
	<b>10</b>	0,55	0,57	0,58	0,61
	<b>12</b>	0,58	0,6	0,61	0,64
	<b>14</b>	0,61	0,62	0,64	0,66
	<b>16</b>	0,64	0,65	0,66	0,69
	<b>18</b>	0,66	0,67	0,69	0,71
	<b>20</b>	0,69	0,7	0,71	0,73
	<b>22</b>	0,71	0,72	0,73	0,75
	<b>24</b>	0,73	0,74	0,75	0,77
	<b>26</b>	0,75	0,76	0,77	0,79
	<b>28</b>	0,77	0,78	0,79	0,81
	<b>30</b>	0,78	0,79	0,8	0,82
	<b>32</b>	0,8	0,81	0,82	0,84
	<b>34</b>	0,82	0,82	0,83	0,85
<b>36</b>	0,83	0,84	0,85	0,86	
<b>38</b>	0,84	0,85	0,86	0,87	
<b>40</b>	0,85	0,86	0,87	0,88	

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

g. Perhitungan radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi ( $R_s$ ), perlu diketahui nilai radiasi lapisan atas atmosfer ( $R_a$ ) dan nilai penyinaran matahari ( $n/N$ ) yang dapat ditemukan di tabel 2.4. Perhitungan dilakukan dengan menerapkan persamaan dibawah ini :

$$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) \times R_a \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- $R_s$  = Radiasi matahari
- $n/N$  = Penyinaran matahari (%)
- $R_a$  = Radiasi lapisan atas atmosfer

**Tabel 2.4** Radiasi Terrestrial (Ra)

Lintang SELATAN (°)	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	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
6	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
12	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
20	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
26	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
30	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

h. Perhitungan pada radiasi bersih gelombang pendek matahari ( $R_{ns}$ ), diperlukan angka atau besaran radiasi matahari yang mencapai ke permukaan bumi ( $R_s$ ) dan ( $\alpha$ ) yang bernilai 0,25. Perhitungan  $R_{ns}$  dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s \dots \dots \dots (2.10)$$

keterangan :

$R_{ns}$  = Radiasi bersih gelombang pendek matahari

$\alpha$  = Albedo atau persentase radiasi yang dipantulkan, untuk tanaman acuan pada rumus Penman Modifikasi diambil  $\alpha = 0.25$

i. Menghitung  $f(T)$

Untuk menghitung pengaruh temperatur ( $f(T)$ ), digunakan persamaan interpolasi. Tabel 2.5. merupakan nilai koreksi akibat temperatur ( $f(T)$ ). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan interpolasi sebagai berikut :

$$f(T) = \left[ \frac{T - T^1}{T^2 - T^1} \right] + (f(T)^2 - f(T)^1) + f(T)_1 \dots \dots \dots (2.11)$$

**Tabel 2.5** Pengaruh Temperatur Udara  $f(T)$  pada radiasi gelombang

Temp (°C)	f(T)
20	14,6
21	14,8
22	15,0
23	15,2
24	15,4
25	15,7
26	15,9
27	16,1
28	16,3
29	16,5
30	16,8
31	17,0
32	17,2
33	17,5
34	17,7
35	17,9
36	18,1
37	18,3
38	18,5
39	18,7



Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

n. Menghitung pengaruh tekanan uap  $f(ed)$

Dalam perhitungan  $f(ed)$ , digunakan nilai tekanan uap aktual ( $ed$ ). Perhitungan dilakukan dengan menerapkan persamaan dibawah ini :

$$f(ed) = 0.34 - 0.044 \times \sqrt{ed}$$



Keterangan :

$f(ed)$  = Tekanan uap

$ed$  = Tekanan uap aktual

o. Menghitung pengaruh persentase penyinaran matahari  $f(n/N)$

Pengaruh persentase penyinaran matahari ( $f(n/N)$ ) dapat dihitung dengan mengacu pada nilai rata-rata penyinaran matahari ( $n/N$ ). Nilai pengaruh persentase penyinaran matahari ( $f(n/N)$ ) dapat ditemukan di Tabel 2.6.

Perhitungan dilakukan dengan menerapkan persamaan di bawah ini :

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9 \times n/N \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

$f(n/N)$  = Persentase penyinaran matahari  $n/N$

$n/N$  = Penyinaran matahari (%)

**Tabel 2.6** Pengaruh Persentase penyinaran matahari  $f(n/N)$  terhadap  $Rn1$

$n/N$	$f(n/N)$	$n/N$	$f(n/N)$
0	0,1	0,5	0,55
0,05	0,15	0,55	0,6
0,1	0,19	0,6	0,64
0,15	0,24	0,65	0,69
0,2	0,28	0,7	0,73
0,25	0,33	0,75	0,78
0,3	0,37	0,8	0,82
0,35	0,42	0,85	0,87
0,4	0,46	0,9	0,91
0,45	0,51	0,95	0,96

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi (1980)

p. Menghitung radiasi bersih gelombang panjang ( $Rn1$ )

Perhitungan radiasi bersih gelombang panjang ( $Rn1$ ), digunakan nilai pengaruh tekanan uap ( $f(ed)$ ), pengaruh temperatur ( $f(T)$ ), dan pengaruh persentase penyinaran matahari ( $f(n/N)$ ). Perhitungan radiasi bersih gelombang panjang ( $Rn1$ ) dilakukan dengan menerapkan persamaan berikut ini :

$$Rn1 = f(T) \times f(ed) \times f(n/N) \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

$Rn1$  = Radiasi bersih gelombang panjang  $f(T)$

$f(T)$  = Pengaruh temperatur

$f(ed)$  = Tekanan uap

$f(n/N)$  = Persentase penyinaran matahari

q. Menghitung radiasi bersih ( $Rn$ )

Menggunakan (Anonim, 2006) nilai radiasi matahari pada gelombang pendek yang bersih ( $Rns$ ) dan nilai radiasi pada gelombang panjang yang bersih ( $Rn1$ ), maka dapat dihitung nilai radiasi bersih ( $Rn$ ) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Rn = Rns - Rn1 \dots \dots \dots (2.14)$$

dimana :

$Rn$  = Radiasi bersih

$Rns$  = Radiasi bersih gelombang pendek matahari

$Rn1$  = Radiasi bersih gelombang panjang

r. Berdasarkan nilai ( $C$ ), nilai ( $W$ ), nilai ( $Rn$ ), nilai ( $1-W$ ), nilai ( $ea - ed$ ), dan  $f(U)$  sehingga akan memperoleh nilai evapotranspirasi potensial ( $ET$ ) dalam (mm/hari). Perhitungan ( $ET$ ) dalam (mm/hari) menerapkan persamaan di bawah ini :

$$ET = C \times (W \times Rn + (1 - W) \times f(U) \times (ea - ed)) \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan :

$ET$  = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

$W$  = Faktor pembobot

$Rn$  = Radiasi bersih

$1-W$  = Elevasi daerah

$ea-ed$  = Perbedaan tekanan uap

$f(u)$  = Fungsi kecepatan angin

$C$  = Konstanta

## 2.5 Ketersediaan Air

Air sungai dianggap sebagai sumber utama ketersediaan air, meskipun dalam penelitian tentang irigasi, curah hujan yang efektif juga dianggap sebagai bagian dari ketersediaan air. Meskipun fokus utama dalam ketersediaan air adalah pada air sungai, namun curah hujan juga harus dipertimbangkan (Dep. PU, 1983). Fenomena alam seperti ketersediaan air sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurasi karena setiap lokasi memiliki kondisi hidrologi yang berbeda-beda. Distribusi peluang dapat digunakan untuk memprediksi masalah ketersediaan air karena air tersedia dalam jumlah yang bervariasi secara variabilitas ruang dan waktu yang tinggi.

Air yang tersedia sebagai sumber daya pada dasarnya bermula dari air hujan yang turun ke permukaan bumi dan juga air yang tersimpan didalam tanah. Beberapa hujan yang turun di suatu wilayah sungai atau DAS akan terjadi penguapan kembali sesuai dengan kondisi iklim, sebagian mengalir di permukaan atau sub-permukaan menuju saluran, sungai, atau danau, dan sebagian lainnya menyerap ke dalam tanah untuk mengisi kembali kandungan air tanah yang sudah ada (Anonim, 2006).

## 2.6 Debit

Debit sungai adalah kuantitas air yang mengalir di dalam sungai atau saluran per satuan waktu. Salah satu teknik yang umumnya diterapkan untuk menghitung jumlah air yang mengalir di sungai adalah menggunakan metode profil sungai, yang melibatkan perkalian kecepatan aliran air dengan luas penampang vertikal sungai. Debit atau kecepatan aliran air adalah faktor utama yang berkaitan dengan masalah DAS seperti banjir, erosi, longsor, dan sedimentasi. Berkaitan hal tersebut, DAS harus memantau dalam pengukuran debit.

Untuk merekam data debit, kurva lengkung aliran debit (Discharge Rating Curve) digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara tinggi muka air dan debit di wilayah tertentu. Satuan pengukuran untuk volume debit air yang mengalir melewati penampang basah sungai dalam satuan waktu umumnya

diungkapkan sebagai  $m^3/s$ . Data pengukuran aliran ini direkam pada lembar kerja yang biasanya digunakan dalam bentuk kertas aritmatik atau kertas logaritmik, tergantung pada kondisi lingkungan tempat dimana pengukuran dilakukan. Tinggi muka air diplot pada sumbu vertikal sementara debit ditampilkan pada sumbu horizontal (Rahayu, 2009).

## 2.7 Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit yang dapat digunakan sepanjang tahun untuk keperluan seperti pembangkit listrik tenaga air, air minum, dan lain-lain, dengan memperhitungkan risiko kegagalan tertentu. Jika ditetapkan bahwa risiko kegagalan telah dipertimbangkan, maka rasio debit yang lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% akan terjadi dalam pengamatan ketika debit andalan ditetapkan sebesar 80%.

**Tabel 2.7** Nilai Debit Andalan untuk Berbagai Macam Kegiatan

Kegiatan	Keandalan
Penyediaan air minum	99%
Penyediaan air industri	95% - 98%
Penyediaan air irigasi	80%
Daerah beriklim setengah lembab	75 - 85%
Daerah beriklim kering	80 - 95%
Pembangkit listrik tenaga air	85 - 90%

Sumber : Soemarto (1995)

Umumnya, data mengenai debit andalan dibutuhkan dalam penyusunan peningkatan air baku, air irigasi, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA), terutama sebagai penentu persediaan air yang terdapat pada bangunan pengambilan. Supaya diperoleh keakuratan dalam perhitungan debit andalan, dibutuhkan informasi statistik debit yang diperoleh dari periode pengukuran yang cukup lama untuk mengurangi terjadinya penyimpangan data yang signifikan. Biasanya, kalkulasi atau menghitung debit andalan dikerjakan melalui cara meranking atau

menghitung debit rata-rata bulanan, setengah bulanan, atau sepuluh harian, yang didasarkan pada pola operasi bendung atau bendungan (Nugroho, 2010).

Menghitung ketersediaan air atau debit yang dapat diandalkan penting untuk menghitung neraca air dan menetapkan kapasitas air untuk mengairi daerah layanan. Tergantung pada data yang ada, metode yang berbeda dapat digunakan untuk menganalisis debit primer. Debit yang dapat dipercaya dapat ditentukan jika ada catatan debit yang komprehensif. Meskipun demikian, jika hanya ada periode pencatatan debit yang singkat, debit yang dapat diandalkan dapat ditentukan dengan menggunakan data curah hujan dan faktor kalibrasi terhadap data debit historis. Jika tidak ada pencatatan debit, maka pendekatan F.J.Mock dapat diterapkan untuk menentukan debit yang handal berdasarkan data curah hujan (Pekerjaan Umum, 2010). Ada beberapa cara untuk mengukur debit, antara lain dengan mengukur volume air sungai, mengukur debit dengan menghitung luas penampang sungai dan kecepatan aliran, mengukur debit dengan memakai zat kimia yang mengalir di sungai, dan mengukur debit dengan cara mendirikan struktur bangunan. Struktur pengukur debit.

Debit andalan merupakan debit yang tersimpan secara kontan sepanjang tahun dengan kemungkinan gagal yang kecil. Menurut Limantara (2009), ada empat teknik yang dapat diterapkan untuk mempelajari debit yang kredibel:

1. Metode Debit Rata-Rata Minimum

Pendekatan yang dikenal sebagai Metode Debit Rata-Rata Minimal hanya menggunakan satu titik data selama setahun, yaitu rata-rata debit harian selama periode tersebut. Pendekatan ini dapat digunakan di DAS yang debit maksimum dan minimumnya bervariasi secara berkala tiap tahunnya tetapi tidak signifikan, dan di mana permintaan air tahunan cukup stabil.

2. Metode *Flow Characteristic*

- a. Teknik Karakteristik Aliran, di sisi lain, didasarkan pada konsep tahun normal, kering, dan hujan. Debit yang berdasarkan pada tahun normal terjadi ketika rata-rata debit per tahun hampir sama dengan rata-rata debit sepanjang waktu, sementara debit berdasarkan tahun kering dan basah terjadi ketika rata-rata

debit per tahun lebih rendah daripada rata-rata debit sepanjang waktu. Strategi ini bekerja dengan baik di wilayah aliran sungai dimana fluktuasi debit maksimum dan minimum mengalami variasi yang signifikan setiap tahun, pemanfaatan air terbilang bervariasi sepanjang tahun, dan jumlah datanya besar. Empat bentuk debit yang membentuk keandalan dalam Metode Karakteristik Aliran adalah Debit Air Normal , Debit Air Musim Kemarau, Debit Air Cukup dan Debit Air Rendah.

### 3. Metode Tahun Dasar Perencanaan

Perancangan atau pengelolaan irigasi seringkali menggunakan teknik Tahun Dasar Perencanaan. Untuk menentukan tahun dasar perencanaan, metode ini menggunakan debit dengan reliabilitas 80%, maka perhitungannya adalah  $R_{80} = n/5 + 1$ . Karena debit di bawah  $R_{80}$  dapat dihitung dengan menggunakan metode ini, maka debit di atas  $R_{80}$  adalah 20% lebih mungkin terjadi.

### 4. Metode Bulan Dasar Perencanaan

Metode Karakteristik Aliran, yang diperiksa untuk bulan tertentu, dan metode ini hampir identik. Pendekatan ini paling populer karena lebih akurat menangkap kondisi musim kemarau dan musim hujan karena keandalan debit ditentukan dari Januari hingga Desember.

Debit dengan kemungkinan tertentu dianggap dapat diandalkan. Kemungkinan pelepasan besar ini bervariasi. Probabilitas 80% digunakan untuk alasan irigasi rutin. Tentu saja, kemungkinan yang lebih besar—90% sampai 95%—diperlukan untuk kebutuhan air minum dan industri (Soemarto, 1987). Pentingnya penggunaannya dan prioritas awal yang harus diberikan air sama-sama ditunjukkan oleh persentase andalan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, debit minimal pada tingkatan probabilitas tertentu yang bisa digunakan untuk kebutuhan pemasokan air juga dapat disebut sebagai debit yang andal. Sehingga perhitungan debit yang akurat ini dibutuhkan guna menentukan debit dari suatu sumber air yang akurat untuk tujuan tertentu.

## 2.8 Metode FJ Mock

Pendekatan FJ Mock, pertama kali dikemukakan oleh Dr. FJ Mock pada tahun 1973, merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan debit yang dapat diandalkan untuk periode waktu tertentu. Dengan menggunakan evapotranspirasi potensial, data curah hujan, parameter hidrologi DAS, dan informasi lainnya, dimungkinkan untuk memperkirakan atau menentukan jumlah debit sungai pada interval bulanan dan kemudian menghitung debit yang dapat diandalkan dengan menggunakan metode FJ Mock. Teknik Mock meliputi proses penentuan evapotranspirasi potensial, evapotranspirasi aktual, surplus air, aliran optimal, dan limpasan langsung. Data yang digunakan untuk analisis harus berumur minimal 10 tahun agar menghasilkan nilai yang memuaskan (Dirjen Pengairan, 1986). (Direktorat Jenderal pengairan, 1986).

Informasi iklim, seperti kecepatan angin, suhu udara, kelembapan udara, dan radiasi matahari, dapat dimanfaatkan untuk menetapkan debit yang dapat diandalkan menggunakan metode FJ Mock. Data klimatologi DAS Randuguntingyang Kabupaten Rembang baru terkumpul selama empat tahun. Informasi yang digunakan dan contoh tabel perhitungan debit andalan dengan pendekatan FJ MOCK diantaranya adalah :

### 1. Data Curah Hujan

Metode pengukuran curah hujan yang diterapkan yaitu curah hujan 10 hari. Stasiun curah hujan yang digunakan dipilih berdasarkan representatifitasnya terhadap keadaan hujan di wilayah yang diukur.

### 2. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Evapotranspirasi aktual yang memperhitungkan keadaan tanaman, frekuensi curah hujan, dan permukaan tanah disebut sebagai evapotranspirasi terbatas. Data curah hujan 10 hari, jumlahnya hari basah, dan jumlah total permukaan tanah kering diperlukan untuk menghitung evapotranspirasi terbatas. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa tanah hanya dapat menampung 12 mm air dan 4 mm air menguap per hari. Luas permukaan yang terekspos dapat ditentukan dengan menggunakan peta tata guna lahan atau diprediksi memakai asumsi

tertentu, seperti luas permukaan yang terekspos adalah 0% untuk hutan lebat, 10% hingga 40% untuk lahan yang rusak, dan 20% hingga 50% untuk pertanian budidaya tanah.

Dalam perhitungan matematika, evapotranspirasi terbatas dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut :

$$E_t = E_p - E \dots\dots\dots (2.16)$$

$$E = E_p \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

E = Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm)

E<sub>t</sub> = Evapotranspirasi terbatas (mm)

E<sub>p</sub> = Evapotranspirasi potensial (mm)

m = singkapan lahan (*Exposed surface*)

n = jumlah hari hujan

3. Faktor Lahan Terbuka

Bergantung pada sifat lahan, Faktor Pembukaan Lahan mungkin memiliki kisaran nilai. Faktor pembukaan (m) adalah nol untuk wilayah yang berhutan lebat. Faktor pembukaan lahan untuk medan terdegradasi berkisar antara 10 hingga 40%. Faktor pembukaan lahan untuk lahan pertanian pertanian berkisar antara 30 sampai 50%. Meskipun demikian, dapat diasumsikan bahwa faktor pembukaan (m) bernilai 30% berdasarkan pengamatan lapangan di wilayah penelitian yang terdiri dari lahan pertanian yang digarap dan lahan yang tererosi.



4. Luas Daerah Aliran

Semakin luas daerah yang dialiri oleh sungai, semakin besar kemungkinan debit air yang tersedia.

5. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

Kuantitas air yang bisa ditampung oleh lapisan permukaan tanah per meter persegi dikenal sebagai kapasitas air tanah (juga dikenal sebagai kapasitas kelembaban tanah, atau SMC). Porositas tanah permukaan yang terekam dalam DPS dapat digunakan untuk menentukan jumlah SMC untuk menentukan ketersediaan air. Jumlah SMC yang tersedia meningkat dengan porositas tanah. Nilai SMC yang digunakan dalam perhitungan ini bervariasi dari 50 hingga 200 mm. SMC dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$SMC(n) = SMC(n-1) + IS(n) \dots\dots\dots (2.18)$$

$$SMS = ISMS + (P - Ea) \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

SMC = Kapasitas kelembaban tanah

SMC (n) = Kelembaban tanah periode ke n

SMC(n-1) = Kelembaban tanah periode ke n-1

IS = Tampungan awal (*initial storage*) (mm)

SMS = tampungan kelembaban tanah (*Soil moisture storage*)

ISMS = *Soil moisture capacity* (SMC) bulan sebelumnya

P - Ea = Presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi

6. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan air di permukaan tanah meliputi kandungan air tanah, air hujan, dan kapasitas kelembaban tanah (SMC). Secara matematis, perhitungan mengenai air hujan yang turun ke permukaan tanah dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut :

$$As = P - Et \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

$A_s$  = air hujan yang mencapai permukaan tanah

$P$  = curah hujan bulanan

$E_t$  = Evapotranspirasi

7. Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah bergantung pada nilai  $A_s$ , yang jika negatif akan mengurangi kapasitas kelembaban tanah, dan jika positif akan meningkatkan kelembaban tanah.

8. Aliran dan Penyimpangan Air Tanah (*run off* dan *Ground water storage*)

Aliran dan penyimpangan air tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah dan keseimbangan air.

9. Koefisien Infiltrasi

berlandaskan porositas tanah dan kemiringan Daerah Pengaliran Sungai (DPS), dapat dihitung estimasi nilai koefisien infiltrasi. Lahan DPS dengan porositas yang tinggi cenderung memiliki koefisien penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang datar memiliki koefisien infiltrasi yang lebih rendah. Batas koefisien infiltrasi berkisar dari 0 hingga 1.

10. Faktor Resesi Aliran Tanah ( $k$ )

Koefisien resesi aliran tanah ( $k$ ) dihitung dengan membandingkan aliran air tanah pada suatu bulan tertentu dengan aliran air tanah di awal bulan. Nilai  $k$  dipengaruhi oleh sifat geologi DPS, dan dalam metode perhitungan ketersediaan air FJ Mock, nilai  $k$  diperoleh melalui percobaan untuk menghasilkan aliran yang diinginkan.

11. *Initial Storage (IS)*

Dalam perhitungan, *Initial Storage (IS)* merupakan estimasi volume air awal yang diasumsikan sebesar 100 mm pada awal analisis di lokasi penelitian.

12. Penyimpanan air tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpanan air tanah (*ground water storage*) bergantung pada keadaan geologi sekitar dan waktu. Untuk memulai percobaan, terlebih dahulu perlu menentukan penyimpanan awal (*initial storage*). Berikut adalah rumus yang diterapkan untuk menghitung penyimpanan air tanah :

$$V_n = k \times V_{n-1} + 0,5 (1 + k) \times I \dots\dots\dots (2.21)$$

$$V_n = v_n - v_{n-1} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

- $V_n$  = Volume air tanah periode ke n
- $K$  =  $q_t/q_0$  = faktor resesi aliran tanah
- $q_t$  = aliran air tanah pada waktu periode ke t
- $q_0$  = aliran air tanah pada awal periode (periode ke 0)
- $v_{n-1}$  = volume air tanah periode ke (n-1)
- $v_n$  = perubahan volume aliran air tanah

13. Aliran Sungai

Aliran Dasar = Infiltrasi – Perubahan aliran air dalam tanah

Aliran permukaan = volume air lebih – infiltrasi

Aliran sungai = aliran permukaan + aliran dasar

Debit Bulanan =  $\frac{\text{Aliran Sungai} \times \text{Luas DAS}}{1 \text{ bulan dalam detik}}$

Aliran air di sungai terdiri dari jumlah aliran langsung (*direct run off*), limpasan badai (*storm run off*) dan aliran tanah (*base flow*).

Berikut adalah besarnya masing-masing aliran :

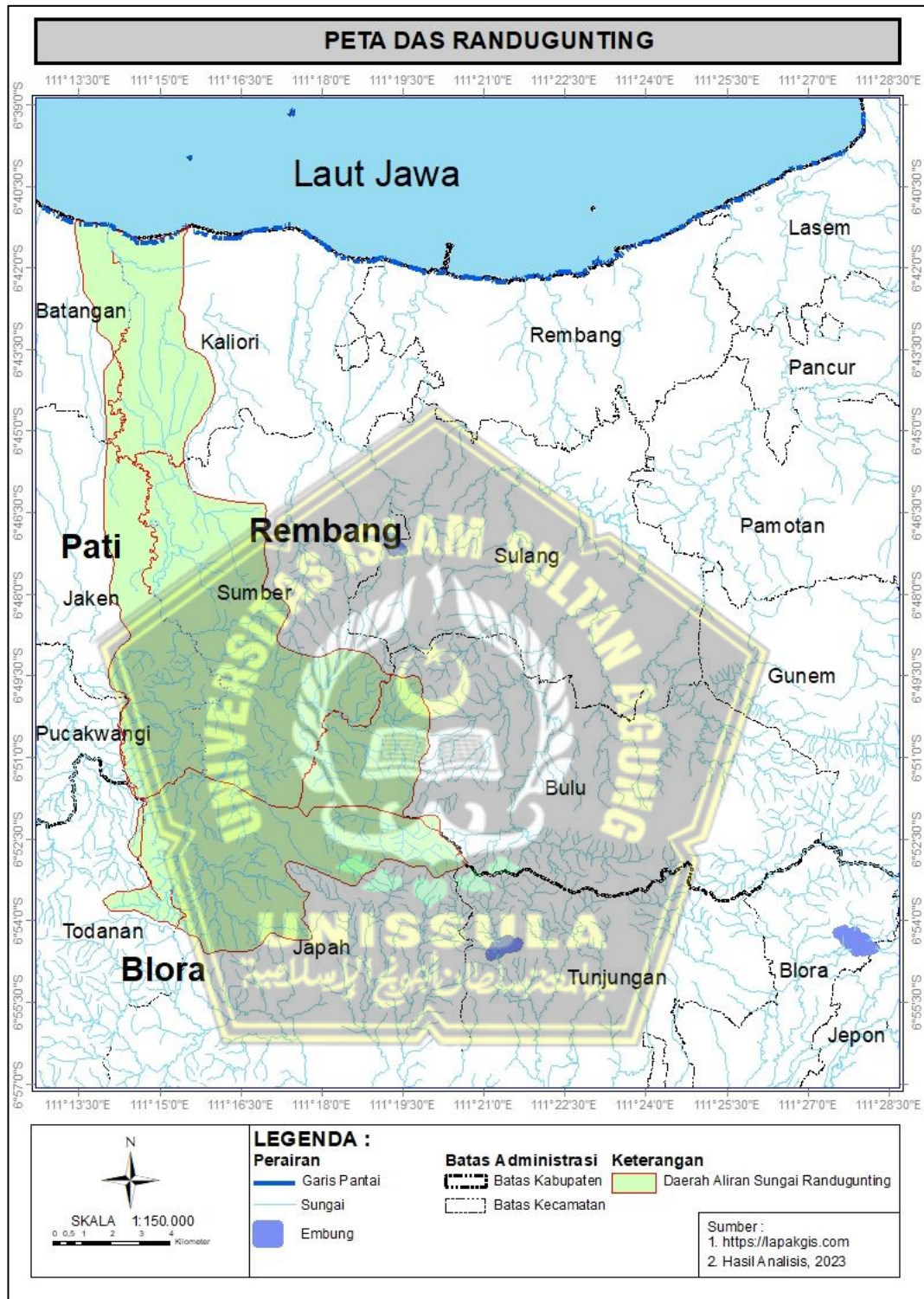
1. *Interflow* = infiltrasi – volume air tanah
2. *Direct run off* = *water surplus* – infiltrasi
3. *Base flow* = Infiltrasi - perubahan volume aliran air tanah
4. *Run off* = *base flow* + *direct run off* + *storm run off*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai Randugunting menjadi lokasi penelitian untuk tugas akhir ini. Provinsi Jawa Tengah memiliki DAS Randugunting yang bermuara ke Laut Jawa. Sungai besar DAS Randugunting mengalir melalui tiga kabupaten yaitu Blora, Pati, dan Rembang di Pegunungan Kapur Utara. Hulu DAS Randugunting berada di perbukitan kapur di Kecamatan Japah Kabupaten Blora, sedangkan muaranya berada di Kecamatan Kaliori Kabupaten Rembang.





**Gambar 3.1** Peta DAS Randugunting

Sumber : Analisis (2023)

## 3.2 Jenis dan Sumber Data

Dalam laporan tugas akhir ini, digunakan dua jenis data sebagai referensi, yaitu data primer dan data sekunder.

### 3.2.1 Jenis Data

#### a. Data Primer

Data primer didapatkan dari organisasi terpercaya dan sumber terkini lainnya yang terkait dengan keadaan saat ini. Metode yang digunakan dikenal dengan metode wawancara, yaitu menggunakan narasumber wawancara yang terpercaya untuk mengolah data yang diperlukan.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder mencakup informasi yang memengaruhi perencanaan, seperti data arsip yang dikumpulkan dari organisasi yang terhubung. Di antara data sekunder tersebut adalah :

##### 1. Data Curah Hujan

Informasi mengenai curah hujan dapat diperoleh dari lembaga yang bertanggung jawab atas pengelolaan data curah hujan. Untuk melakukan analisis hidrologi, diperlukan data curah hujan harian minimal, curah hujan maksimum, serta data hujan bulanan minimal selama 10 tahun terakhir (BMKG Stasiun Klimatologi Semarang). Untuk keperluan analisis hidrologi, hanya data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan yang terletak dekat dengan lokasi penelitian yang digunakan. Dalam penelitian yang dilakukan, data curah hujan menggunakan periode tahun 2011 hingga 2020.

##### 2. Data Klimatologi

Data Klimatologi terdiri dari :

- a. Data suhu rata-rata bulana ( $^{\circ}\text{C}$ )
- b. Kecepatan rata-rata angin (m/det)
- c. Kelembapan relatif rata-rata udara (%)
- d. Persentase rata-rata lama penyinaran matahari (%)

### 3. Peta Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian yang akan diteliti yaitu DAS Randugunting yang berada di wilayah Provinsi Jawa Tengah dan memiliki muara di Laut Jawa.

### 4. Stasiun Curah Hujan

Pada penelitian di wilayah DAS Randugunting akan digunakan tiga stasiun penakar curah hujan, yaitu Kaliori, Sumber dan Bulu.

#### 3.2.2 Analisis Data

##### a. Analisis Curah Hujan

Metode *Polygon Thiessen* akan dipakai untuk mengidentifikasi daerah tangkapan curah hujan. Untuk menentukan curah hujan rata – rata menggunakan hasil luas tangkapan di DAS Randugunting.

##### b. Analisis Evapotranspirasi

Informasi terkait iklim, termasuk kelembaban udara, panjang hari matahari, kecepatan angin, dan suhu udara, diperlukan untuk menentukan jumlah evapotranspirasi. Metode *Penman Modifikasi* digunakan untuk menghitung Evapotranspirasi potensial ( $ET_0$ ).

##### c. Analisis Ketersediaan Air

Metode F.J. Mock yang digunakan untuk menentukan debit air DAS digunakan untuk menentukan jumlah air yang tersedia di DAS Randugunting. Untuk menghitung debit air digunakan data sebagai parameter, yaitu evapotranspirasi potensial dan curah hujan rata-rata bulanan.

#### d. Analisis Debit Andalan

Pada saat perhitungan debit air DAS Randugunting, faktor koreksi 80% dimasukkan sebagai hasilnya, dan faktor koreksi ini kemudian digunakan untuk menghitung Debit Andalan.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada deskripsi data melalui beberapa tahapan, antara lain studi literatur, pengumpulan data, dan analisis data. Berikut adalah beberapa tahapan dalam menjalankan proses penelitian :

#### 1. Tahapan Pendahuluan

Satu dari tahapan awal dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mempelajari sumber-sumber referensi yang relevan dengan topik penelitian ini..

#### 2. Tahapan Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, termasuk data curah hujan, data klimatologi, dan peta wilayah penelitian.

#### 3. Tahapan Analisa

Proses analisis dilakukan dengan memanfaatkan data yang telah terkumpul, seperti data curah hujan, data klimatologi, dan peta wilayah penelitian, untuk melakukan analisis rata-rata curah hujan, evapotranspirasi, serta debit andalan dan menghitung besar ketersediaan air.

#### 4. Tahapan Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari penyusunan laporan penelitian yang memuat data dari awal hingga akhir.



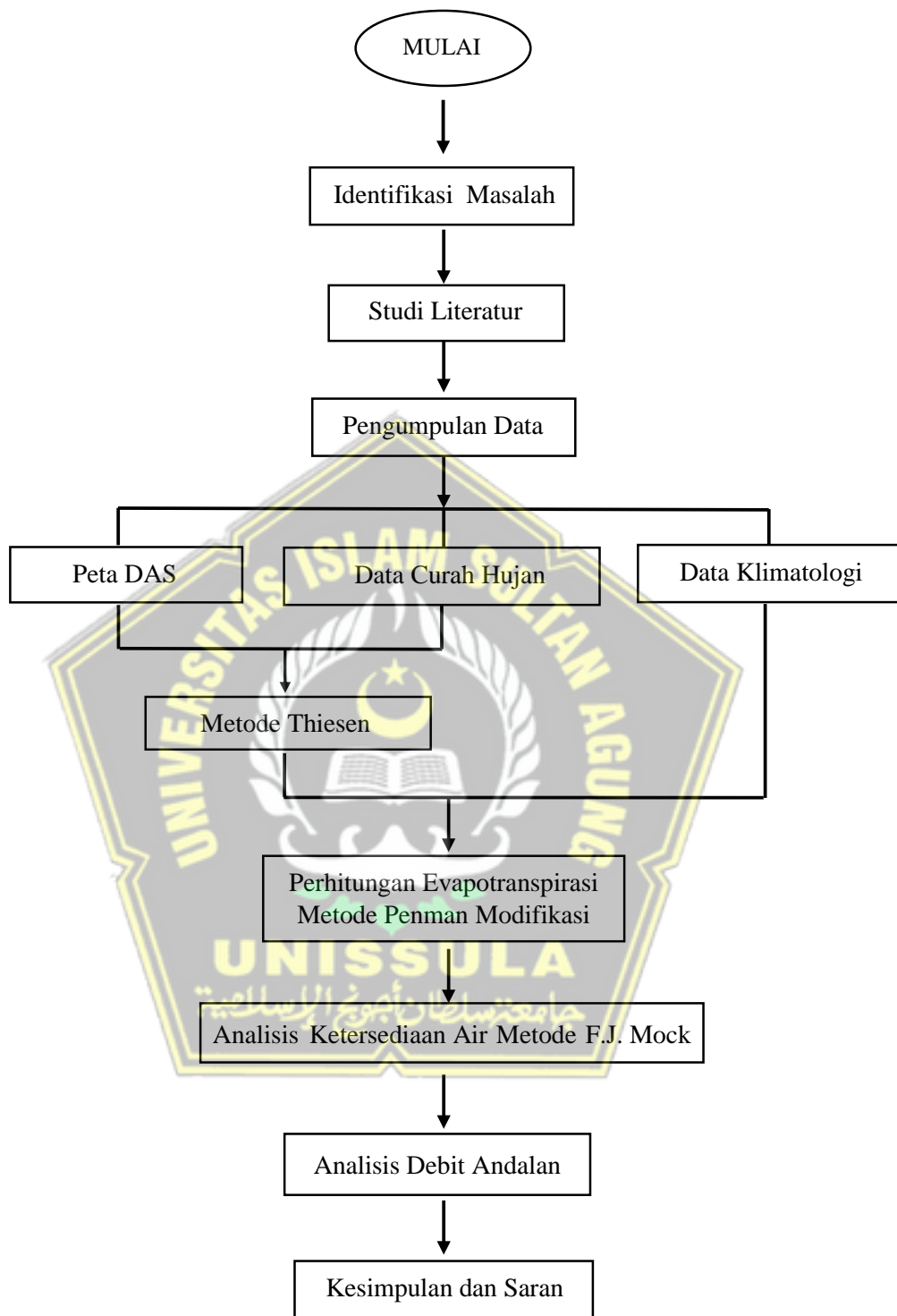
### 3.4 Bahan dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang diperlukan berasal dari sumber sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, seperti:

1. Peta DAS Randugunting didapat dari *Lapak GIS (Geographic Information System)*
2. Data curah hujan bulanan didapat dari BMKG Kota Semarang
3. Data klimatologi didapat dari Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah

Alat yang digunakan dalam menganalisis data-data tersebut menggunakan perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) seperti komputer, printer, *Microsoft Office 2013*, dan *Microsoft Excel 2013*.





**Gambar 3.2** Diagram Alur Penelitian

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

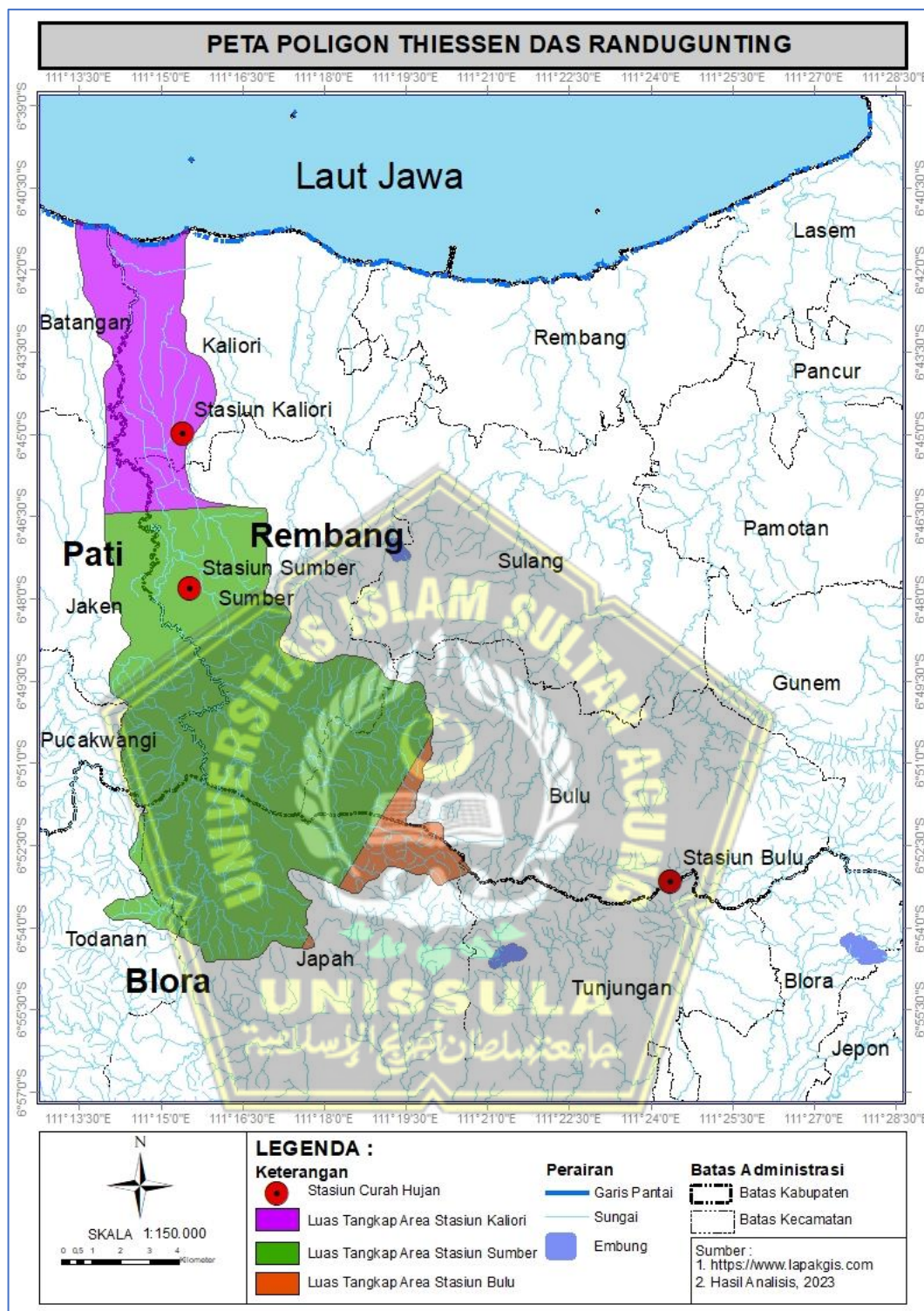
Daerah aliran sungai Randugunting merupakan salah satu sumber ketersediaan air di Rembang, Jawa Tengah. DAS Randugunting memiliki luas 148 km<sup>2</sup>, mencakup 3 kabupaten yaitu Rembang, Pati, dan Blora. Hulu sungai terletak di perbukitan kapur Kecamatan Japah, Blora, sedangkan muara terletak di Kaliiori Kabupaten Rembang.

### 4.2 Analisis Curah Hujan

Penelitian dilakukan di DAS Randugunting, dengan analisis curah hujan bulanan metode *Thiessen* menggunakan 3 stasiun curah hujan, yaitu Kaliiori, Sumber dan Bulu dengan periode 10 tahun (tahun 2011 – 2020).

Hasil gambar *Polygon Thiessen* pada DAS Randugunting menghasilkan luas tangkap wilayah setiap stasiun curah hujan. Terdapat pada gambar 4.1 dan tabel 4.1. adalah data hasil *Polygon Thiessen*.





**Gambar 4.1** Poligon Thiessen DAS Randugunting.

Sumber : Analisis (2023)

**Tabel 4.1** Luas Wilayah Tangkapan Stasiun Curah Hujan

Stasiun	Koordinat	Luas Tangkapan (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
Kaliiori	Lintang Selatan X = -6,74968	30	20
	Bujur Timur Y = 111,25653		
Sumber	Lintang Selatan X = -6,79660	110	75
	Bujur Timur Y = 111,25887		
Bulu	Lintang Selatan X = -6,885974	8	5
	Bujur Timur Y = 111,40582		
Total		148	100

Sumber : Perhitungan (2023)

Contoh untuk menghitung curah hujan rerata bulan januari tahun 2011

**Tabel 4.2** Curah hujan bulan Januari tahun 2011 (mm)

STASIUN	TAHUN 2011											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
KALIORI	79	77	43	91	110	30	0	0	0	27	222	90
SUMBER	284	285	235	296	216	44	0	0	12	15	277	120
BULU	89	159	152	122	67	24	58	0	10	75	115	205

Sumber : Perhitungan (2023)

Diketahui :

Curah hujan bulanan tahun 2011 pada tabel 4.3

Stasiun kaliiori (P1) : 79 mm

Stasiun sumber (P2) : 284 mm

Stasiun bulu (P3) : 89 mm

Luas tangkap curah hujan

Stasiun kaliiori (A1) : 30 Km<sup>2</sup>

Stasiun sumber (A2) : 110 km<sup>2</sup>

Stasiun bulu (A3) : 8 km<sup>2</sup>

Sehingga, perhitungan curah hujan rata – rata dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= (P_1 \times A_1) + (P_2 \times A_2) + (P_3 \times A_3) / (A_1 + A_2 + A_3) \\
 &= (79 \times 30) + (284 \times 110) + (89 \times 8) / (30 + 110 + 8) \\
 &= 232 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas, berikut estimasi nilai curah hujan bulan Januari tiap tahun dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Curah Hujan Rata – Rata Bulan Januari (mm)

Tahun	P1 x A1	P2 x A2	P3 x A3	∑PxA	∑A	∑PxA/∑A
2011	2370	31240	712	34322	148	232
2012	4890	33770	1624	40284	148	272
2013	6600	62700	3008	72308	148	489
2014	17160	66550	3168	86878	148	587
2015	5010	17710	2104	24824	148	168
2016	5400	16170	1496	23066	148	156
2017	5640	28710	2704	37054	148	250
2018	8460	18920	1400	28780	148	194
2019	4950	32230	2080	39260	148	265
2020	4290	15290	1480	21060	148	142

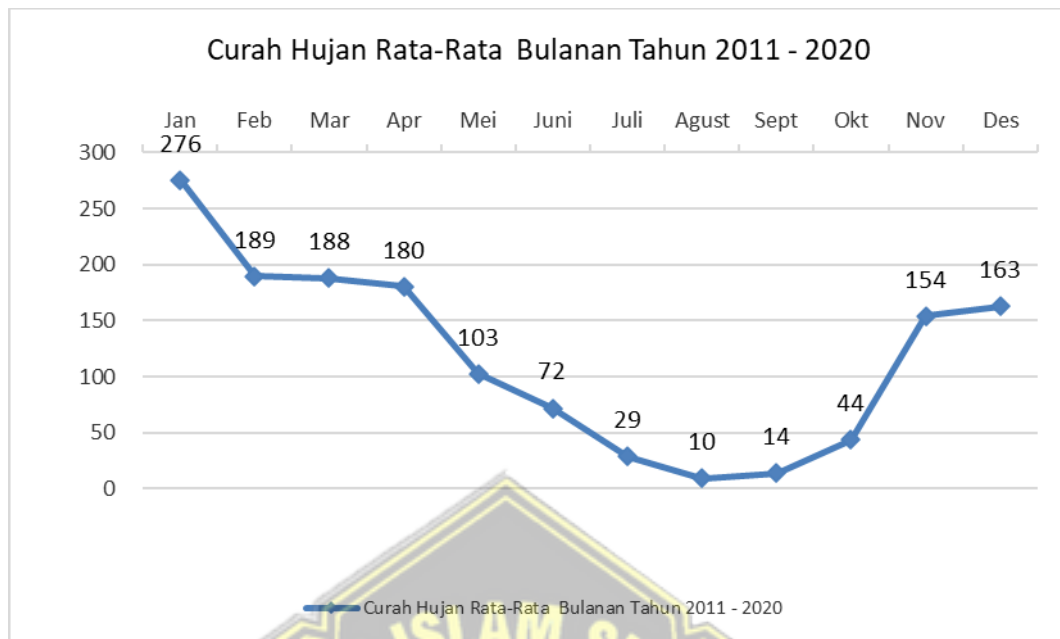
Sumber : Perhitungan (2023)

Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan curah hujan rerata pertahunnya untuk bulan Januari sampai Desember menggunakan metode *Thiessen* terdapat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4** Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2011 – 2020

Tahun	Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2011 - 2020											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	232	236	192	245	186	40	3	0	9	21	257	119
2012	272	144	248	61	2	0	0	0	0	62	169	203
2013	489	89	115	357	215	203	126	0	0	42	76	367
2014	587	287	90	110	5	90	23	2	0	0	208	331
2015	168	181	113	135	65	1	0	0	0	0	22	133
2016	156	132	118	156	216	178	64	81	72	139	209	155
2017	250	284	333	144	114	164	21	0	0	121	176	97
2018	194	269	196	104	40	20	0	0	17	0	71	119
2019	265	59	318	164	70	0	0	0	0	0	158	51
2020	142	214	158	325	112	25	49	13	42	53	196	53
rata - rata	276	189	188	180	103	72	29	10	14	44	154	163

Sumber : Perhitungan (2023)



**Gambar 4.2** Gambar Grafik Hasil Perhitungan Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2011 - 2020 DAS Randugunting (mm).

Sumber : Perhitungan (2023)

### 4.3 Analisis Evapotranspirasi

Untuk melakukan analisis evapotranspirasi menggunakan Metode Penman Modifikasi, informasi tentang kondisi iklim seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan durasi sinar matahari diperlukan untuk menghitung jumlah evapotranspirasi.

**Tabel 4.5** Kecepatan Angin (km/hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2011	70,19	75,56	58,00	49,90	44,81	51,13	64,68	63,67	55,00	47,00	43,73	55,03
2012	78,50	51,20	71,00	52,50	50,80	49,10	49,80	63,50	68,40	87,80	46,30	49,80
2013	98,19	60,14	42,74	40,23	36,10	30,17	46,84	68,39	67,37	59,97	30,33	45,00
2014	23,81	30,45	13,52	11,57	45,90	52,00	54,13	63,61	71,03	63,68	27,70	10,52

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah (2020)

**Tabel 4.6** Kelembaban Relatif(%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2011	97,58	98,25	97,42	97,13	98,13	97,23	97,35	97,90	95,00	96,00	98,67	98,45
2012	99,00	98,50	98,90	98,40	98,40	98,80	98,80	99,00	99,20	99,20	98,30	98,30
2013	98,94	98,86	98,71	98,93	98,32	98,70	98,71	98,74	98,80	98,90	98,60	98,90
2014	98,68	98,82	98,61	98,60	98,74	98,73	98,55	94,61	91,27	95,87	95,07	93,29

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah (2020)

**Tabel 4.7** Penyinaran Matahari(%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2011	18,15	27,00	31,91	38,18	55,05	72,78	74,19	71,18	72,33	67,00	36,97	39,41
2012	29,60	36,70	34,10	46,70	62,30	66,00	67,50	68,60	71,70	61,80	43,80	31,50
2013	37,95	42,27	40,32	39,39	54,22	48,39	54,04	66,94	61,01	62,27	42,40	27,41
2014	98,68	98,82	98,61	98,60	98,74	98,73	98,55	94,61	91,27	95,87	95,07	93,29

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah (2020)

**Tabel 4.8** Temperatur Udara(°C)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2011	26,12	25,60	25,78	25,75	25,82	25,83	25,85	25,83	26,00	27,00	25,87	25,82
2012	25,80	25,90	25,90	25,90	25,90	25,80	25,90	25,80	25,80	25,90	25,90	25,80
2013	25,75	25,87	25,86	25,82	25,78	25,88	25,82	25,89	25,88	25,83	25,81	25,85
2014	25,82	25,84	25,85	25,87	25,85	25,89	25,85	26,33	25,66	27,66	27,45	26,84

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah (2020)

Evapotranspirasi untuk bulan Januari menurut metode Penman dihitung sebagai berikut :

Data klimatologi rata – rata bulan januari tahun 2011 -2014

- Kecepatan angin (U) = 18,80 m/dt
- Kelembaban relatif (RH) = 98,55 %
- Penyinaran matahari (Rn) = 46,10 %
- Temperatur udara (T) = 25,87 °C



a. Menghitung Tekanan Uap Nyata (ed)

$$E_d = e_a \times R_h/100$$

(Berdasarkan interpolasi tabel  $e_a = 33,36$ )

$$= 33,36 \times 0,99$$

$$= 32,87$$

b. Menghitung Radiasi yang datang (Rs)

$$R_s = R_a (0,25 + 0,54 \times n/N)$$

Untuk Posisi pengamatan di stasiun kalori yang terletak pada  $6^\circ$  LS.

= (berdasarkan tabel  $R_a = 15,8$ )

$$R_s = 15,8 \times (0,25 + 0,54 \times 46,10)$$

$$= 397,23 \text{ mm/hari}$$

c. Perhitungan Persamaan Fungsi Kecepatan Angin ( f(U) )

U = 18,80 (dilihat dari Tabel 4.4, Kecepatan Angin Pada Bulan Januari)

$$f(U) = 0,27 (1 + U/100)$$

$$= 0,27 (1 + 18,80/100)$$

$$= 0,32$$

d. Menghitung Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns)

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s \quad (\alpha = 0,25)$$

$$= (1 - 0,25) \times 397,23$$

$$= 297,92$$

e. Menghitung Fungsi Tekanan Uap Nyata ( f(ed) )

$$f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$$

$$= 0,34 - 0,044 \sqrt{32,87}$$

$$= 0,34$$

f. Menghitung Fungsi Rasio Lama Penyinaran ( f(n/N) )

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times n/N$$

$$= 0,1 + 0,9 \times (46,10)$$

$$= 41,59$$

g. Menghitung Radiasi Netto Gelombang Panjang (Rn1)

Berlandaskan data suhu udara pada bulan januari dihitung menggunakan interpolasi pada tabel dihasilkan  $f(t) = 15,87$

$$\begin{aligned} Rn1 &= f(t) \times f(ed) \times f(n/N) \\ &= 15,87 \times 0,34 \times 41,59 \\ &= 224,45 \end{aligned}$$

h. Menghitung Radiasi Netto (Rn)

$$\begin{aligned} Rn &= Rns - Rn1 \\ &= 297,92 - 224,45 \\ &= 73,47 \end{aligned}$$

i. Perhitungan Evapotranspirasi (Et<sub>0</sub>)

$$\begin{aligned} Et_0 &= c \times [ W \times Rn + ( 1 - w ) \times f(u) \times ( ea - ed ) ] \\ C &= 1,1 \text{ (dilihat dari tabel koefisien pada bulan januari)} \\ Ea &= 33,36 \\ W &= 0,67 \text{ (menggunakan cara interpolasi pada tabel temperature)} \\ Et_0 &= 1,1 \times [ (0,67 \times 73,27 + ( 1 - 0,67 ) \times 0,32 \times (33,36 - 32,87) ] \\ &= 54,37 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

#### 4.4 Nilai Evapotranspirasi

Berdasarkan hasil perhitungan Evapotranspirasi menggunakan Penman Modifikasi pada Tabel 4.5, nilai terbesar pada musim penghujan bulan Oktober sebesar 77,64 mm/hari sedangkan nilai terkecil terdapat pada musim kemarau bulan Juni dengan nilai 13,49 mm/hari. Maka hasil dari evapotranspirasi menunjukkan bahwa pada musim penghujan nilai evapotranspirasi lebih besar, sedangkan nilai evapotranspirasi pada musim kemarau tergolong lebih kecil.

**Tabel 4.9** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evapotranspirasi (mm/hari)

Data	Sat	Ket	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Dec
Temperatur Rata-rata (t)	°C	Data	25,87	25,80	25,85	25,84	25,84	25,85	25,86	25,96	25,84	26,60	26,26	26,08
Kelembaban udara (Rh) Rata-rata	%	Data	98,55	98,61	98,41	98,27	98,40	98,37	98,35	97,56	96,07	97,49	97,66	97,24
Kecepatan angin (u) Rata-rata	Km/jam	Data	67,67	54,34	46,32	38,55	44,40	45,60	53,86	64,79	65,45	64,61	37,02	40,09
Kecepatan angin (u) Rata-rata	m/dt	Data	18,80	15,09	12,87	10,71	12,33	12,67	14,96	18,00	18,18	17,95	10,28	11,14
Penyinaran matahari (n/N) Rata-rata	%	Data	46,10	51,20	51,24	55,72	67,58	71,48	73,57	75,33	74,08	71,74	54,56	47,90
ANALISA DATA														
ea	mbar	Tabel	33,36	33,22	33,31	33,29	33,29	33,32	33,32	33,53	33,29	34,85	34,14	33,76
Rh mean/100		Data	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,96	0,97	0,98	0,97
ed = ea × Rh/100	mbar	Perhit	32,87	32,76	32,78	32,71	32,76	32,77	32,78	32,71	31,98	33,98	33,34	32,83
(ea-ed)	mbar	Perhit	0,48	0,46	0,53	0,58	0,53	0,54	0,55	0,82	1,31	0,87	0,80	0,93
f(u) = 0,27 (1+ u/100)		Perhit	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,32	0,30	0,30
W		Tabel	0,67	0,35	0,59	0,56	0,59	0,59	0,62	0,66	0,66	0,66	0,55	0,57
(1-W)		Perhit	0,33	0,65	0,41	0,44	0,41	0,41	0,38	0,34	0,34	0,34	0,45	0,43
Ra	mm/hr	Tabel	15,80	16,00	15,60	14,70	13,40	12,80	13,10	14,00	15,00	15,70	15,80	15,70
n/N/100		Data	0,46	0,51	0,51	0,56	0,68	0,71	0,74	0,75	0,74	0,72	0,55	0,48
Rs = Ra × (0,25+0,54 × n/N)		Perhit	397,23	446,35	435,50	445,96	492,34	497,24	523,71	573,01	603,78	612,09	469,46	410,04
Rns = (1-α) × Rs (α= 0,25)		Perhit	297,92	334,76	326,63	334,47	369,26	372,93	392,78	429,76	452,83	459,07	352,09	307,53
f(ed) = 0,34 - 0,044 √ed		Perhit	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
f ( n/N ) = 0.1+0.9 × n/N		Perhit	41,59	46,18	46,21	50,25	60,92	64,43	66,31	67,90	66,77	64,66	49,20	43,21
f(t)		Tabel	15,87	15,86	15,87	15,87	15,87	15,87	15,87	15,89	15,87	16,02	15,95	15,92
Rn1 = f (t) × f (ed) × f(n/N)		Perhit	224,45	249,02	249,34	271,06	328,66	347,64	357,83	366,89	360,21	352,19	266,86	233,83
Rn = Rns - Rn1		Perhit	73,47	85,74	77,29	63,41	40,60	25,29	34,95	62,87	92,63	106,88	85,23	73,70
c		Tabel	1,10	1,10	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
<b>Et<sub>0</sub> = cx[W×Rn+(1-w)×f(u)×(ea-ed)]</b>	mm/hr	Perhit	54,37	33,11	45,90	32,06	21,43	13,49	19,70	41,58	67,68	77,64	52,08	46,10

Sumber : Perhitungan (2023)

#### 4.5 Analisis Ketersediaan Air

Perhitungan guna mencari nilai ketersediaan air DAS Randugunting dapat dilakukan perhitungan debit air DAS Randugunting dengan menerapkan metode F.J. Mock. Perhitungan jumlah debit air menggunakan beberapa data diantaranya :

1. Data curah hujan bulanan rerata.
2. Data evapotranspirasi.

Berikut adalah metode menghitung debit air DAS Randugunting menggunakan F.J. Mock, pada contoh perhitungan tahun 2011 :

**Tabel 4.10** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Bulanan

Tahun	Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2011 - 2020											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	232	236	192	245	186	40	3	0	9	21	257	119
2012	272	144	248	61	2	0	0	0	0	62	169	203
2013	489	89	115	357	215	203	126	0	0	42	76	367
2014	587	287	90	110	5	90	23	2	0	0	208	331
2015	168	181	113	135	65	1	0	0	0	0	22	133
2016	156	132	118	156	216	178	64	81	72	139	209	155
2017	250	284	333	144	114	164	21	0	0	121	176	97
2018	194	269	196	104	40	20	0	0	17	0	71	119
2019	265	59	318	164	70	0	0	0	0	0	158	51
2020	142	214	158	325	112	25	49	13	42	53	196	53
<b>rata - rata</b>	<b>276</b>	<b>189</b>	<b>188</b>	<b>180</b>	<b>103</b>	<b>72</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>44</b>	<b>154</b>	<b>163</b>

Sumber :Perhitungan (2023)

##### 1. Data Meteorologi

Curah hujan bulanan (R) = 232 mm/bulan

Jumlah hari hujan (n) = 39 hari

Jumlah hari 1 bulan = 31 hari

##### 2. Evaporasi Aktual (Ka)

###### a. Evapotranspirasi Potensial (Eto)

= Evapotranspirasi x jumlah hari 1 bulan

= 54,37 x 31

= 1685,32 mm/bulan

b. Permukaan lahan terbuka (m)

**Tabel 4.11** Permukaan Lahan Terbuka DAS Randugunting

Kecamatan	Tata Guna Lahan			
	Agrikebun (km <sup>2</sup> )	Agriladang (km <sup>2</sup> )	Agrisawah (km <sup>2</sup> )	Alang - alang (km <sup>2</sup> )
Kaliori	0,19	0,19	0,15	0
Sumber	5,26	6,58	0,38	0,98
Bulu	1,01	0,07	0,01	0
Jumlah (km <sup>2</sup> )	6,46	6,84	0,0054	0,98

Sumber : Rembang Dalam Angka (2023)

Total luas penggunaan lahan : 14,28 km<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 (m) &= (\text{luas penggunaan lahan} / \text{luas DAS}) \times 100\% \\
 &= (14,24 / 148) \times 100\% \\
 &= 9,62 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } Eto/Ea &= (m/20) \times (18-n) \\
 &= (9,62/100/20) \times (18-39) \\
 &= -0,10 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } \text{Evapotranspirasi Terbatas (Ec)} \\
 &= Eto \times (m/20) \times (18-n) \\
 &= 1685,32 \times (9,62/100/20) \times (18-39) \\
 &= -170 \text{ mm/bulan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } Ea &= Eto - Ec \\
 &= 1685,32 - (-170) \\
 &= 1855,56 \text{ mm/bulan}
 \end{aligned}$$

### 3. Keseimbangan Air

$$\begin{aligned}
 \text{a. } A_s &= P - Ea \\
 &= 232 - 1855,56 \\
 &= -1623,65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Limpasan Badai (*storm run off*)

Menggunakan (PF = 5%) (standar perencanaan irigasi kementerian PUPR)

Aliran permukaan hujan lebat

$$\begin{aligned} &= PF \times R \\ &= 5\% \times 232 \\ &= 11,60 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Kapasitas Kelembaban Air Tanah (SMC)

ISM = 100 (standar perencanaan irigasi kementerian PUPR)

$$\begin{aligned} SMS &= ISMS + As \\ &= 100 + (-1623,65) \\ &= -1523,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Kandungan Air Tanah (SS)

$$\begin{aligned} SS &= SMS - ISM \\ &= -1523,65 - 100 \\ &= -1623,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Kelebihan Air (WS)

$$\begin{aligned} WS &= \text{water surplus tersedia SR (Limpasan Badai)} \\ &= 11,60 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Limpasan dan Penyimpanan Air

a. Faktor infiltrasi (i) diambil 0,4 (standar perencanaan irigasi kementerian PUPR)

b. Faktor resesi air tanah (k) diambil 0,6 (standar perencanaan irigasi kementerian PUPR)

c. Infiltrasi (i)

$$\begin{aligned} I &= i \times WS \\ &= 0,40 \times 11,60 \\ &= 4,64 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Volume Air Tanah (G)

$$\begin{aligned} G &= 0,5 (1+k) I \\ &= 0,5 (1+0,6) (4,64) \\ &= 7,92 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Penyimpanan Volume Air Tanah (L)

$$\begin{aligned}L &= K (V_n-1) \\ &= 0,6 \times 10,80 \\ &= 6,48 \text{ mm}\end{aligned}$$

f. Total Volume Penyimpanan Air Tanah ( $V_n$ )

$$\begin{aligned}V_n &= K (V_n-1) + 0.5(1+K)I \\ &= 6,48 + 7,92 \\ &= 14,40 \text{ mm}\end{aligned}$$

g. Perubahan Volume Aliran Dalam Tanah

$$\begin{aligned}\Delta V_n &= V_n - (V_n-1) \\ &= 14,40 - 10,80 \\ &= 3,60 \text{ mm}\end{aligned}$$

h. Aliran Dasar (BF)

$$\begin{aligned}BF &= I - \Delta V_n \\ &= 4,64 - 3,60 \\ &= 1,04 \text{ mm}\end{aligned}$$

i. Limpasan Langsung (DRo)

$$\begin{aligned}DR_o &= WS - I \\ &= 11,60 - 4,64 \\ &= 6,96 \text{ mm}\end{aligned}$$

j. Total Limpasan (Tro)

$$\begin{aligned}Tro &= BF + DR_o + SR \\ &= 1,04 + 6,96 + 11,60 \\ &= 19,59 \text{ mm}\end{aligned}$$

k. Debit Bulanan (Q)

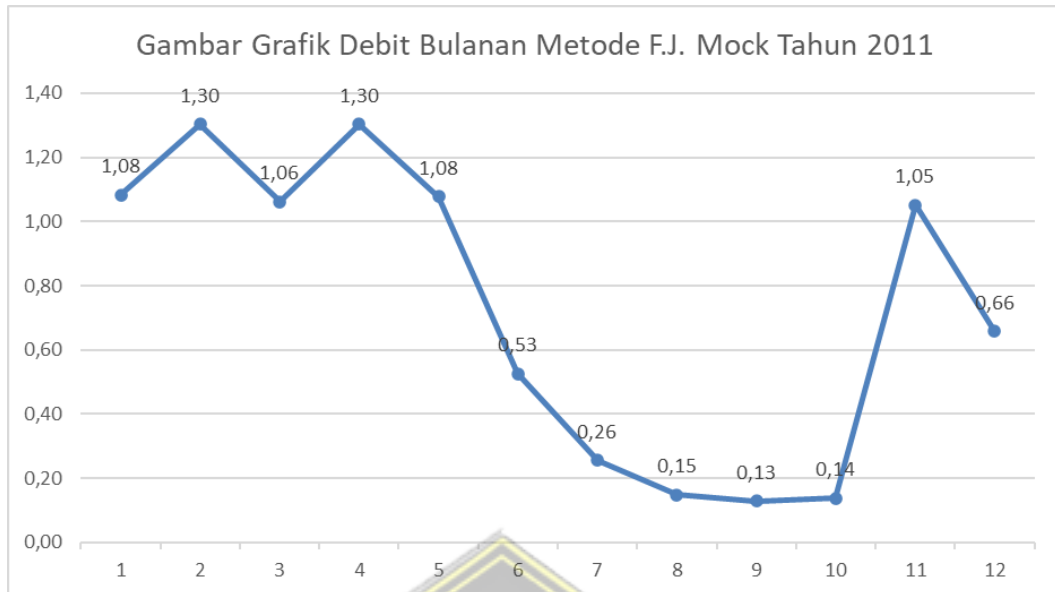
$$\begin{aligned}Q &= (Tro \times A)/n \\ &= \{ (19,59/1000) \times (148 \times 1000000) \} / (86400 \times 31) \\ &= 1,08 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

**Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011**

No	Keterangan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
I	Data Meteorologi		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bulan	232	236	192	245	186	40	3	0	9	21	257	119
2	Hari hujan (n)	hari	39	31	26	30	27	4	2	0	3	9	35	29
II	Evapotranspirasi potensial (Eto)	mm/bulan	1.685,32	927,19	1.422,76	961,81	664,48	404,68	610,63	1.289,01	2.030,30	2.406,85	1.562,38	1.429,16
III	Evapotranspirasi aktual (Ea)													
3	permukaan lahan terbuka (m)	9,62	%	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62	9,62
4	Eto/Ea = (m/20) x (18 - n)	%	-0,10	-0,06	-0,04	-0,06	-0,04	0,07	0,08	0,09	0,07	0,04	-0,08	-0,05
5	Ec = Eto (m/20) x (18 - n)	mm/bulan	-170	-58	-55	-56	-29	27	47	112	146	104	-128	-76
6	Ea = Ep - Ec	mm/bulan	1855,56	985,17	1477,51	1017,33	693,25	377,43	563,63	1177,40	1883,82	2302,66	1690,14	1504,77
IV	Keseimbangan Air													
7	As = R - Ea	mm	-1623,65	-749,14	-1285,92	-772,29	-506,79	-337,35	-560,50	-1177,40	-1874,36	-2281,98	-1433,05	-1386,26
8	Limpasan Badai (SR = R x PF) ---> PF = 5,00	mm	11,60	11,80	9,58	12,25	9,32	2,00	0,16	0,00	0,47	1,03	12,85	5,93
9	SMS = ISM + As ---> ISM = 100,00	mm	-1523,65	-2272,79	-3558,71	-4330,99	-4837,78	-5175,13	-5735,63	-6913,03	-8787,39	-11069,37	-12502,42	-13888,68
10	Kandungan air tanah (SS)	mm	-1623,65	-749,14	-1285,92	-772,29	-506,79	-337,35	-560,50	-1177,40	-1874,36	-2281,98	-1433,05	-1386,26
11	Ws	mm	11,60	11,80	9,58	12,25	9,32	2,00	0,16	0,00	0,47	1,03	12,85	5,93
V	Run Off & Ground Water Storage													
12	Infiltrasi (I) ---> if = 0,40	mm	4,64	4,72	3,83	4,90	3,73	0,80	0,06	0,00	0,19	0,41	5,14	2,37
13	Volume Air Tanah { G = 0.5(1+K) I } ---> k = 0,60		7,92	8,05	6,63	8,34	6,47	1,78	0,60	0,50	0,80	1,16	8,73	4,29
14	L = K(Vn-1); 1 Step ---> (Vn-1) = 0,00		0,00	4,75	7,68	8,59	10,16	9,97	7,05	4,59	3,06	2,32	2,09	6,49
15	Vn = K(Vn-1)+0.5(1+K); 1 Step		7,92	12,81	14,31	16,93	16,62	11,76	7,65	5,09	3,86	3,48	10,81	10,78
16	K(Vn-1); 2 Step ---> (Vn-1) = 10,78		6,47	8,63	10,01	9,99	11,00	10,48	7,36	4,77	3,16	2,38	2,13	6,51
17	Vn = K(Vn-1)+0.5(1+K); 2 Step		14,39	16,69	16,64	18,33	17,46	12,26	7,96	5,27	3,97	3,54	10,85	10,80
18	K(Vn-1); 3 Step ---> (Vn-1) = 10,80		6,48	8,64	10,02	9,99	11,00	10,48	7,36	4,77	3,16	2,38	2,13	6,51
19	Vn = K(Vn-1)+0.5(1+K); 3 Step		14,40	16,69	16,65	18,33	17,46	12,26	7,96	5,27	3,97	3,54	10,85	10,80
20	K(Vn-1); 4 Step ---> (Vn-1) = 10,80	mm	6,48	8,64	10,02	9,99	11,00	10,48	7,36	4,77	3,16	2,38	2,13	6,51
21	Vn = K(Vn-1)+0.5(1+K); 4 Step	mm	14,40	16,69	16,65	18,33	17,46	12,26	7,96	5,27	3,97	3,54	10,85	10,80
22	Vn	mm	14,40	16,69	16,65	18,33	17,46	12,26	7,96	5,27	3,97	3,54	10,85	10,80
23	Delta Vn	mm	3,60	2,29	-0,05	1,68	-0,87	-5,20	-4,30	-2,68	-1,31	-0,43	7,31	-0,05
24	Aliran Dasar (BF)	mm	1,04	2,43	3,88	3,22	4,59	6,00	4,37	2,68	1,50	0,84	-2,17	2,42
25	Limpasan langsung (DR)	mm	6,96	7,08	5,75	7,35	5,59	1,20	0,09	0,00	0,28	0,62	7,71	3,56
26	Total Limpasan (Tro)	mm	19,59	21,31	19,21	22,82	19,51	9,21	4,62	2,68	2,25	2,49	18,40	11,90
27	Debit bulanan	(m <sup>3</sup> /dt)	1,08	1,30	1,06	1,30	1,08	0,53	0,26	0,15	0,13	0,14	1,05	0,66

Sumber : Perhitungan (2023)





**Gambar 4.3** Gambar Grafik Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011

Sumber : Perhitungan (2023)

Berdasarkan hasil pengolahan data perhitungan debit bulanan pada tahun 2011 yang memakai metode F.J Mock pada Tabel 4.12 nilai debit bulanan terbesar terdapat pada musim penghujan bulan Februari dan April sebesar 1,30 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan nilai terkecil terdapat pada musim kemarau bulan September sebesar 0,13 m<sup>3</sup>/detik. Dari hasil grafik diatas menunjukkan bahwa pada musim penghujan debit air bulanan mengalami peningkatan dengan jumlah yang lebih besar, sedangkan pada musim kemarau debit air bulanan mengalami penurunan dengan jumlah yang lebih kecil.

**Tabel 4.13** Perhitungan Debit Bulanan Metode F.J. Mock Tahun 2011 – 2020

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1	2011	1,08	1,30	1,06	1,30	1,08	0,53	0,26	0,15	0,13	0,14	1,05	0,66
2	2012	1,26	0,97	1,23	0,61	0,27	0,16	0,09	0,06	0,03	0,25	0,72	0,92
3	2013	2,16	0,97	0,82	1,71	1,25	1,22	0,87	0,33	0,20	0,28	0,40	1,49
4	2014	2,54	1,87	0,91	0,85	0,34	0,55	0,27	0,13	0,08	0,05	0,83	1,41
5	2015	0,74	0,96	0,66	0,76	0,47	0,19	0,11	0,07	0,04	0,02	0,10	0,52
6	2016	0,86	0,85	0,70	0,85	1,07	1,00	0,55	0,53	0,48	0,69	1,02	0,85
7	2017	1,13	1,50	1,63	1,03	0,81	0,96	0,38	0,20	0,12	0,52	0,81	0,56
8	2018	0,85	1,35	1,05	0,74	0,42	0,28	0,13	0,08	0,11	0,04	0,30	0,51
9	2019	1,11	0,53	1,39	0,99	0,59	0,25	0,15	0,09	0,05	0,03	0,63	0,32
10	2020	0,69	1,11	0,86	1,54	0,82	0,42	0,39	0,21	0,27	0,29	0,86	0,39
Jumlah		12,42	11,41	10,32	10,39	7,11	5,56	3,19	1,83	1,53	2,31	6,72	7,63
Rata - Rata		1,24	1,14	1,03	1,04	0,71	0,56	0,32	0,18	0,15	0,23	0,67	0,76

Sumber : Perhitungan (2023)



#### 4.6 Analisis Debit Andalan

Dalam rangka mendapatkan estimasi debit yang akurat, diperlukan data curah hujan yang dikumpulkan selama jangka waktu yang cukup lama. Dengan melakukan hal ini, dapat dikatakan bahwa hal tersebut dapat mengurangi peluang terjadinya kesalahan dalam menghitung debit yang terlalu besar atau kecil. Cara untuk melakukan hal tersebut adalah dengan melakukan pengurutan data curah hujan bulanan secara menurun, dimulai dari yang paling besar hingga yang paling kecil. Dalam penelitian ini, debit air bulanan akan dipakai dengan tingkat keandalan 80% sebagai sumber air irigasi.. Debit dengan keandalan 80% dapat menghasilkan probabilitas dengan kemungkinan terjadinya lebih besar daripada kemungkinan tidak terjadi.

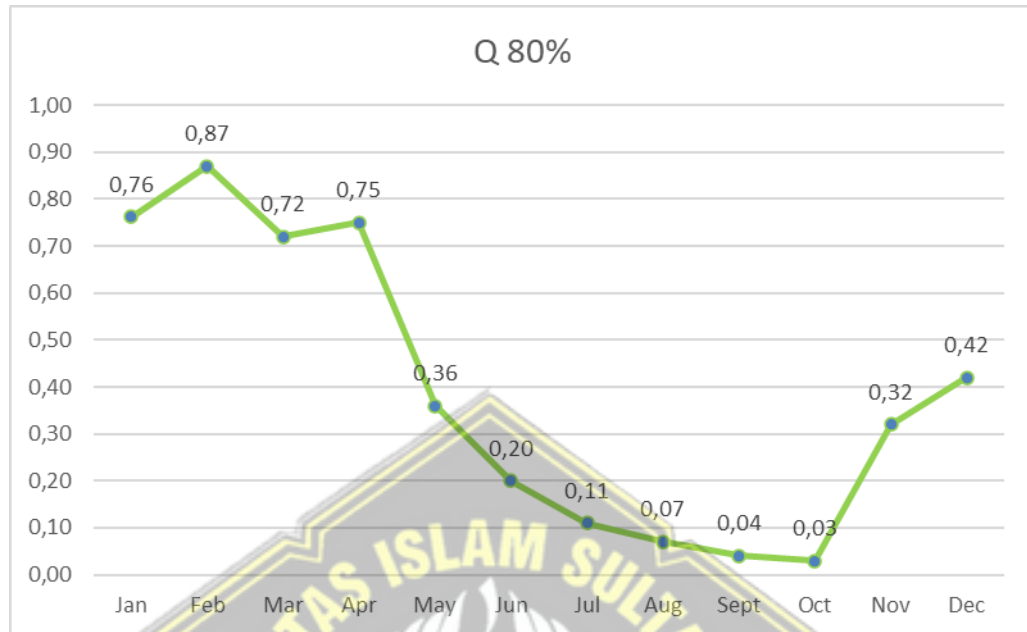
Hasil debit andalan Q80% pada Daerah Aliran Sungai Randugunting dari tahun 2011-2020 dapat dihitung menggunakan rumus probabilitas dengan meranking data dari debit air bulanan terbesar ke debit air bulanan terkecil dalam tabel 4.14. dalam tabel 4.14. Dalam analisis tersebut, ditemukan hasil debit andalan untuk setiap bulannya, yaitu saat bulan Januari sejumlah 0,76 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Februari sejumlah 0,87 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Maret sejumlah 0,72m<sup>3</sup>/detik, periode bulan April sejumlah 0,75 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Mei sejumlah 0,36 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Juni sejumlah 0,20 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Juli sejumlah 0,11 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Agustus sejumlah 0,07 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan September sejumlah 0,04 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan Oktober sejumlah 0,03 m<sup>3</sup>/detik, periode bulan November sejumlah 0,32 m<sup>3</sup>/detik, dan periode bulan Desember sejumlah 0,42 m<sup>3</sup>/detik. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa selama musim kemarau, debit air mengalami penurunan dan jumlah debit air lebih kecil dibandingkan dengan musim penghujan..

**Tabel 4.14** Perhitungan menggunakan probabilitas debit andalan Q 80%

No	Persentase	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1	9%	2,54	1,87	1,63	1,71	1,25	1,22	0,87	0,53	0,48	0,69	1,05	1,49
2	18%	2,16	1,50	1,39	1,54	1,08	1,00	0,55	0,33	0,27	0,52	1,02	1,41
3	27%	1,26	1,35	1,23	1,30	1,07	0,96	0,39	0,21	0,20	0,29	0,86	0,92
4	36%	1,13	1,30	1,06	1,03	0,82	0,55	0,38	0,20	0,13	0,28	0,83	0,85
5	45%	1,11	1,11	1,05	0,99	0,81	0,53	0,27	0,15	0,12	0,25	0,81	0,66
6	55%	1,08	0,97	0,91	0,85	0,59	0,42	0,26	0,13	0,11	0,14	0,72	0,56
7	64%	0,86	0,97	0,86	0,85	0,47	0,28	0,15	0,09	0,08	0,05	0,63	0,52
8	73%	0,85	0,96	0,82	0,76	0,42	0,25	0,13	0,08	0,05	0,04	0,40	0,51
9	82%	0,74	0,85	0,70	0,74	0,34	0,19	0,11	0,07	0,04	0,03	0,30	0,39
10	91%	0,69	0,53	0,66	0,61	0,27	0,16	0,09	0,06	0,03	0,02	0,10	0,32
Jumlah		12,42	11,41	10,32	10,39	7,11	5,56	3,19	1,83	1,53	2,31	6,72	7,63
Debit Andalan 80%		0,76	0,87	0,72	0,75	0,36	0,20	0,11	0,07	0,04	0,03	0,32	0,42

Sumber : Perhitungan (2023)





**Gambar 4.4** Gambar Grafik Debit Andalan Q80% (m<sup>3</sup> /detik)

Sumber : Perhitungan (2023)

Besarnya debit air dengan probabilitas 80% dimanfaatkan guna keperluan irigasi didapatkan debit air yang besar terdapat pada musim penghujan dari bulan Oktober – April dan debit air yang kecil terdapat pada musim kemarau pada bulan Mei - September dengan hasil debit keseluruhan diperoleh rata – rata 0,39 m<sup>3</sup> /detik

## **BAB V**

### **PENUTUP**

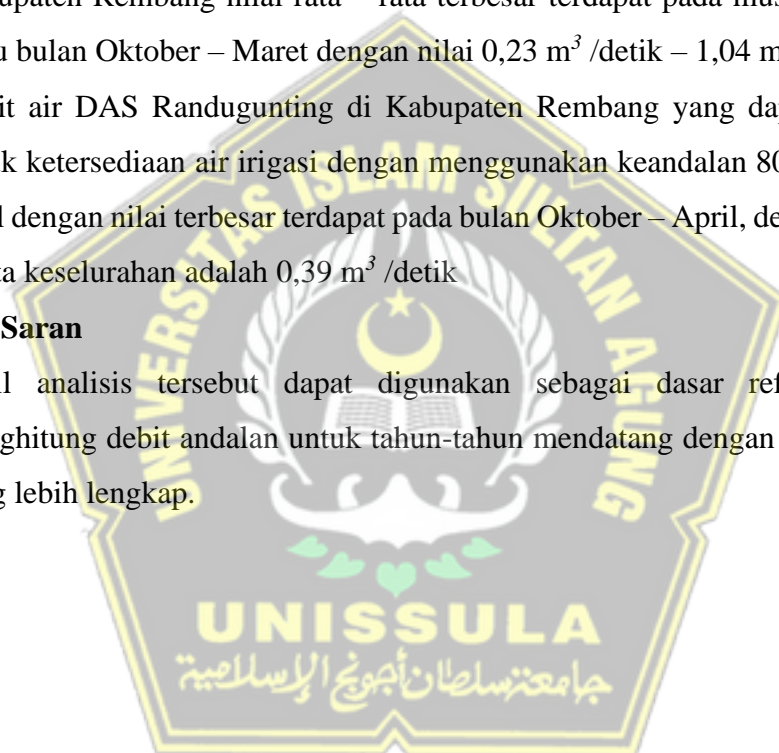
#### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perhitungan dalam mencari debit andalan dengan menerapkan metode F.J Mock Daerah Aliran Sungai Randugunting, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan menunjukkan nilai debit air bulanan DAS Randugunting di Kabupaten Rembang nilai rata – rata terbesar terdapat pada musim penghujan yaitu bulan Oktober – Maret dengan nilai  $0,23 \text{ m}^3 / \text{detik} - 1,04 \text{ m}^3 / \text{detik}$
2. Debit air DAS Randugunting di Kabupaten Rembang yang dapat digunakan untuk ketersediaan air irigasi dengan menggunakan keandalan 80% didapatkan hasil dengan nilai terbesar terdapat pada bulan Oktober – April, dengan nilai rata – rata keseluruhan adalah  $0,39 \text{ m}^3 / \text{detik}$

#### **4.2 Saran**

Hasil analisis tersebut dapat digunakan sebagai dasar referensi dalam menghitung debit andalan untuk tahun-tahun mendatang dengan data hidrologi yang lebih lengkap.



## Daftar Pustaka

- Blora, K., Todanan, D., Todanan, K., & Blora, K. (2019). Analisis Data Pada Perhitungan laju erosi DAS Waduk Randugunting dari hulu DAS Randugunting
- Chairani, R. (2019). Analisis ketersediaan air dengan metode f. j. mock pada daerah aliran sungai babura. In Institusi Universitas Sumatera Utara (RI-USU). <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/11079>
- Direktorat Jendral SDA. (2013). Standar Perencanaan Irigasi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Lubis, R. I. S., Devianti, & Syahrul. (2022). Penggunaan Model Mock dalam Menghitung Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai ( DAS ) Krueng Aceh ( Calculating Water Supply in Krueng Aceh Watershed using Mock Model ). 7, 322–331.
- Sudinda, T. W. (2021). Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda F J Mock Di Daerah Aliran Sungai Ciliwung. *Jurnal Air Indonesia*, 12(2), 15–24. <https://doi.org/10.29122/jai.v12i2.4362>
- Badan pusat statistik Kabupaten Rembang, 2022, Kabupaten Rembang Dalam Angka 2022, Rembang.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang, 2021, Semarang.
- Lapak GIS, 2019, SHP (Shapefile) Peta Daerah Aliran Sungai Indonesia Terbaru – Gratis [online]. Available from : <https://www.lapakgis.com/2019/07/shapefile-peta-daerah-aliran-sungai-indonesia-gis.html>
- Lapak GIS, 2020, SHP (Shapefile) Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Provinsi Jawa Tengah - Gratis [Online]. Available From: <https://www.lapakgis.com/2020/05/shapefile-provinsi-jawa-tengah.html>
- Fakhrurrazi, 2012, Analisa ketersediaan air DAS Asam – Asam dengan menggunakan debit hasil perhitungan metode mock, Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- Indra Kusuma Sari, Lily Montarcih Limantara, Dwi Priyantoro, 2013, Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pada DAS Sampean, Universitas Brawijaya, Malang.
- Setiyawan, Vera Wim Andiese, Lisa Arnita Anzar, 2016, Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock pada Daerah Persawahan Desa Poboya Palu Sulawesi Tengah. Universitas Tadulako, Palu.