

TUGAS AKHIR

ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK PENGISIAN EMBUNG PRECET KECAMATAN GUNEM KABUPATEN REMBANG

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari

NIM : 3.02.018.00123

Muhammad Danish Praditya

NIM : 3.02.018.00130

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

2022

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK PENGISIAN EMBUNG PRECET
KECAMATAN GUNEM KABUPATEN REMBANG

Oleh :



Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari
NIM : 30201800123



Muhammad Danish Praditya
NIM : 30201800130

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 16 Agustus 2022

Tim Penguji

1. **Ir. Moh Faiqun Ni'am, MT, Ph.D**
NIDN: 0612106701
2. **Ari Sentani, ST., M.Sc**
NIDN: 0604028502
3. **Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA**
NIDN: 0613026601

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor : 28 / A.2 / SA – T / II / 2022

Pada hari ini tanggal 8 Agustus 2022 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Moh. Salamti Rozaqi Bahtiar
NIM : 30201800123

Muhammad Danish Praditya
NIM : 30201800130

Judul : Analilis Potensi Air Hujan Untuk Pengisian Embung Precet Kecamatan Gunem Kabupaten Rembang

Dengan tahapan sebagai berikut :

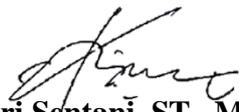
No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	24 Februari 2022	
2	Seminar Proposal	20 April 2022	ACC
3	Pengumpulan data	12 April 2022	
4	Analisis data	17 Mei 2022	
5	Penyusunan laporan	2 Juni 2022	
6	Selesai laporan	12 Agustus 2022	ACC

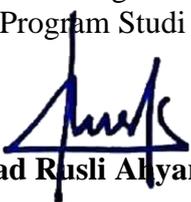
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping


Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D.


Ari Sentani, ST., M.Sc.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Alkyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari
NIM : 30201800123
2. Nama : Muhammad Danish Praditya
NIM : 30201800130

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK PENGISIAN EMBUNG PRECET
KECAMATAN GUNEM KABUPATEN REMBANG”

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 16 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari

NIM : 30201800123

Muhammad Danish Praditya

NIM : 30201800130

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

1. Nama : Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari
NIM : 30201800123
2. Nama : Muhammad Danish Praditya
NIM : 30201800130

JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK
PENGISIAN EMBUNG PRECET KECAMATAN
GUNEM KABUPATEN REMBANG

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, 16 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari

Muhammad Danish Praditya

NIM : 30201800123

NIM : 30201800130

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ ۗ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ ۗ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik.” (Qs. Ali ‘Imran : 110)

وَلَوْ أَنَّ أَهْلَ الْفُرُوزِ آمَنُوا وَاتَّقَوْا لَفَتَحْنَا عَلَيْهِم بَرَكَاتٍ مِّنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ وَلَكِن كَذَّبُوا فَأَخَذْنَاهُم بِمَا كَانُوا يَكْسِبُونَ

“Jikalau sekiranya penduduk negeri-negeri beriman dan bertakwa, pastilah Kami akan melimpahkan kepada mereka berkah dari langit dan bumi, tetapi mereka mendustakan (ayat-ayat Kami) itu, maka Kami siksa mereka disebabkan perbuatannya.” (Qs. Al-A'raf : 96)

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَوَضِعُ الْعِلْمِ عِنْدَ غَيْرِ أَهْلِهِ كَمُقَادِ الْخَنَازِيرِ الْجَوْهَرِ وَاللُّؤْلُؤِ وَالذَّهَبِ

“Mencari ilmu adalah kewajiban setiap muslim, dan memberikan ilmu kepada orang yang bukan ahlinya seperti orang yang mengalungi babi dengan permata, mutiara atau emas.” (HR. Ibnu Majah).

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim).

Teman sejati adalah dia yang selalu memberi nasehat ketika melihat kesalahanmu dan dia yang mau membelamu di saat kamu tidak ada.

(Ali bin Abi Thalib)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua saya yang saya sayangi yaitu Bapak Mustain dan Ibu Rofi'ah yang telah memberi support sangat besar untuk saya selama ini berupa segenap kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat dan do'anya untuk keberkahan saya dalam mencari ilmu yang bermanfaat serta memotivasi saya untuk mengejar impian dan cita-cita.
5. Adik saya Bety Hidayah Diana M, yang selalu memberikan dukungan do'a, dan kasih sayang.
6. Muhammad Danish Praditya yang selalu sabar, setia, membimbing dan semangat sebagai partner dan keluarga dalam berjuang dalam suka duka dari awal semester hingga saat ini bersama menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman Fakultas Teknik Unissula angkatan 2018 yang juga sedang berjuang menyelesaikan tugas akhir dan turut memberikan semangat kepada saya khususnya teman-teman kelas sipil B 2018.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terlibat dan telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, Terima kasih atas segalanya.

Moh. Salamti Rozaqi Bahtari

NIM : 30201800123

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua saya yang saya sayangi yaitu Bapak Muin Sidin dan Ibu Tutik yang telah memberi support sangat besar untuk saya selama ini berupa segenap kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat dan do'anya untuk keberkahan saya dalam mencari ilmu yang bermanfaat serta memotivasi saya untuk mengejar impian dan cita-cita.
5. Adik saya Mutia Naila Salwa yang selalu memberikan dukungan do'a, motivasi dan kasih sayang.
6. Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari yang selalu sabar, setia, membimbing dan semangat sebagai partner dan keluarga dalam berjuang dalam suka duka dari awal semester hingga saat ini bersama menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman Fakultas Teknik Unissula angkatan 2018 yang juga sedang berjuang menyelesaikan tugas akhir dan turut memberikan semangat kepada saya khususnya teman-teman kelas sipil B 2018.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terlibat dan telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, Terima kasih atas segalanya

Muhammad Danish Praditya
NIM : 30201800130

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmannirohiim,

Alhamdulillahirobbil'aalaamiin Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK PENGISIAN EMBUNG PRECET KECAMATAN GUNEM KABUPATEN REMBANG" guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA selaku Dosen Pembimbing dalam Laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan serta motivasi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dorongan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada kami selama berkuliah di Universitas Islam Sultan Agung. 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, 16 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI.....	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kabupaten Rembang	5
2.2. Pengertian Embung	6
2.3. Siklus Hidrologi	7
2.3.1. Evaporasi.....	8
2.3.2. Transpirasi.....	9
2.3.3. Evapotranspirasi	9
2.3.4. Curah Hujan	9
2.3.4.1. Pengambilan Data Curah Hujan	10
2.3.4.2. Analisa Tinggi Curah Hujan.....	10

2.3.5. Daerah Aliran Sungai (DAS)	12
2.4. Peta Topografi	13
2.4.1. Pengertian Peta Topografi	13
2.4.2. Garis Kontur	13
2.5. Debit Andalan.....	14
2.6. Metode F.J Mock.....	17
2.7. Kebutuhan Air Baku.....	21
BAB III METODOLOGI	25
3.1. Pengumpulan Data	25
3.1.1. Data Primer	25
3.1.2. Data Sekunder	25
3.2. Metode Penelitian.....	26
3.3. Data dan Alat Penelitian	26
3.4. Analisa Data	15
3.4.1. Data Curah Hujan.....	29
3.4.2. Analisa Evaporasi.....	29
3.4.3. Analisa Debit Andalan	29
3.4.4. Analisa Kebutuhan Air Baku	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2. Analisis Curah Hujan	30
4.2.1. Pembagian Wilayah Menggunakan Metode Rerata Aljabar	31
4.2.2. Menghitung Curah Hujan Metode Rerata Aljabar	33
4.3. Analilis Evaporasi	37
4.4. Analisis Ketersediaan Air.....	41
4.5. Analilis Debit Andalan.....	47
4.6. Kebutuhan Air Baku.....	50
4.6.1. Kebutuhan Air Bersih Domestik	53
4.7. Analilis Tampungang Embung	54

BAB V PENUTUP	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori Perkotaan dan Konsumsi Air Perkapita	24
Tabel 4.1. Data Stasiun Curah Hujan.....	31
Tabel 4.2. Titik Koordinat dan Lokasi Stasiun Curah Hujan.....	31
Tabel 4.3. Curah Hujan Metode Rerata Aljabar Bulan Januari (mm)	34
Tabel 4.4. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Bulanan Metode Aljabar	35
Tabel 4.5. Penyinaran Matahari (%)	37
Tabel 4.6. Kecepatan Angin (km/hari).....	37
Tabel 4.7. Kelembapan Relatif RH (%).....	37
Tabel 4.8. Temperatur Udara (⁰ C).....	37
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Evaporasi Tahun 2012.....	40
Tabel 4.10. Perhitungan Debit Air Tahun 2012.....	44
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Debit Tahun 2012-2021	46
Tabel 4.12. Rekapitulasi Perhitungan Debit Andalan Probabilitas 80%	48
Tabel 4.13. Kategori Perkotaan dan Konsumsi Air Perkapita	50
Tabel 4.14. Kriteria Perencanaan Sektor Air baku	52
Tabel 4.15. Kemampuan Layanan Embung	54



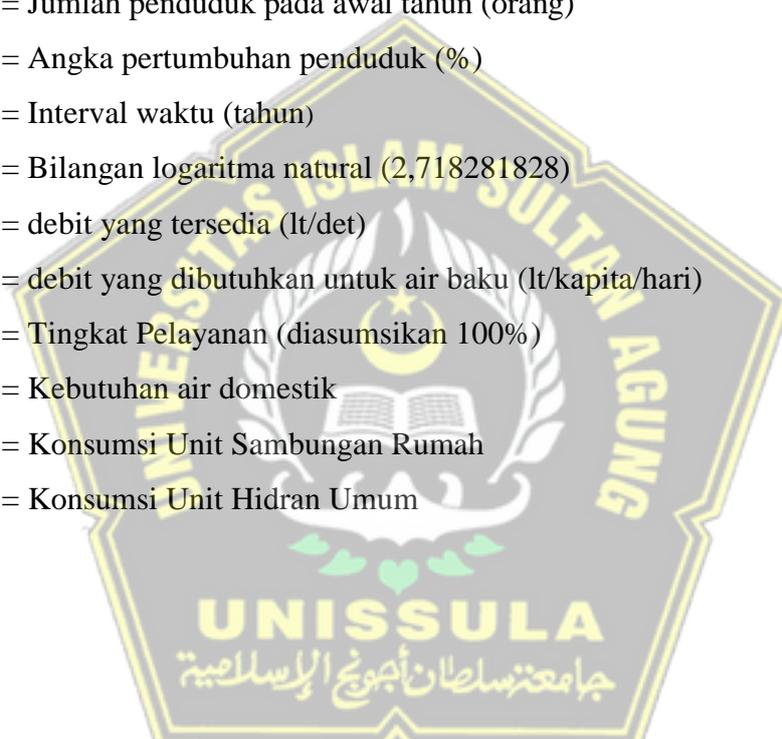
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Lokasi Embung Precet di Kabupaten Rembang.....	6
Gambar 2.2. Embung Yang Hanya Mendapat Air Dari Hujan	7
Gambar 2.3. Siklus Hidrologi	8
Gambar 2.4. Metode Thiessen	11
Gambar 2.5. Metode Isohyet.....	12
Gambar 2.6. Peta Topografi Sekitar Embung Precet	14
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Letak Stasiun Terdekat dan Embung Precet	32
Gambar 4.2. Bentuk Aliran Sungai.....	32
Gambar 4.3. Peta Topografi Sekitar Embung Precet	33
Gambar 4.4. Grafik Rata-Rata Curah Hujan Bulanan (mm) Tahun 2012-2021 .	36
Gambar 4.5. Grafik Evaporasi Metode Rohwer.....	40
Gambar 4.6. Grafik Debit Bulanan Tahun 2012	45
Gambar 4.7. Grafik Air Rata-Rata Tahun 2012-2021.....	46
Gambar 4.8. Grafik Debit Andalan Probabilitas 80%	49
Gambar 4.9. Grafik Layanan Kemampuan Embung.....	55
Gambar 4.10. Grafik Perbandingan Debit Andalan dengan Kebutuhan Layanan Embung.....	56

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

\bar{R}	= Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
n	= Jumlah stasiun pengamatan
R_n	= Curah hujan pada stasiun pengamatan n (mm)
C_i	= Koefisien luasan
A	= Luas area stasiun curah hujan
Σ	= Total luas area stasiun curah hujan
R	= Tinggi curah hujan rata-rata daerah
A	= Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan
A_n	= luas bagian yang dibatasi oleh isohyet (km^2)
RH	= Kelembaban relatif
R_n	= Penyinaran matahari
T	= Temperatur udara
E	= evaporasi (mm/hari)
e_w	= tekanan uap jenuh pada temperatur sama dengan temperature air (milibar)
e_a	= tekanan uap di udara sesungguhnya (milibar)
V	= kecepatan angin rata-rata dalam sehari (m/detik)
V_i	= jumlah resapan tahunan (m^3)
V_u	= volume hidup untuk melayani berbagai kebutuhan (m^3)
K	= faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam embung.
i	= Infiltrasi
WS	= Kelebihan air
SS	= Kandungan air tanah
PF	= Limpasan badai
SMC	= Kapasitas kelembapan air tanah
V_n	= Volume total simpanan air tanah
V_{n-1}	= Volume simpanan air tanah periode $n-1$
k	= Faktor resesi aliran tanah
qt	= Aliran tanah pada waktu t

q_0	= Aliran tanah pada awal bulan o
G	= Volume Air tanah
L	= Penyimpanan Volume air tanah
ΔS	= Keseimbangan air permukaan
BF	= Aliran dasar
D_{ro}	= Limpasan langsung
R_{on}	= Limpasan langsung
Q_n	= Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya
P_n	= Jumlah penduduk pada tahun ke n (orang)
P_0	= Jumlah penduduk pada awal tahun (orang)
r	= Angka pertumbuhan penduduk (%)
n	= Interval waktu (tahun)
e	= Bilangan logaritma natural (2,718281828)
Q	= debit yang tersedia (lt/det)
q	= debit yang dibutuhkan untuk air baku (lt/kapita/hari)
T_p	= Tingkat Pelayanan (diasumsikan 100%)
Q_d	= Kebutuhan air domestik
SR	= Konsumsi Unit Sambungan Rumah
HU	= Konsumsi Unit Hidran Umum



ANALISIS POTENSI AIR HUJAN UNTUK PENGISIAN EMBUNG PRECET KECAMATAN GUNEM KABUPATEN REMBANG

Oleh :

Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari¹⁾, Muhammd Danish Praditya¹⁾

Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D. ²⁾, Ari Sentani, ST., M.Sc²⁾

ABSTRAK

Sumber daya air merupakan salah satu hal yang vital untuk kehidupan semua makhluk di muka bumi sehingga perlu pengelolaan untuk memenuhi kebutuhan penghidupannya agar tercukupi. Bencana kekeringan yang sering terjadi setiap tahun mengakibatkan masyarakat yang terdampak kesulitan dalam menjalankan aktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekeringan di wilayah Rembang tepatnya di Desa Trembes Kecamatan Gunem dengan analisis potensi Embung Precet.

Analisis yang digunakan untuk menghitung curah hujan dengan data yang tersedia 10 tahun terakhir dari 2012 – 2021 menggunakan metode Rerata Aljabar, dalam perhitungan ketersediaan air dan debit andalan metode yang digunakan adalah FJ Mock. Data sekunder yang didapat dari instansi terkait meliputi 3 stasiun penakar curah hujan yaitu stasiun Lasem, stasiun Sedan dan stasiun Tempuran serta data-data pendukung untuk perhitungan dalam penelitian ini.

Hasil perhitungan yang diperoleh debit andalan probabilitas 80% tertinggi pada bulan Januari yaitu 0,43 m³/detik dan terendah di bulan Juli, Agustus, September dan Oktober yaitu 0,12 m³/detik. Kebutuhan air domestik untuk 2.335 jiwa pada tahun proyeksi 2025 sebesar 158,37 m³/hari. Untuk analisis kapasitas volume maksimal tampung embung sebesar 18.375,92 m³ dengan jangka layanan kebutuhan air domestik yang terpenuhi saat bulan Juni hingga September, sedangkan musim kemarau yang terjadi mulai bulan Juni hingga Oktober.

Kata Kunci: *Debit andalan; embung precet; ketersediaan air*

¹⁾*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unissula*

²⁾*Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unissula*

POTENTIAL ANALYSIS OF RAINWATER FOR FILLMENT OF PRECET DAMS, GUNEM DISTRICT, REMBANG REGENCY

By :

Moh. Salamti Rozaqi Bahtiari¹⁾, Muhammd Danish Praditya¹⁾

Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D. ²⁾, Ari Sentani, ST., M.Sc²⁾

ABSTRACT

Water resources are one of the vital things for the life of all creatures on earth so it needs management to meet their livelihood needs to be fulfilled. Drought disasters that often occur every year make it difficult for affected communities to carry out their activities. This study aims to analyze the drought in the Rembang area, precisely in Trembes Village, Gunem District by analyzing the potential of the Precet dams.

The analysis used to calculate rainfall with available data for the last 10 years from 2012 – 2021 using the Algebraic Average method, in calculating water availability and discharge the mainstay of the method used is FJ Mock. Secondary data obtained from related agencies include 3 rainfall measuring stations, namely Lasem station, Sedan station and Tempuran station as well as supporting data for calculations in this study.

The calculation results obtained that the highest 80% probability discharge was in January, namely 0.43 m³/second and the lowest in July, August, September and October, which was 0.12 m³/second. Domestic water needs for 2.335 people in the projected year 2025 is 158.37 m³/day. For analysis, the maximum volume capacity of the reservoir is 18.375,92 m³ with a service term for domestic water needs which are fulfilled from June to September, while the dry season occurs from June to October.

Key Words: *Mainstay debit; precet dams; availability of water*

¹⁾ *Students of the Civil Engineering Study Program Faculty off Engineering Unissula*

²⁾ *Lecturer of the Civil Engineering Study Program Faculty off Engineering Unissula*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya air adalah bagian integrasi kehidupan makhluk hidup yang memberikan kehidupan di planet bumi ini dalam bentuk formasi flora dan fauna dengan dukungan kehidupan yang sangat seimbang. Air adalah salah satu sumber daya alam yang vital, baik untuk kehidupan di muka bumi maupun untuk kebutuhan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai sektor kehidupan. Sebagai sumber daya alam maka kegiatan pengelolaan sumber daya air menjadi penting agar yang membutuhkan air dapat mendapatkan akses yang sama baik dalam memenuhi kebutuhan pokoknya untuk air minum dan sanitasi, maupun untuk memenuhi kebutuhan penghidupannya sebagai petani untuk mengairi tanamannya serta mengelola sumber daya air agar dapat tercukupi (Rakhmad Armus dkk, 2021).

Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2019 tentang Rencana Strategis Perangkat Daerah Kabupaten Rembang Tahun 2016-2021, Pembangunan sumber daya air di Kabupaten Rembang terus mengalami peningkatan dalam rangka menyediakan pemenuhan air baku, dengan semakin meningkatnya kebutuhan air bersih dan semakin menurunnya jumlah ketersediaan air, diperlukan suatu cara untuk melakukan pemenuhan kebutuhan air bersih tersebut. Salah satu upaya untuk pemenuhan kebutuhan akan air bersih tersebut adalah dengan adanya rencana pembangunan embung-embung dan bendung-bendung baru di wilayah Kabupaten Rembang, dan penyelidikan air tanah yang lebih detail khususnya di wilayah yang mengalami kekurangan air sehingga nantinya diharapkan dengan adanya rencana pembangunan tersebut dapat meningkatkan jumlah ketersediaan air khususnya pada wilayah-wilayah kecamatan yang mengalami kekurangan akan ketersediaannya.

Kekeringan dapat diartikan sebagai kondisi suatu daerah, lahan, atau kawasan permukiman manusia yang kekurangan pasokan air sehingga tidak bisa memenuhi kebutuhannya. Kekurangan pasokan air ini berlangsung dalam waktu yang relative lama, antara beberapa bulan hingga bertahun-tahun sehingga menyebabkan warga

kesulitan mendapatkan air bersih, binatang ternak mati, dan tanaman tidak bisa tumbuh karena kekurangan air (Yulianto, 2021).

Kondisi Kecamatan Gunem yang memiliki sumber air baku sedikit dan curah hujan yang sedikit, mengakibatkan pasokan untuk air bersih kurang. Jika mengandalkan sumber air dari sumur, pada waktu musim kemarau air kering. Dengan kondisi semacam ini, di Kabupaten Rembang banyak dibuat waduk /embung agar air permukaan bisa ditampung untuk cadangan air pada musim kemarau. Berdasarkan latar belakang tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk menghitung potensi air hujan sebagai cadangan air di Kecamatan Gunem tepatnya di Desa Trembes.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa rata-rata curah hujan untuk di sekitar Embung Precet?
2. Berapa debit andalan Embung Precet?
3. Berapa banyak kebutuhan air baku di sekitar Embung Precet?
4. Berapa banyak volume daya tampung di Embung Precet?

1.3. Tujuan

Tujuan dari analisis perhitungan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis hidrologi Embung Precet.
2. Menghitung kebutuhan air baku domestik warga di Sekitar Embung Precet.
3. Menganalisis volume tampungan Embung Precet.

1.4. Batasan Masalah

Laporan tugas akhir ini pembahasannya difokuskan pada analisa curah rata- rata hujan untuk kebutuhan cadangan dan air baku di Desa Trembes, debit andalan, dan volume tampungan dan desainnya. Banyak aspek yang perlu ditinjau, mengingat terbatasnya waktu dan kemampuan yang tersedia, maka pembuatan tugas akhir ini dibatasi dalam lingkup masalah sebagai berikut :

1. Analisa hidrologi menggunakan data curah hujan terbaru minimal dari 3 titik stasiun curah hujan di daerah terdekat embung Precet, dalam periode waktu 10 tahun terakhir.
2. Penelitian ini difokuskan untuk perkiraan kebutuhan air baku domestik sampai 5 tahun ke depan di Desa Trembes Kecamatan Gunem.

1.5. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu :

- Bab I Pendahuluan
- Bab II Tinjauan Pustaka
- Bab III Metodologi Penelitian
- Bab IV Analisa Pembahasan
- Bab V Penutup

Bab I adalah pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang dilakukannya analisis, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penelitian.

Bab II menerangkan tinjauan pustaka yang menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan pokok pembahasan yang ditinjau berdasarkan literatur, hasil pengamatan dan pendapat para ahli untuk suatu kasus yang sama, serta penggunaan pedoman rumus atau perhitungan yang berlaku dalam analisis perhitungan permasalahan terkait.

Bab III berisi tentang metodologi dan asumsi tentang bagaimana permasalahan yang terkait dengan materi analisis perhitungan di tugas akhir ini akan dianalisis atau dicari solusi pemecahannya serta pengumpulan data, sumber data yang dipakai dalam analisis perhitungan tugas akhir ini. Harus dipahami sebelumnya bahwa materi analisis perhitungan dalam tugas akhir ini banyak yang mempunyai sifat *unpredictable* dan bersifat fenomenal, oleh sebab itu maka digunakan metode serta asumsi yang bersifat pendekatan hasil pengamatan.

Bab IV menyajikan tentang analisis perhitungan dan pembahasan permasalahan yang berkaitan dengan hasil analisis tersebut. Analisis pemecahan masalah dibuat berdasarkan data yang ada dan diambil dari hasil pengamatan secara langsung atau yang telah diambil oleh peneliti sebelumnya pada daerah penelitiannya dan masih

tetap berlaku serta relevan sebagai bahan analisis perhitungan. Rumus yang dipakai untuk analisis pemecahan masalah adalah rumus sebagaimana diuraikan dalam tinjauan pustaka pada bab II, dan menggunakan metode serta asumsi sebagaimana yang diuraikan dalam bab III, dengan diberikan tambahan penjelasan bagaimana proses pembahasan tersebut telah dilakukan apabila hal dimaksud diperlukan.

Bab V berisi tentang kesimpulan dan saran atas hasil analisis perhitungan di bab sebelumnya.



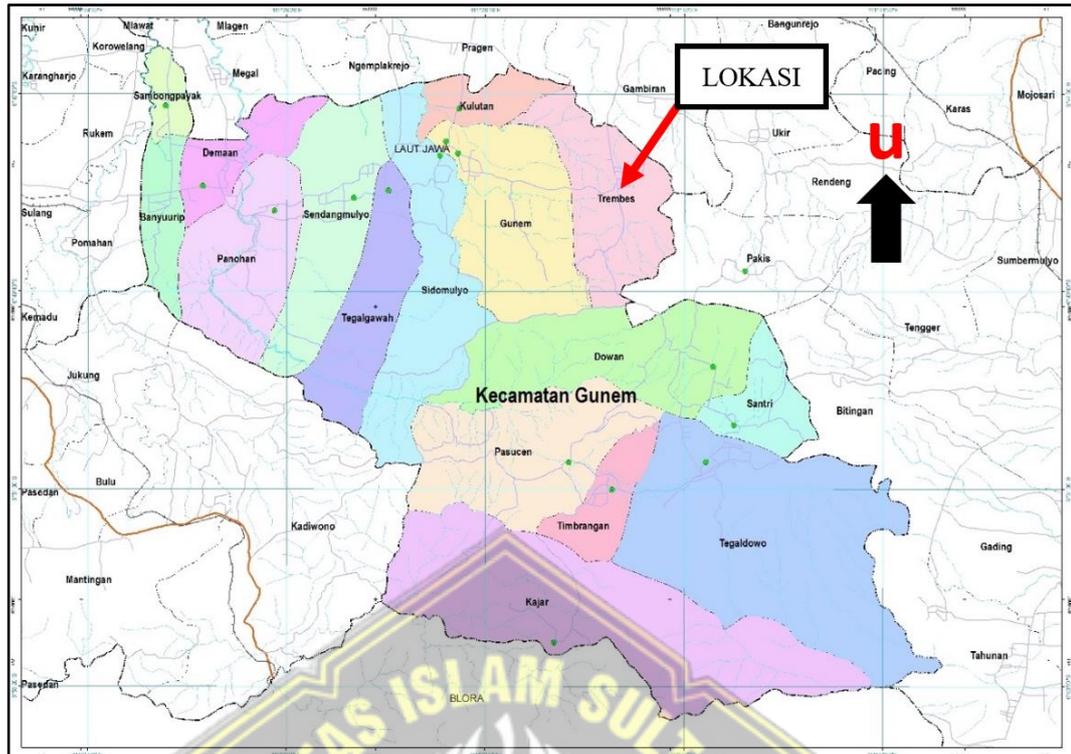
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kabupaten Rembang

Luas wilayah Kabupaten Rembang 101.408 Ha merupakan wilayah Kabupaten yang cukup luas dibandingkan dengan Kabupaten atau kota lainnya di Provinsi Jawa Tengah. Sebagian besar (46.39%) wilayah Kabupaten Rembang merupakan dataran rendah, yang terletak di bagian utara Kabupaten Rembang, sedangkan di bagian selatan relatif lebih tinggi. Wilayah di bagian selatan ini mempunyai ketinggian antara 100 – 500 meter dpl (30.42% dari total wilayah Kabupaten Rembang) dan sisanya berada pada ketinggian 0-25 m dan 500-1000 m. Wilayah Kabupaten Rembang seluas 45.205 ha (46.58%) mempunyai kelerengan sebesar 0 – 2%. sedangkan 33.233 ha lainnya (43.18%) mempunyai kelerengan sebesar 2 – 15%. Wilayah perbukitan dan pegunungan dengan kelerengan sebesar 15 – 40% dan > 40% masing-masing seluas 14.38% dan 4.86% dari total wilayah Kabupaten Rembang.

Wilayah Kabupaten Rembang memiliki jenis iklim tropis dengan suhu maksimum tahunan sebesar 33°C dan suhu rata-rata 23°C. dengan bulan basah selama 4 sampai 5 bulan. sedangkan selebihnya termasuk kategori bulan sedang sampai kering. Curah hujan di Kabupaten Rembang termasuk sedang, yaitu rata-rata 502.36 mm/tahun. Kabupaten Rembang memiliki sumber air permukaan berupa sungai dan dam. Sungai yang melewati wilayah Kabupaten Rembang antara lain Sungai Randugunting, Babagan, Karanggeneng, Kening, Telas, Kalipang, Sudo dan Sungai Patiyon. Di Kabupaten Rembang terdapat 121 dam dan 25 daerah irigasi. Dari jumlah tersebut tidak semuanya dialiri air sepanjang tahun (Pemerintah Rembang, 2014).



Gambar 2.1 Peta Lokasi Embung Precet di Kabupaten Rembang

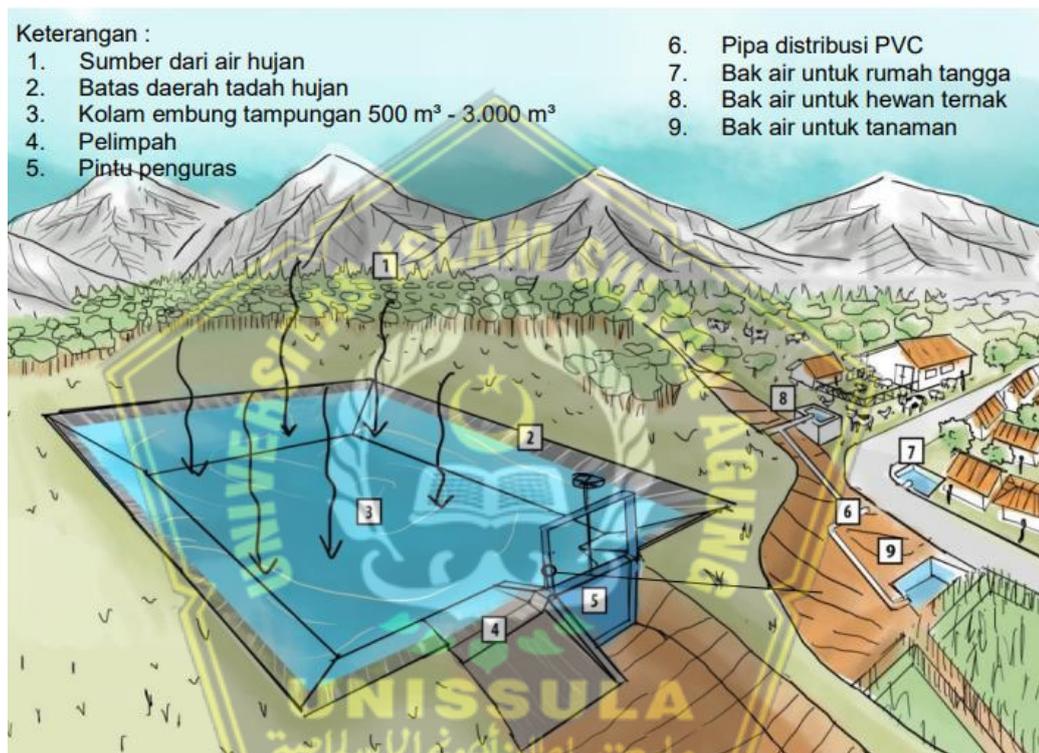
(Sumber : Fotopedia, 2014)

2.2. Pengertian Embung

Sebuah Embung berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industri atau yang lainnya. Berbeda dengan fungsi sebuah bendung yang tidak dapat menyimpan air melainkan hanya untuk meninggikan muka air sungai dan mengalirkan sebagian aliran air sungai yang ada kearah tepi kanan dan/atau kiri sungai untuk mengalirkannya ke dalam saluran melalui sebuah bangunan pengambilan jaringan irigasi. Dengan memiliki daya tampung air yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam tampungan dan baru dilepas sesuai dengan kebutuhan saja pada waktu yang diperlukan.

Embung atau tandon air merupakan waduk berukuran mikro di lahan pertanian (*small farm reservoir*) yang dibangun untuk menampung kelebihan air hujan di musim hujan. Air yang ditampung tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber irigasi suplementer untuk budidaya komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi (*high added value crops*) di musim kemarau atau disaat curah hujan makin jarang.

Embung merupakan salah satu teknik pemanenan air (*waterharvesting*) yang sangat sesuai di segala jenis agroekosistem. Sementara pada ekosistem tadah hujan atau lahan kering dengan intensitas dan distribusi hujan yang tidak merata, embung dapat digunakan untuk menahan kelebihan air dan menjadi sumber air irigasi pada musim kemarau. Secara operasional sebenarnya embung berfungsi untuk mendistribusikan dan menjamin kontinuitas ketersediaan pasokan air untuk keperluan tanaman ataupun ternak di musim kemarau dan penghujan (Indra Suharyanto dkk, 2022).

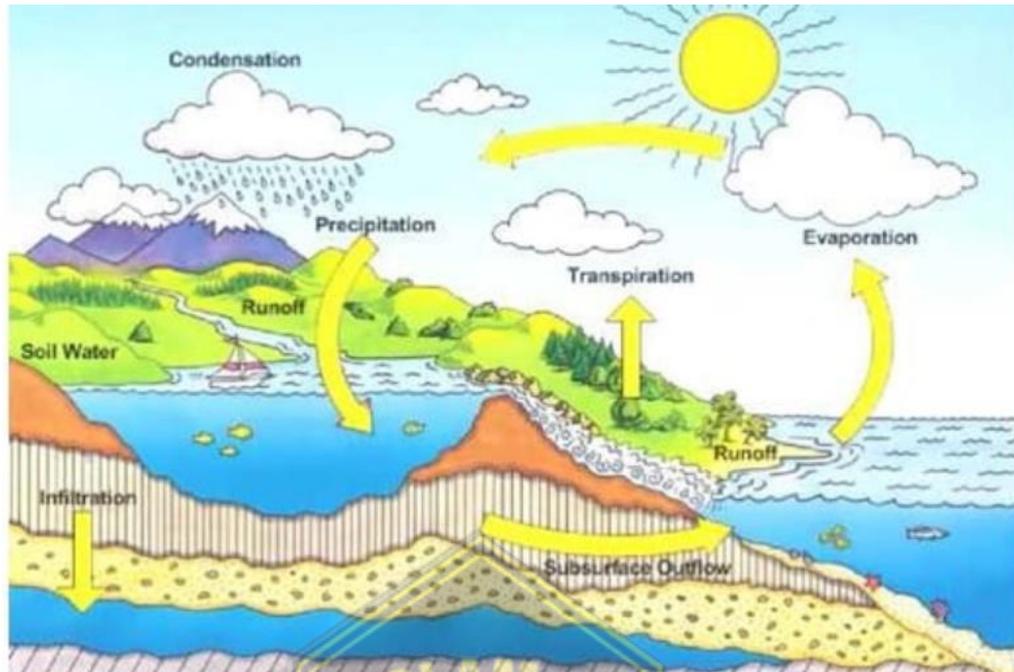


Gambar 2.2 Embung yang Hanya Mendapat Air dari Hujan

(Sumber : Surat Edaran Menteri PUPR 07-2018)

2.3. Siklus Hidrologi

Air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Air mengalir diatas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, Gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie, 2010). Proses perjalanan air secara umum diilustrasikan dalam gambar berikut:



Gambar 2.3 Siklus Hidrologi

(Sumber : Guru Pendidikan, 2022)

2.3.1. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan atau pelepasan air dari tanah dan badan-badan air ke atmosfer. Proses Evaporasi dimulai saat energi dibutuhkan untuk merubah bentuk molekul air dari fase cair ke fase uap. Radiasi matahari langsung dan faktor lingkungan yang mempengaruhi suhu udara merupakan sumber energi. Gaya penggerak untuk memindahkan uap air dari permukaan penguapan adalah perbedaan tekanan antara uap air di permukaan penguapan dan tekanan udara atmosfer. Selama berlangsungnya proses, udara sekitar menjadi jenuh secara perlahan dan selanjutnya proses akan melambat dan kemungkinan akan berhenti jika udara basah tidak dipindahkan ke atmosfer. Pergantian udara jenuh dengan udara kering sangat tergantung pada kecepatan angin. Oleh karena itu, radiasi surya, temperature udara, kelembaban udara dan kecepatan angin merupakan parameter iklim yang dipertimbangkan dalam penentuan proses evaporasi. Jika permukaan penguapan adalah permukaan tanah, maka tingkat penutupan tanaman pelindung (*crop canopy*) dan jumlah air tersedia pada permukaan penguapan juga menjadi faktor yang mempengaruhi proses evaporasi. Ada beberapa metode untuk

pengukuran evaporasi, yaitu: dengan panci evaporasi, lisimeter, pengukuran meteorologis (Pengantar Hidrologi, 2020).

2.3.2. Transpirasi

Transpirasi adalah proses penguapan air dari tanaman akibat proses fotosintesis dan respirasi pada tumbuhan. Transpirasi pada dasarnya merupakan proses dimana air menguap dari tanaman melalui daun ke atmosfer. Proses transpirasi meliputi penguapan cairan (air) yang terkandung pada jaringan tanaman dan pemindahan uap ke atmosfer. Tanaman umumnya kehilangan air melalui stomata. Stomata merupakan saluran terbuka pada permukaan daun tanaman melalui proses penguapan dan perubahan wujud menjadi gas. Air bersama beberapa nutrisi lain diserap oleh akar dan ditransportasikan keseluruh tanaman. Proses penguapan terjadi dalam daun, yang disebut ruang *intercellular*, dan pertukaran uap ke atmosfer. Pengantar Hidrologi dikontrol oleh celah stomata. Hampir semua air yang diserap oleh akar keluar melalui proses transpirasi dan hanya sebagian kecil saja yang digunakan dalam tanaman (Pengantar Hidrologi, 2020).

2.3.3. Evapotranspirasi

Sistem perakaran tanaman mengadopsi air dalam jumlah yang berbeda-beda dan ditransmisikan melalui tumbuhan dan melalui mulut daun. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (Pengantar Hidrologi, 2020).

2.3.4. Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau disekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

2.3.4.1. *Pengambilan Data Curah Hujan.* Data curah hujan yang diambil oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang, dengan lokasi pengambilan data adalah stasiun daerah terdekat dengan lokasi embung. Data akan diambil setiap hari (pada musim hujan), dan tercatat dengan benar sepanjang tahun pengamatan. Pengambilan data akan dilaksanakan terus-menerus sepanjang tahun oleh petugas Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang.

2.3.4.2. *Analisa Tinggi Curah Hujan.* Data curah hujan harian terbesar tahunan dapat digunakan untuk menentukan tinggi curah hujan tahunan. Metode perhitungan analisa tinggi curah hujan ada 3 sebagai berikut :

1. Metode rata-rata aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitung dari penakaran pada penakar hujan dalam areal tersebut. (Suyono sosrodarsono dan Kensaku Takeda, 1993).

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

Dimana :

- \bar{R} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- n = Jumlah stasiun pengamatan
- R_1 = Curah hujan pada stasiun pengamatan satu (mm)
- R_2 = Curah hujan pada stasiun pengamatan dua (mm)
- R_n = Curah hujan pada stasiun pengamatan n (mm).

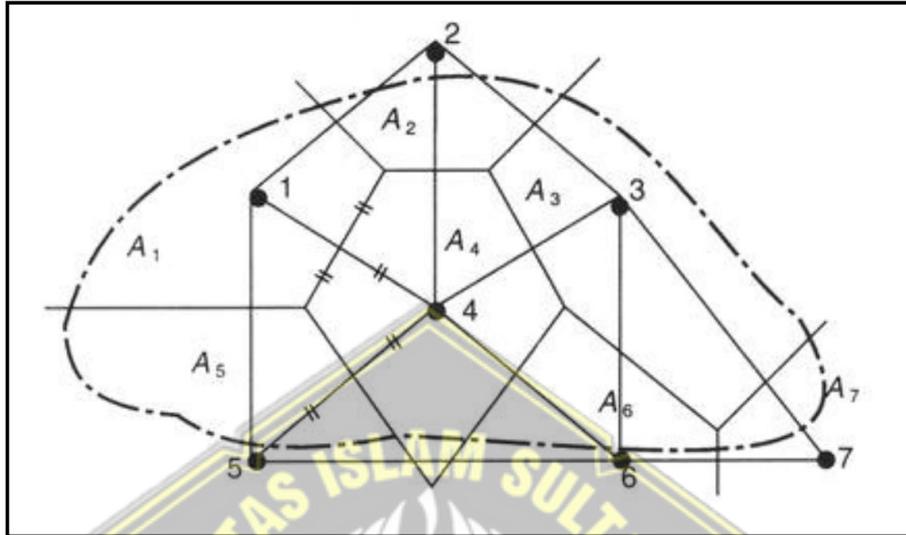
2. Metode Poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar (H.A. Halim Hasmar, 2011).

Cara membuat poligon Thiessen :

- a. Ambil peta lokasi stasiun hujan di suatu DAS
- b. Hubungkan garis antar stasiun 1 dan lainnya hingga membentuk segi tiga

- c. Cari garis berat kedua garis, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis
- d. Hubungkan ketiga garis berat dari segi tiga sehingga membuat titik berat yang akan membentuk polygon.



Gambar 2.4 Metode Thiessen
(Sumber : Halim Hasmar, 2011)

Misal A1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A2 luas daerah pengaruh pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + \dots + A_n = A$ adalah jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujan rata-ratanya. Jika pos penakar 1 menakar tinggi hujan d_1 , pos penakar 2 menakar d_2 , dan pos penakar n menakar d_n , maka :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

\bar{R} = curah hujan maksimum rata-rata (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan pada stasiun 1, 2, n (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah pada polygon 1, 2, n (km^2)

3. Metode Isohyet

Pada Metode ini, dengan curah hujan yang ada dibuat garis-garis yang merupakan daerah yang mempunyai curah hujan yang sama (Isohyet), seperti dilihat Gambar 2.4. Kemudian luas bagian antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan harga rata-ratanya dihitung sebagai rata-rata timbang dari

nilai kontur, kemudian dikalikan dengan masing-masing luasnya. Hasilnya dijumlahkan dan dibagi dengan luas total daerah maka akan didapat curah hujan areal yang dicari (CD.Soemarto, 1986).

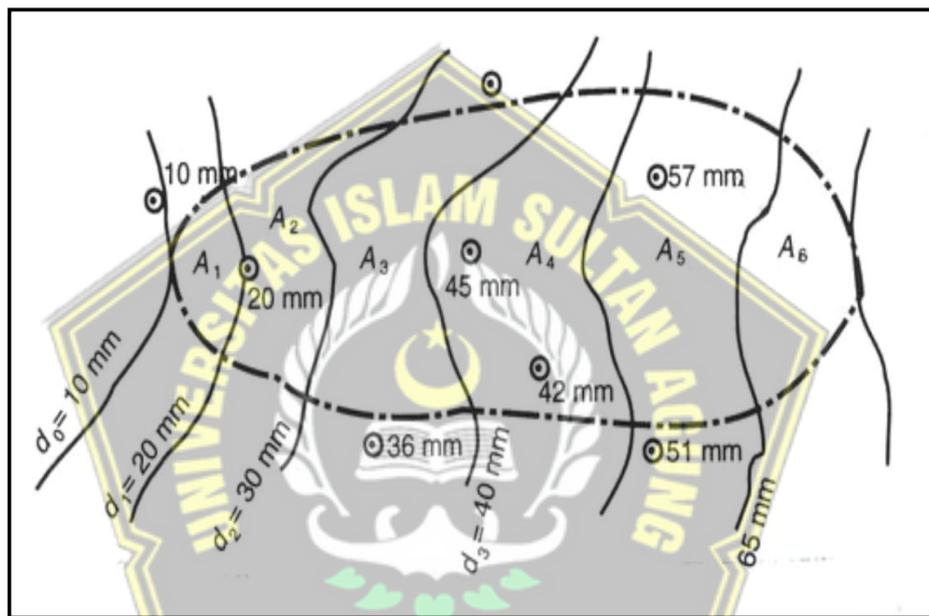
$$\bar{R} = \frac{\frac{R_1+R_2}{2}A_1 + \frac{R_3+R_4}{2}A_2 + \dots + \frac{R_n+R_{n-1}}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

\bar{R} = curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan stasiun 1, 2,....., n (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = luas bagian yang dibatasi oleh isohyet (km²)



Gambar 2.5 Metode Isohyet
(Sumber : Halim Hasmar, 2011)

2.3.5. DAS (Daerah Aliran Sungai)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. Ukuran besar dan kecilnya daerah tangkapan hujan yang memberi kontribusi terhadap aliran sungai di dalam DAS berpengaruh langsung terhadap total volume aliran yang keluar dari DAS. Jika hujan jatuh merata di dalam dua DAS yang berbeda ukuran, maka total volume aliran yang dihasilkan pada DAS besar dengan daerah tangkapan hujannya relatif luas akan lebih banyak dibandingkan dengan

DAS kecil yang daerah tangkapan air hujannya sempit. Volume air proposional terhadap luas daerah tangkapannya (Pengantar Hidrologi, 2020).

2.4. Peta Topografi

2.4.1. Pengertian Peta Topografi

Peta topografi mengacu pada semua ciri-ciri permukaan bumi yang dapat diidentifikasi, apakah alamiah atau buatan, yang dapat ditentukan pada posisi tertentu. Oleh sebab itu, dua unsur utama topografi adalah ukuran relief (berdasarkan variasi elevasi axis) dan ukuran planimetrik (ukuran permukaan bidang datar). Peta topografi menyediakan data yang diperlukan tentang sudut kemiringan, elevasi, daerah aliran sungai, vegetasi secara umum dan pola urbanisasi. Peta topografi juga menggambarkan sebanyak mungkin ciri-ciri permukaan suatu kawasan tertentu dalam batas-batas skala.

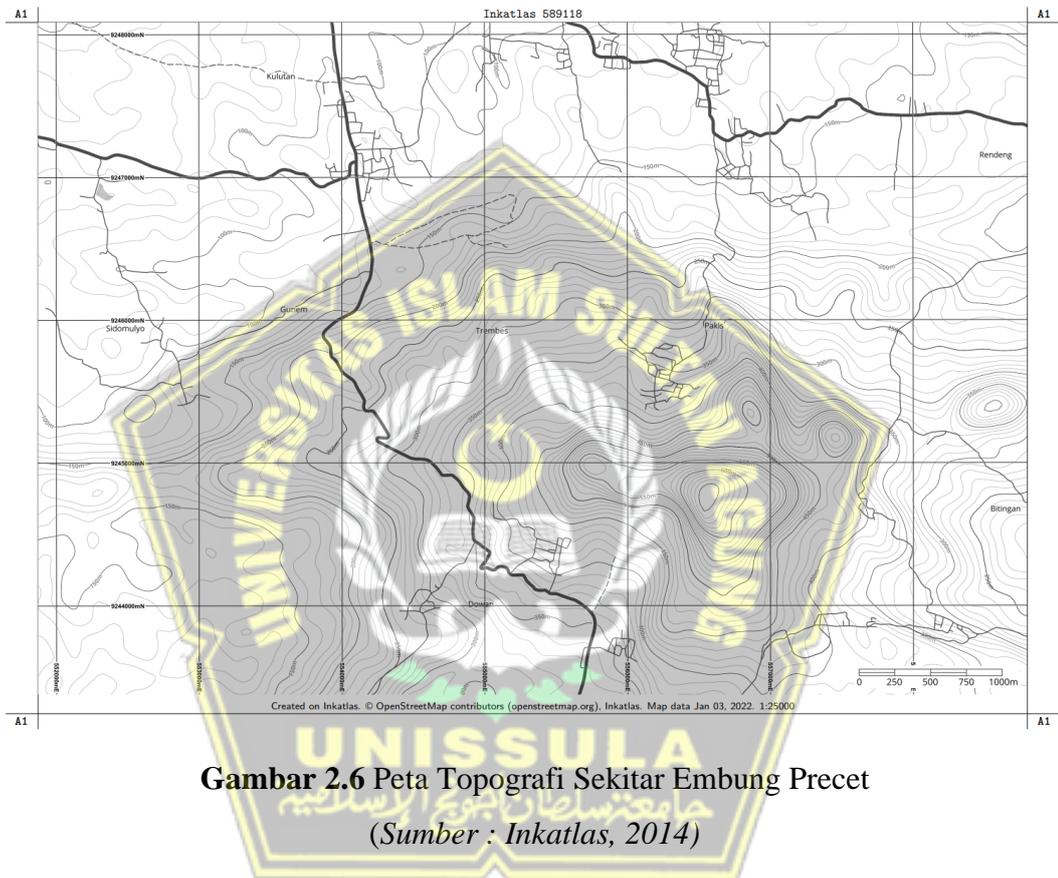
2.4.2. Garis Kontur

Garis Ketinggian atau biasa disebut garis kontur, Adalah garis yang menyerupai sidik jari yang menunjukkan titik ketinggian yang sama dalam peta. Karena merupakan tanda dari ketinggian yang sama, maka garis ini tidak akan pernah saling memotong tapi bisa bersinggungan. Lokasi yang lebih rendah akan melingkari lokasi yang lebih tinggi, itulah ciri garis kontur. Atau bisa juga disebutkan garis sebelah dalam adalah lebih tinggi dari garis sebelah luar. Dalam peta interval atau jeda beda ketinggian antara garis kontur biasanya di tunjukan di dekat lokasi legenda (Noor Djauhari, 2010).

Dalam interpretasi batuan dari peta topografi, hal terpenting yang perlu diamati adalah pola kontur dan aliran sungai.

- a. Pola kontur rapat menunjukan batuan keras, dan pola kontur jarang menunjukan batuan lunak atau lepas.
- b. Pola kontur yang menutup (melingkar) diantara pola kontur lainnya, menunjukan lebih keras dari batuan sekitarnya.
- c. Aliran sungai yang membelok tiba-tiba dapat diakibatkan oleh adanya batuan keras atau zona patahan.

- d. Kerapatan sungai yang besar, menunjukkan bahwa sungai-sungai itu berada pada batuan yang lebih mudah tererosi (lunak). (kerapatan sungai adalah perbandingan antara total panjang sungai-sungai yang berada pada cekungan pengaliran terhadap luas cekungan pengaliran sungai-sungai itu sendiri), sedangkan kerapatan sungai yang kecil menunjukkan batuan yang resisten terhadap erosi.



2.5. Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek – proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Soemarto,1987). Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas

80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% (Soemarto, 1987).

Perhitungan ketersediaan air atau debit andalan diperlukan untuk perhitungan neraca air sehingga dapat diketahui kemampuan air mengairi area layanan. Analisa debit andalan dilakukan dengan pendekatan berbeda-beda tergantung dari data yang tersedia.

- 1) Jika terdapat pencatatan debit yang panjang, debit andalan dihitung.
- 2) berdasarkan data debit dengan menggunakan probabilitas keberhasilan 80%.
- 3) Jika terdapat pencatatan debit tetapi hanya dalam periode pendek, maka debit andalan dihitung berdasarkan data curah hujan, akan tetapi parameter yang digunakan dikalibrasi terhadap data debit yang ada.
- 4) Jika tidak terdapat pencatatan debit, maka debit andalan dihitung berdasarkan data curah hujan dihitung dengan menggunakan metode F.J.Mock (Pekerjaan Umum, 2010).

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu :

1. Pengukuran volume air sungai
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai
3. Pengukuran dengan menggunakan bahan kimia yang dialirkan dalam sungai
4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukur debit

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu. Terdapat empat metode untuk analisa debit andalan (Limantara, L.M., 2009) antara lain :

1. Metode Debit Rata–Rata Minimum

Karakteristiknya antara lain dalam satu tahun hanya diambil satu data (data debit rata-rata harian dalam satu tahun). Metode ini sesuai untuk daerah aliran sungai dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum tidak terlalu besar dari tahun ke tahun serta kebutuhan relatif konstan sepanjang tahun.

2. Metode Flow Characteristic Metode ini berhubungan dengan basis tahun normal, tahun kering dan tahun basah. Yang dimaksud debit berbasis tahun normal adalah jika debit rata-rata tahunannya kurang lebih sama dengan debit rata-rata

keseluruhan tahun. Untuk debit berbasis tahun kering adalah jika debit rata-rata tahunannya lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Sedangkan untuk debit berbasis tahun basah adalah jika debit rata-rata tahunannya lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Metode ini cocok untuk DAS dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum relatif besar dari tahun ke tahun, kebutuhan relatif tidak konstan sepanjang tahun, dan data yang tersedia cukup panjang. Keandalan berdasar kondisi debit dibedakan menjadi 4 antara lain :

- Debit Air Musim Kering, yaitu debit yang dilampaui debit-debit sebanyak 355 hari dalam 1 tahun, keandalan : 97,3 %.
- Debit Air Rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam 1 tahun, keandalan : 75,3 %.
- Debit Air Normal, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam 1 tahun, keandalan : 50,7 %
- Debit Air Cukup, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam 1 tahun, keandalan : 26,0 %.

3. Metode Tahun Dasar Perencanaan

Metode ini biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengelolaan irigasi. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan keandalan 80%, sehingga rumus untuk menentukan tahun dasar perencanaan adalah sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

n = Kala ulang pengamatan yang diinginkan

R₈₀ = Debit yang terjadi < R₈₀ adalah 20% 24

4. Metode Bulan Dasar Perencanaan Metode ini hampir sama dengan Metode *Flow Characteristic* yang dianalisa untuk bulan-bulan tertentu. Metode ini paling sering dipakai karena keandalan debit dihitung bulan Januari sampai dengan Bulan Desember, jadi lebih bisa menggambarkan keadaan pada musim kemarau dan penghujan.

Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai

dengan 95% (Soemarto, 1987). Semakin besar persentase andalan menunjukkan penting pemakaiannya dan menunjukkan prioritas yang makin awal yang harus diberi air. Dengan demikian debit andalan dapat disebut juga sebagai debit minimum pada tingkat peluang tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan penyediaan air. Jadi perhitungan debit andalan ini diperlukan untuk menghitung debit dari sumber air yang dapat diandalkan untuk suatu keperluan tertentu.

2.6. Metode F.J Mock

Pada tahun 1973, Dr. F.J. Mock memperkenalkan metode penghitungan aliran sungai dengan menggunakan data curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan karakteristik hidrologi DAS untuk memprediksi besar debit sungai dengan interval waktu bulanan. Cara ini dikenal dengan nama model Dr. Mock.

Metode ini dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Pada dasarnya metode ini adalah hujan yang jatuh pada *catchment area* sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Dalam penelitian ini debit andalan merupakan debit yang memiliki probabilitas 80%. Debit dengan probabilitas 80% adalah debit yang memiliki kemungkinan terlampaui sebesar 80% dari 100% kejadian. Proses perhitungan yang dilakukan dalam metode Mock sebagai berikut: (Hesti, 2011).

1. Perhitungan evapotranspirasi potensial (metode Penman)
2. Perhitungan evapotranspirasi aktual
3. Perhitungan *water surplus*
4. Perhitungan *base flow* dan *direct runoff*

Jumlah data minimum yang diperlukan untuk analisis adalah lima tahun dan pada umumnya untuk memperoleh nilai yang baik data yang digunakan hendaknya berjumlah 10 tahun data (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Prinsip metode Dr.

F. J. Mock adalah :

1. Data Meteorologi

Dalam hal ini data yang digunakan yaitu :

- a) Data presipitasi dalam hal ini adalah data curah hujan bulanan dan data curah hujan harian. Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari

atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan serta salju di daerah beriklim sedang. Curah hujan rata-rata bulanan dapat di hitung dengan menggunakan metode rata-rata aljabar, metode isohyet, dan metode theissen.

- b) Data klimatologi berupa data kecepatan angin, kelembapan udara, temperatur udara dan penyinaran matahari untuk menentukan Evapotranspirasi Potensial (Eto) yang dihitung berdasarkan metode “Penman Modifikasi”. Evapotranspirasi merupakan faktor penting dalam memprediksi debit dari data curah hujan dan klimatologi dengan menggunakan metoda Mock. Alasannya adalah karena evapotranspirasi ini memberikan nilai yang besar untuk terjadinya debit dari suatu daerah aliran sungai. Evapotranspirasi diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah aliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi (Bappenas, 2006).

2. Evaporasi

Kehilangan air akibat penguapan untuk mengetahui besarnya volume penguapan yang terjadi pada muka embung dihitung dengan rumus persamaan Rohwer:

$$E = a (e_w - e_a) (1 + b.V) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$E = 0.484 (1 + b.V) (e_w - e_a) \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana :

E = evaporasi (mm/hari)

e_w = tekanan uap jenuh pada temperatur sama dengan temperature air (milibar)

e_a = tekanan uap di udara sesungguhnya (milibar)

V = kecepatan angin rata-rata dalam sehari (m/detik)

3. Volume Resapan Embung

Besarnya volume kehilangan air akibat resapan melalui dasar, dinding, dan tubuh embung tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam. Sedangkan sifat ini tergantung pada jenis butiran tanah atau struktur batu

pembentuk dasar dan dinding kolam. Perhitungan resapan air ini menggunakan Rumus praktis untuk menentukan besarnya volume resapan air kolam embung, sebagai berikut :

$$V_i = K \cdot V_u \dots\dots\dots (2...7)$$

dimana :

V_i = jumlah resapan tahunan (m³)

V_u = volume hidup untuk melayani berbagai kebutuhan (m³)

K = faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam embung.

K = 10%, bila dasar dan dinding kolam embung praktis rapat air ($k \leq 10^{-5}$ cm/d) termasuk penggunaan lapisan buatan (selimut lempung, geomembran, “*rubber sheet*”, semen tanah).

K = 25%, bila dasar dan dinding kolam embung bersifat semi lulus air ($k = 10^{-3} - 10^{-4}$ cm/d)

Dari data penyelidikan tanah nilai $k = 1,8 - 2,5 \times 10^{-5}$ cm/d, dipakai $K = 15\%$

4. Ketersediaan Air

Menurut Waluyo dkk (2012), neraca air adalah keseimbangan antara kebutuhan air dengan jumlah air yang tersedia. Dengan memahami neraca air pada suatu wilayah sungai, maka dapat diidentifikasi seberapa kritis kondisi kekurangan air yang dapat terjadi, atau seberapa rawan terhadap kekeringan pada wilayah sungai yang bersangkutan. Pada prinsipnya neraca air terbagi atas tiga bagian, yaitu:

- 1) ketersediaan air yang biasa dinyatakan dalam bentuk ketersediaan rata-rata dan ketersediaan yang dapat diandalkan dengan kemungkinan sukses 80%
- 2) kebutuhan air untuk berbagai keperluan
- 3) neraca keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air

5. Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah (*Run Off dan Ground Water Storage*)

a) Infiltrasi (i)

Infiltrasi ditaksir berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Daya infiltrasi ditentukan oleh permukaan lapisan atas dari tanah. Misalnya kerikil mempunyai daya infiltrasi yang lebih tinggi

dibandingkan dengan tanah liat yang kedap air. Untuk lahan yang terjal dimana air sangat cepat menipis diatas permukaan tanah sehingga air tidak dapat sempat berinfiltrasi yang menyebabkan daya infiltrasi lebih kecil. Rumusan dari infiltrasi adalah sebagai berikut :

$$i = \text{koefisien infiltrasi} \times \text{WS} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

i = Infiltrasi (koefisien infiltrasi, $i = 0$ s/d $1,0$)

WS = Kelebihan air

Koefisien infiltrasi (i_f), adalah koefisien yang didasarkan pada kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Koefisien infiltrasi mempunyai nilai yang besar jika tanah bersifat porous, sifat bulan kering dan kemiringan lahannya tidak terjal. Karena dipengaruhi sifat bulan maka i_f ini bisa berbeda-beda untuk tiap bulan. Harga minimum koefisien infiltrasi bisa dicapai karena kondisi lahan yang terjal dan air tidak sempat mengalami infiltrasi (Bappenas, 2006).

b) Penyimpanan air tanah (*ground water storage*)

Infiltrasi terus terjadi sampai mencapai zona tampungan air tanah (*groundwater storage*, disingkat GS). Dalam metode ini, besarnya *groundwater storage* (GS) dipengaruhi oleh: (Bappenas, 2006).

1) Infiltrasi (i)

Semakin besar infiltrasi maka *groundwater storage* semakin besar pula, dan begitu pula sebaliknya.

2) Konstanta resesi aliran bulanan (k)

Konstanta resesi aliran bulanan (*monthlyflow recession constan*) disimbolkan dengan k adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Nilai k ini cenderung lebih besar pada bulan basah.

3) *Groundwater storage* bulan sebelumnya (GSom).

Nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa *water balance* merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama rentang waktu menerus tahunan tertentu. Dengan demikian maka nilai

asumsi awal bulan pertama tahun pertama harus dibuat sama dengan nilai bulan terakhir tahun terakhir.

Pada permulaan perhitungan yang telah ditentukan penyimpanan air awal yang besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Persamaan yang digunakan adalah :

$$V_n = k(V_{n-1}) + 1/2(1+k) i_n \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

V_n = Volume simpanan air tanah periode n (m³)

V_{n-1} = Volume simpanan air tanah periode n-1 (m³)

$k = \frac{qt}{q_0}$ = Faktor resesi aliran tanah (k) berkisar antara 0 s/d 1

qt = Aliran tanah pada waktu t (bulan ke t)

q_0 = Aliran tanah pada awal (bulan ke 0)

i_n = Infiltrasi bulan ke n (mm) 30

Untuk mendapatkan perubahan volume aliran air dalam tanah mengikuti persamaan :

$$\Delta V_n = V_n - V_{n-1} \dots\dots\dots(2.9)$$

c) Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya

Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_n = Ron \times A \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Q_n = Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya

A = Luas daerah tangkapan (*catchment area*) km²

2.7. Kebutuhan Air Baku

Salah satu faktor kebutuhan air (*water demand*) yang berpengaruh pada cukup tidaknya suatu potensi sumber air yang ada yaitu faktor pemakaian air oleh penduduk untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Penduduk merupakan konsumen penting yang harus mendapatkan prioritas dalam pemenuhan pelayanannya. Hal tersebut disebabkan karena kesejahteraan penduduklah yang pada akhirnya merupakan parameter keberhasilan pembangunan suatu daerah. Kebutuhan air rumah tangga dan perkotaan (*domestic and municipal*) biasa disebut juga sebagai air baku pada saat kondisi belum diolah, sedangkan setelah mengalami proses

pengolahan disebut air bersih atau air minum. Kebutuhan ini sangat penting untuk selalu dapat terpenuhi, sebab kegagalan pemenuhan kebutuhan air domestik (air rumah tangga dan perkotaan) akan menimbulkan keresahan masyarakat serta dapat menimbulkan penyakit.

Berdasarkan data penduduk serta laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung prediksi pertambahan penduduk dengan beberapa metode yaitu :

1. Metode *Geometric Rate Of Growth* dengan rumus :

$$P_n = P_o(1+r)^n \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n (orang)

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun (orang)

r = Angka pertumbuhan penduduk (%)

n = Interval waktu (tahun)

2. Metode *geometrik*, rumusnya adalah :

$$P_n = P_o(1+r.n) \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_o = Jumlah penduduk

r = Pertumbuhan penduduk rata-rata (%)

n= Selisih waktu (tahun) dengan tahun dasar perhitungan

3. metode eksponensial dengan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_o . e^{rn} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n (orang)

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun (orang)

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Interval waktu

e = Bilangan logaritma natural (2,718281828)

Hubungan dengan laju pertumbuhan penduduk dengan ketersediaan air adalah sebagai berikut :

$$Q = qxP \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

Q = debit yang tersedia (lt/det)

q = debit yang dibutuhkan untuk air baku (lt/kapita/hari)

P = jumlah penduduk

Kebutuhan air penduduk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kebutuhan air penduduk = jumlah penduduk x kebutuhan air lt/kapita/hari; Prediksi jumlah penduduk dilakukan dalam jangka pendek (5 tahun), jangka menengah (15 tahun), dan jangka panjang (25 tahun). Besarnya tingkat konsumsi masyarakat mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan.

Baik oleh Badan Kesehatan Dunia (WHO) maupun yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia.

Proyeksi kebutuhan air bersih dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{qxpTp}{24x60x60} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

Q = Kebutuhan air bersih (lt/org/det)

q = Kebutuhan air bersih rata-rata per orang

P = Jumlah penduduk

Tp = Tingkat Pelayanan (diasumsikan 100%)

Besarnya kebutuhan di air sektor ini bergantung pada jumlah penduduk, pola konsumsi yang sejalan dengan naiknya tingkat kesejahteraan, serta ukuran besarnya kota (perkotaan atau pedesaan) yang bisa diasumsikan bergantung pada pertumbuhan penduduk.

Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan air domestik terutama dalam menentukan kecenderungan laju pertumbuhan (*Growth Rate Trends*). Pertumbuhan ini juga tergantung dari rencana pengembangan dari tata ruang kota. Standar kebutuhan air domestik menurut Pedoman Penentuan Air Baku Rumah Tangga, Perkotaan, Industri (Kimpraswil, 2003) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kategori Perkotaan dan Konsumsi air per kapita

No	Kategori ukuran Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
1	Metropolitan	>1.000.000	190
2	Besar	500.000-1.000.000	170
3	Sedang	100.000-500.000	150
4	Kecil	10.000-100.000	130
5	Kota-Desa	3.000-10.000	100

Sumber: *Pedoman Air Minum Perkotaan, 2002*

Perhitungan kebutuhan air untuk Domestik, Perkotaan, dan Industri (DPI) dilakukan berdasarkan jumlah penduduk yang akan mendapatkan pelayanan air bersih. Besarnya kebutuhan air di suatu kota dapat dilakukan dengan menggunakan formula dasar sebagai berikut :

$$Q_d = SR + HU \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

Q_d = Kebutuhan air domestik

SR = Konsumsi Unit Sambungan Rumah

HU = Konsumsi Unit Hidran Umum



BAB III

METODOLOGI

3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

3.1.1 Data Primer

Data primer didapat dari berbagai pihak yang berkepentingan dan data-data aktual lainnya yang berkaitan dengan kondisi saat ini lapangan. Metode yang digunakan adalah metode wawancara yaitu dengan mewawancarai narasumber yang dapat dipercaya untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder yaitu data-data kearsipan yang diperoleh dari instansi-instansi terkait, serta data-data yang berpengaruh pada perencanaan. Adapun data sekunder antara lain :

a). Data Hidrologi

Data ini berupa data curah hujan. Data hujan bisa didapatkan dari stasiun hujan disekitar lokasi atau didapatkan dari instansi instansi yang mengelola data hujan. Untuk keperluan analisis hidrologi diperlukan minimal data curah hujan bulanan minimal 10 tahun terakhir. Data hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi hanyalah data hujan dari stasiun hujan yang berada didekat wilayah yang kita teliti.

b). Data Klimatologi

Data Klimatologi meliputi :

1. Data temperatur bulanan rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
2. Kecepatan angin rata-rata (m/det)
3. Kelembaman udara relative rata-rata (%)
4. Lama penyinaran matahari rata-rata (%)

3.2. Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif yang bersifat deskriptif, yaitu melalui studi literatur, pengumpulan data, dan analisis data. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

Proses kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

1. Tahapan Pendahuluan

Tahapan ini merupakan tahapan studi literatur, yaitu dengan cara mengumpulkan dan mempelajari literatur-literatur yang terkait dengan penelitian ini. Hasil dari tahapan ini berupa sketsa dan penafsiran sementara keadaan daerah penelitian yang akan digunakan pada tahap pengambilan data.

2. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan ini data yang diambil berupa data sekunder, meliputi : data curah hujan di sekitar daerah penelitian, data klimatologi, peta topografi dan data jumlah penduduk.

3. Tahapan Analisa

Tahapan ini melakukan pengolahan data dari data yang telah dikumpulkan, yaitu analisa perhitungan curah hujan rata-rata, analisa evaporasi, analisa debit andalan untuk memperoleh besar ketersediaan air.

4. Tahapan Penyusunan Laporan

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari tahap penelitian di mana tahap ini hanya menyusun data-data di tahap awal hingga akhir yang selanjutnya akan dirangkum menjadi sebuah laporan penelitian.

3.3. Data dan Alat Penelitian

Data dan alat penelitian data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini.

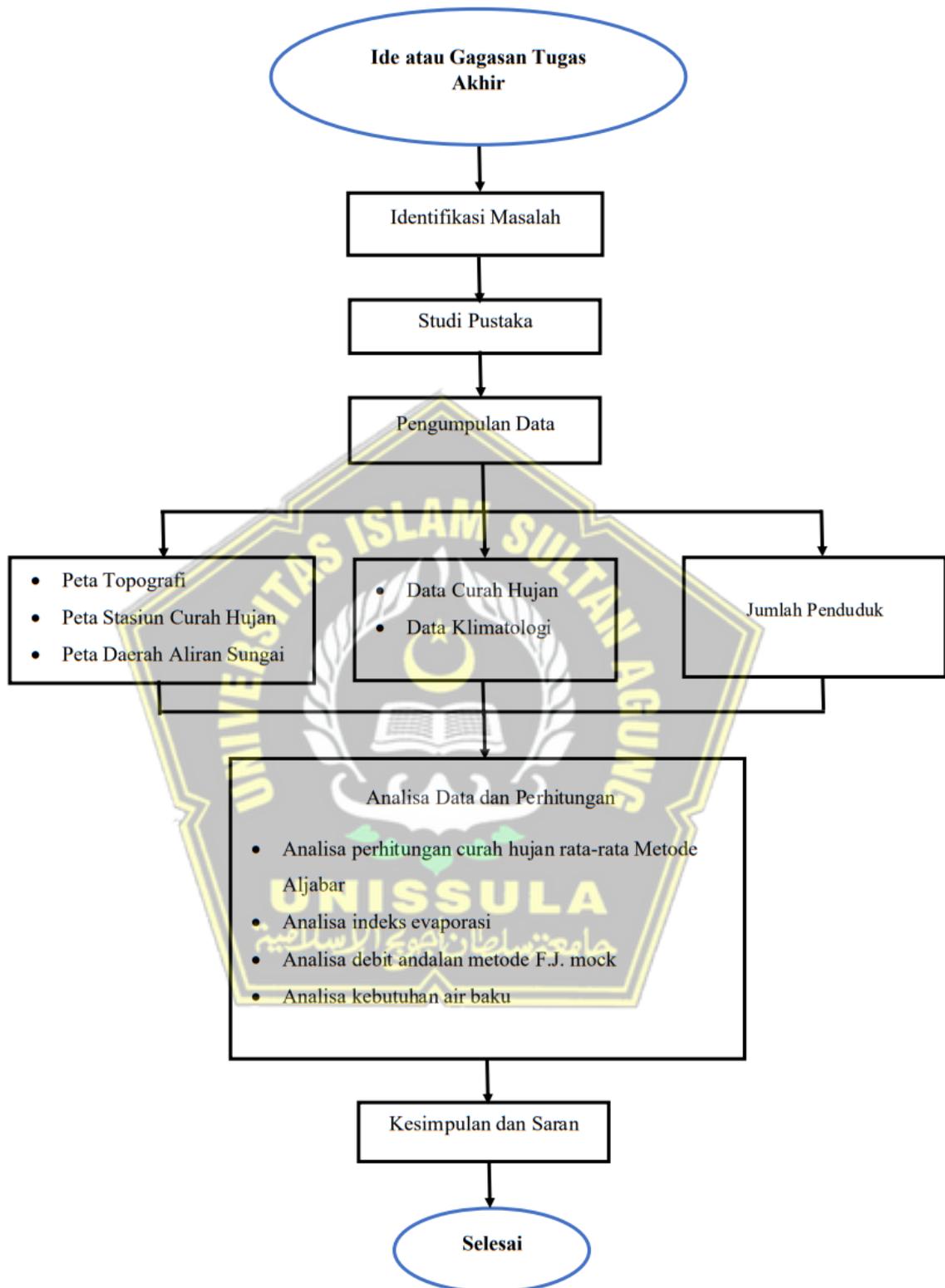
Adapun data sekunder dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Peta Topografi Gunem yang diperoleh dari website Inkatlas
2. Peta stasiun penakar curah hujan yang diperoleh dari BMKG Semarang
3. Data curah hujan Tahunan tahun 2012-2022 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Rembang

4. Data klimatologi yang diperoleh dari BMKG Semarang

Alat yang digunakan dalam menganalisis data-data di atas digunakan adalah suatu perangkat alat berupa perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Dimulai dari pemasukan data (*Input*) sampai dengan pencetakan hasil (*Output*). Dimana perangkat keras (*Hardware*) terdiri dari: komputer, printer, dan alat tulis. Sedangkan perangkat lunak (*Software*) terdiri dari: Microsoft Word 2019, Microsoft Excel 2019, Autocad dan ArcGIS.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4. Analisa Data

3.4.1 Analisis Curah Hujan

Untuk perhitungan curah hujan menggunakan Metode Rerata Aljabar. Dengan cara menentukan lokasi titik stasiun curah hujan terdekat embung precet yang masuk dalam kawasan DAS Lasem. Sehingga dapat dihitung curah hujan Tahunan tiap stasiun per bulan (Januari - Desember). Untuk cara yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.1.

3.4.2 Analisis Evaporasi

Untuk menghitung besarnya evaporasi, dibutuhkan data-data klimatologi, yaitu : temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin. Untuk langkah-langkah analisis menggunakan persamaan 2.5 sampai dengan persamaan 2.6.

3.4.3 Analisis Debit Andalan

Untuk menghitung debit andalan yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air hujan yang masuk ke dalam embung dengan memasukan faktor koreksi sebesar 80%.

3.4.4 Analisis Kebutuhan Air Baku

Untuk menghitung kebutuhan air baku domestik penduduk dibutuhkan data-data jumlah penduduk dan laju pertumbuhan penduduk setiap tahun. Untuk langkah analisis menggunakan persamaan 2.11 sampai dengan 2.16

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Rembang merupakan daerah yang memiliki potensi besar terhadap bencana kekeringan pada musim kemarau tiba. Menurut data BPBD dari 294 desa di Kabupaten Rembang terdapat 24 desa rawan kekeringan sampai tahun 2021. Kabupaten Rembang memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata sebesar 24°C. Pada saat tertentu, suhu maksimum dapat mencapai 32°C. Sumber air di wilayah Kabupaten Rembang berasal dari air permukaan, yang berasal dari waduk, embung, air tanah, dan mata air.

DAS Lasem merupakan salah satu daerah aliran sungai yang berada di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah dengan luas DAS 22.994,96 Ha. Kali Grubugan melewati beberapa wilayah dari Gunung Kapur Utara (Bulu, Gunem Sale) bermuara di desa Gedong Mulyo Lasem. Secara administratif lokasi penelitian terletak di desa Trembes kecamatan Gunem, Kabupaten Rembang, Propinsi Jawa Tengah dan terletak pada koordinat 6°49'00"S dan 111°29'27"E.

4.2 Analisis Curah Hujan

Pada penelitian ini, sumber air yang digunakan berasal dari air tadah hujan Daerah Aliran Sungai Lasem. Analisa curah hujan dilakukan menggunakan Metode Rerata Aljabar yang terdiri 3 stasiun curah hujan, yaitu Stasiun Lasem, Stasiun Sedan, dan Stasiun Tempuran dengan periode 10 tahun (tahun 2012-2021).

Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Ketersediaan Data	Pengelola
1	Lasem	2012-2021	DPU TARU Kabupaten
2	Sedan	2012-2021	DPU TARU Kabupaten
3	Tempuran	2012-2021	DPU TARU Kabupaten

Sumber : BMKG Semarang, 2022

4.2.1 Cara Pembagian Wilayah Menggunakan Metode Rerata Aljabar

Adapun langkah-langkah menghitung dengan metode Rerata Aljabar adalah sebagai berikut :

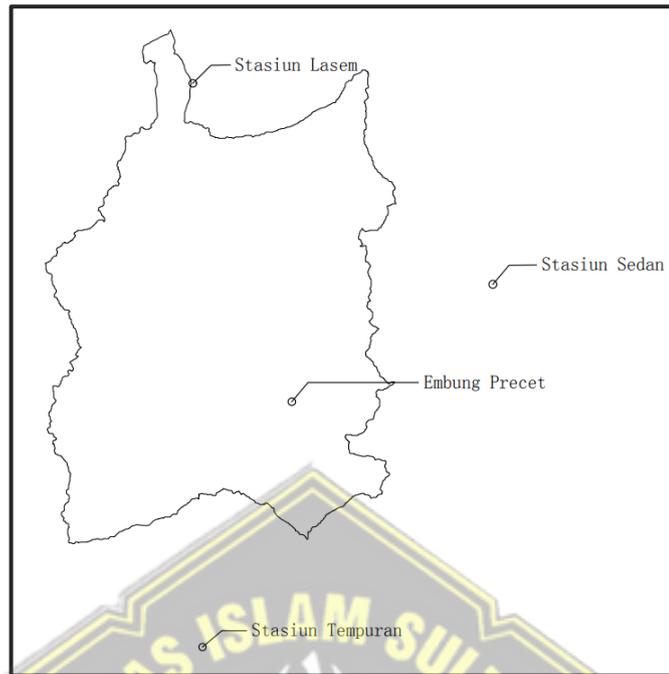
A. Menentukan titik koordinat masing-masing stasiun curah hujan

Tabel 4.2 Titik Koordinat dan Lokasi Stasiun Curah

No.	Stasiun	Koordinat	Lokasi
1	Lasem	X : -6,69195	Desa Soditan, Kec. Lasem, Kab. Rembang
		Y : 111,4518	
2	Sedan	X : -6,77193	Desa Sidorejo, Kec. Sedan, Kab. Rembang
		Y : 111,5702	
3	Tempuran	X : -6,9164	Desa Tempuran, Kec. Blora, Kab. Blora
		Y : 111,4556	

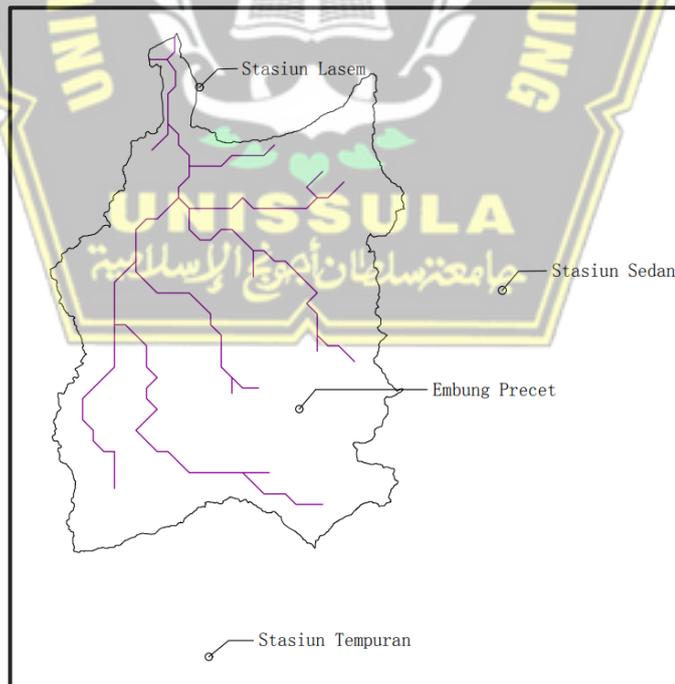
Sumber : BMKG Semarang, 2022

B. Gambaran kondisi peta DAS Lasem dan stasiun curah hujan



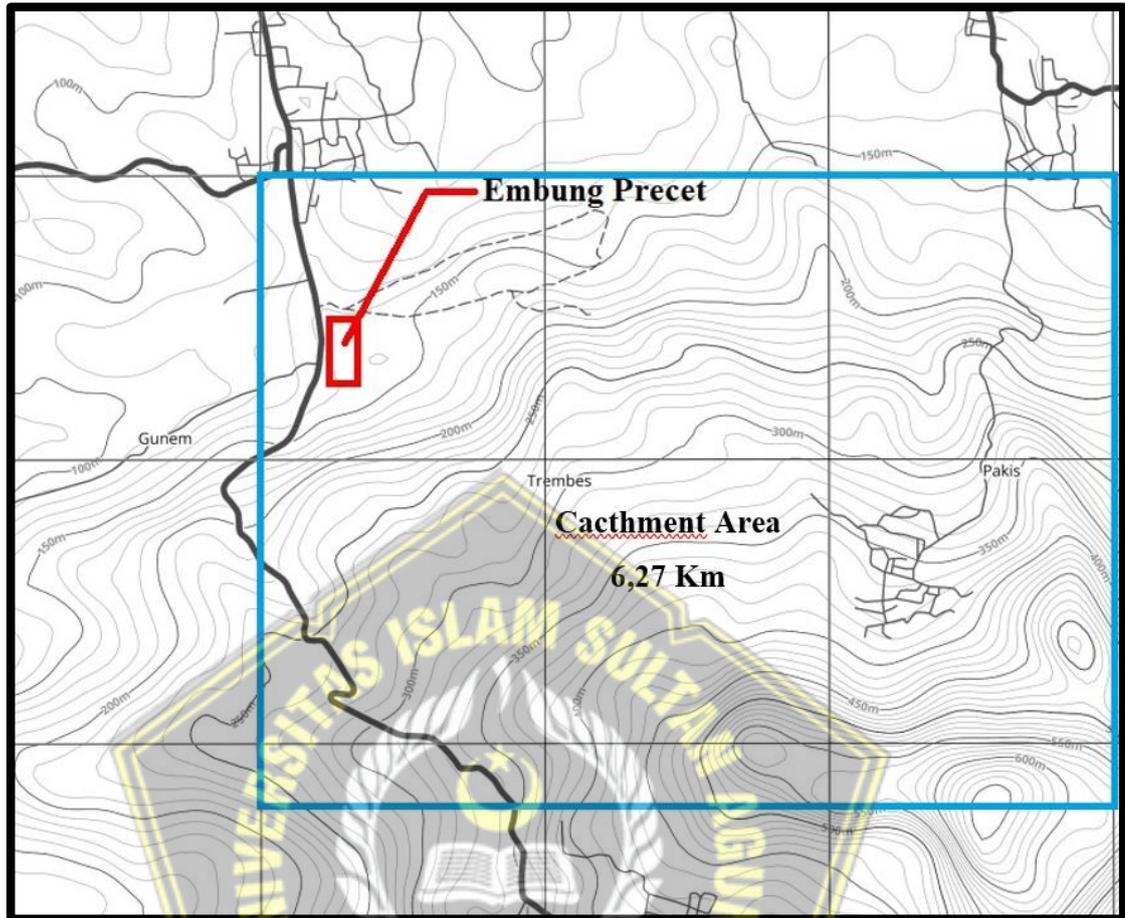
Gambar 4.1 Letak Stasiun Terdekat dan Embung Precet

C. Bentuk aliran sungai DAS Lasem



Gambar 4.2 Bentuk Aliran Sungai

D. Bentuk topografi sekitar Embung Precet untuk area tangkapan hujan



Gambar 4.3 Peta Topografi Sekitar Embung Precet

(Sumber : Inkatlas, 2014)

4.2.2. Menghitung Curah Hujan Metode Rerata Aljabar

Setelah mengetahui luas wilayah tangkapan dari masing-masing stasiun curah hujan, kemudian dapat dilakukan menghitung curah hujan kawasan menggunakan metode Rerata Aljabar. Contoh untuk menghitung curah hujan kawasan sebagai berikut.

Diketahui :

- Curah Hujan bulan Januari tahun 2012.

Stasiun Lasem (R_1)	= 187 mm/bulan
Stasiun Sedan (R_2)	= 303 mm/bulan
Stasiun Tempuran (R_3)	= 212 mm/bulan

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{n}$$

$$\bar{R} = \frac{187 + 303 + 212}{3}$$

$$= 234 \text{ mm/bulan}$$

Dengan cara menghitung yang sama, maka dapat dihitung nilai curah hujan bulan Januari tiap tahun, dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Curah Hujan Metode Rerata Aljabar Bulan Januari (mm)

Tahun	R1	R2	R3	ΣR	Σn	$\Sigma R / \Sigma n$
2012	187,00	303,00	212,00	702,00	3,00	234,00
2013	193,00	433,00	273,00	899,00	3,00	299,67
2014	561,00	389,00	296,00	1246,00	3,00	415,33
2015	109,00	173,00	291,00	573,00	3,00	191,00
2016	178,00	131,00	135,00	444,00	3,00	148,00
2017	146,00	228,00	255,00	629,00	3,00	209,67
2018	240,00	213,00	231,00	684,00	3,00	228,00
2019	272,00	188,00	158,00	618,00	3,00	206,00
2020	200,00	226,00	222,00	648,00	3,00	216,00
2021	251,00	200,00	326,00	777,00	3,00	259,00

Sumber : Perhitungan, 2022

Dan untuk bulan Februari sampai dengan Desember dan curah hujan rata-rata tiap tahunnya dilakukan dengan cara yang sama. Hasil rekapitulasi curah hujan kawasan dengan metode Rerata Aljabar dapat dilihat pada tabel berikut.

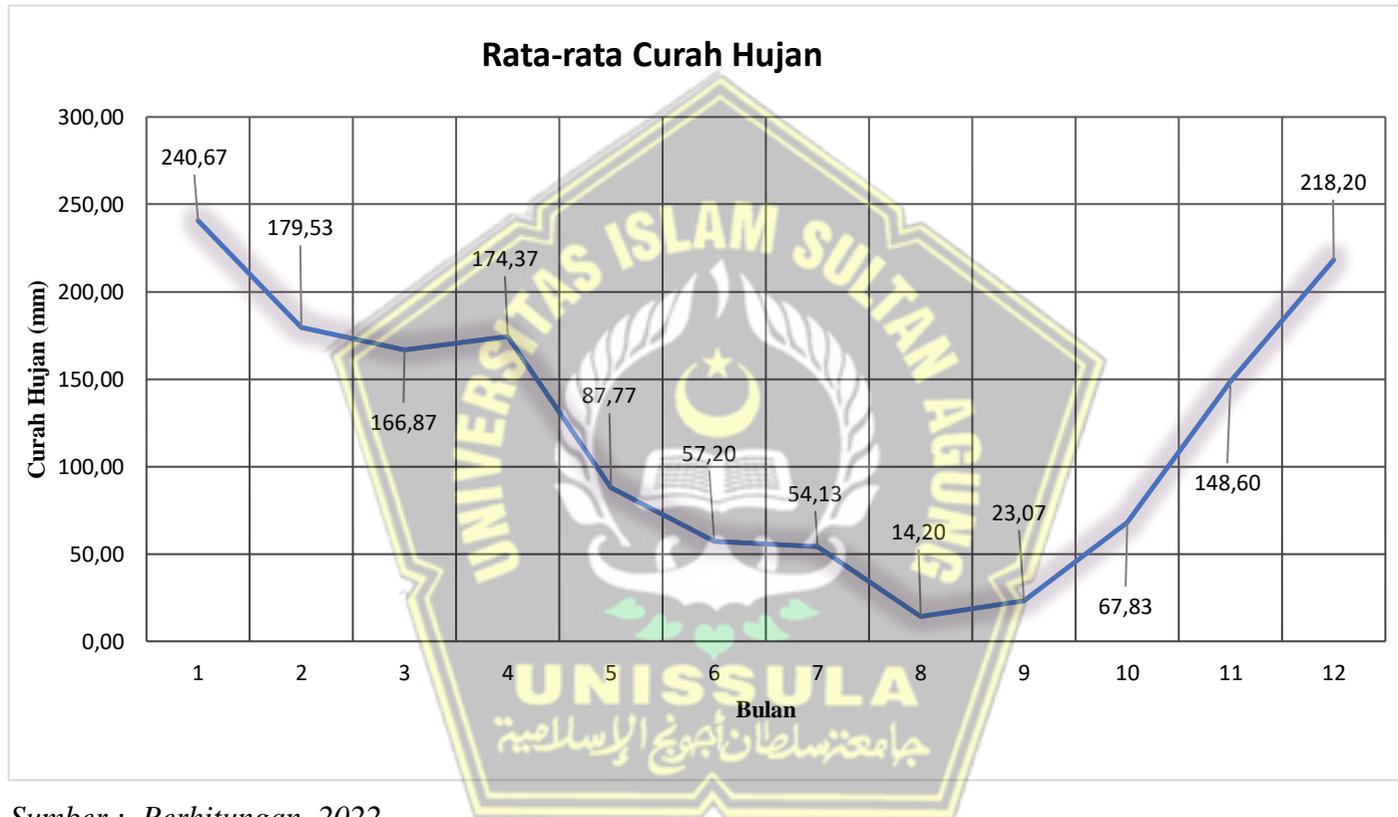
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Bulanan dengan Metode Rerata Aljabar Tahun 2012-2021

Tahun	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
2012	234,00	85,67	133,67	58,33	35,00	42,33	0,00	0,00	1,00	62,33	108,67	240,33
2013	299,67	127,67	122,67	286,67	143,67	91,00	106,67	0,00	0,00	32,00	81,67	284,00
2014	415,33	178,67	152,00	144,67	33,00	95,67	80,33	41,67	0,00	7,33	59,00	254,00
2015	191,00	159,67	136,33	205,33	40,67	15,33	0,00	0,00	13,33	0,00	46,33	240,33
2016	148,00	240,33	86,00	206,67	160,00	109,00	86,67	33,67	130,67	197,00	290,33	159,67
2017	209,67	209,67	256,67	107,33	151,67	80,00	61,00	0,00	4,67	197,67	176,00	180,67
2018	228,00	216,33	213,33	95,33	47,33	25,33	0,00	0,00	10,67	18,00	167,67	273,67
2019	206,00	169,67	243,33	220,00	104,67	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	69,00	114,67
2020	216,00	195,67	122,00	329,33	91,00	11,67	145,67	47,00	21,67	103,67	197,00	251,00
2021	259,00	212,00	202,67	90,00	70,67	101,67	59,67	19,67	48,67	60,33	290,33	183,67
Rata - Rata	240,67	179,53	166,87	174,37	87,77	57,20	54,13	14,20	23,07	67,83	148,60	218,20

Sumber : Perhitungan, 2022



Gambar 4.4 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Bulanan (mm) Tahun 2012-2021



Sumber : Perhitungan, 2022

Berdasarkan Gambar 4.4 grafik rata-rata curah hujan tertinggi pada bulan Januari yaitu sebesar 240,67 mm/bulan. Sedangkan curah hujan terendah pada bulan Agustus yaitu sebesar 14,20 mm/bulan.

4.3. Analisis Evaporasi

Pada analisa evaporasi menggunakan Metode Rohwer karena hanya menghitung penguapan di permukaan air embung, *catchmen area* yang kecil serta vegetasi yang terbuka. Data Klimatologi yang tersedia di mulai tahun 2011 hingga 2014 merupakan parameter penting meteorologi yang mempengaruhi besaran evaporasi yaitu sebagai berikut tersebut adalah :

- a. Radiasi Matahari
- b. Angin
- c. Kelembaban Relatif
- d. Suhu

Dengan data yang tersedia adalah kurun waktu tahun 2011 sampai dengan 2014

Tabel 4.5 Penyinaran Matahari (%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2012	29,6	36,7	34,1	46,7	62,3	66	67,5	68,6	72,7	61,8	43,8	31,5
2013	37,95	42,27	40,32	39,39	54,2	48,39	54,04	66,94	61,01	62,27	42,4	27,41
2014	19,16	23,5	46,79	50,05	58,3	57,54	57,25	65,26	65,44	59,72	42,96	27,14

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2022

Tabel 4.6 Kecepatan Angin (km/hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2012	78,5	51,2	71	52,5	50,8	49,1	49,8	63,5	68,4	87,8	46,3	49,8
2013	98,19	60,14	42,74	40,23	36,1	30,17	46,84	68,39	67,37	59,97	30,33	45
2014	23,81	30,45	13,52	11,57	45,9	52	54,13	63,61	71,03	63,68	27,7	10,52

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2022

Tabel 4.7 Kelembaban Relatif RH (%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2012	99,00	98,50	98,90	98,40	98,40	98,80	98,80	99,00	99,20	99,2	98,30	98,30
2013	98,94	98,86	98,71	98,93	98,32	98,70	98,71	98,74	98,80	98,9	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, 2022

Tabel 4.8 Temperatur Udara (°C)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2012	25,8	25,9	25,9	25,9	25,9	25,8	25,9	25,8	25,8	25,9	25,9	25,8
2013	25,75	25,87	25,86	25,82	25,8	25,88	25,82	25,89	25,88	25,81	25,81	25,85
2014	25,82	25,84	25,85	25,87	25,9	25,89	25,85	26,33	25,66	27,66	27,45	26,84

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2022

Analisa ini menggunakan tabel ketentuan yang telah di modifikasi. Langkah-langkah perhitungan evaporasi menggunakan metode Rohwer dapat dilihat pada contoh perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan evaporasi dengan metode Rohwer pada bulan Januari 2012.

a. Data klimatologi

Kecepatan angin (V)	= 70,19 km/hari
Kelembaban relatif (RH)	= 99,00 %
Penyinaran matahari (Rn)	= 29,60 %
Temperatur udara (T)	= 25,80 °C

b. Perhitungan Evaporasi

$$\text{Kecepatan angin} = 70,19 \text{ km/hari} = 0,91 \text{ m/detik}$$

Menghitung tekanan uap nyata (ea)

$$\begin{aligned} ea &= ew \times (RH/100) \\ &= 3,18 \times (99/100) \\ &= 3,15 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

Menghitung evaporasi (E)

$$\begin{aligned} E &= 0,484 \times (1 + 0,6 \times V) \times (ew - ea) \\ &= 0,484 \times (1 + 0,6 \times 0,91) \times (3,18 - 3,15) \\ &= 2,38 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$



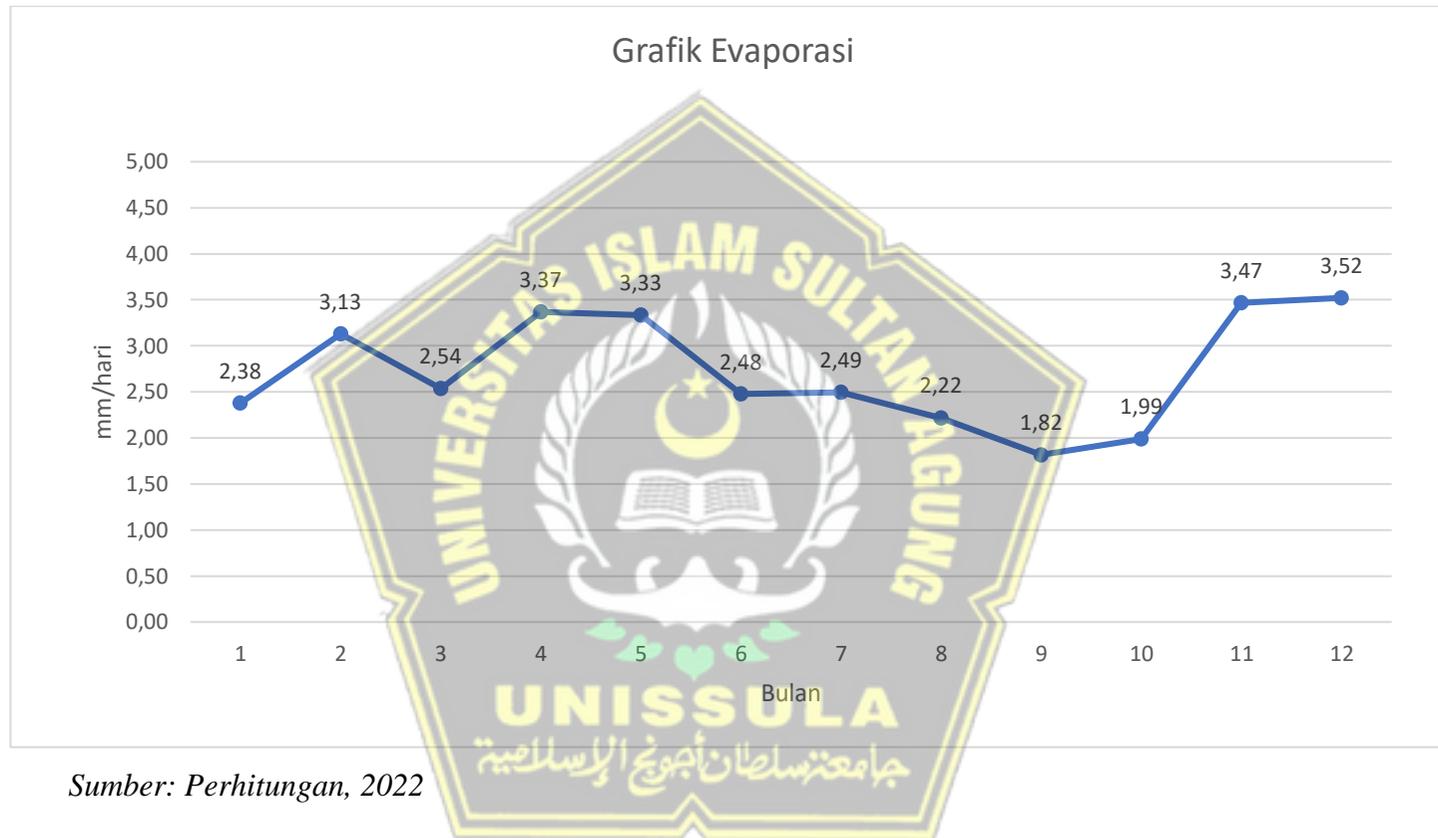
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Evaporasi 2012

PARAMETER	Satuan	Tahun 2012 / Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur, (T)	°C	25,80	25,90	25,90	25,90	25,80	25,80	25,90	25,80	25,80	25,90	25,90	25,80
Kecepatan angin, (V)	m/s	0,91	0,59	0,82	0,61	0,59	0,57	0,58	0,73	0,79	1,02	0,54	0,58
Penyinaran matahari, ((n/N)%)	%	29,60	36,70	34,10	46,70	62,30	66,00	67,50	68,60	71,70	61,80	43,80	31,50
Kelembaban relatif, (RH)	%	99,00	98,50	98,90	98,40	98,40	98,80	98,80	99,00	99,20	99,20	98,30	98,30
Tekan uap jenuh, (ew)	Kpa	3,18	3,18	3,19	3,19	3,18	3,18	3,19	3,18	3,18	3,19	3,19	3,18
Tekan uap nyata, (ea) = ew x RH/100	Kpa	3,15	3,13	3,15	3,14	3,13	3,14	3,15	3,15	3,15	3,16	3,14	3,13
Perbedaan Tekan uap, (ew - ea)	Kpa	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05
Evaporasi (E)	mm/hari	2,38	3,13	2,54	3,37	3,33	2,48	2,49	2,22	1,82	1,99	3,47	3,52

Sumber: Perhitungan, 2022



Gambar 4.5 Grafik Evaporasi metode Rohwer Tahun 2012



Berdasarkan gambar 4.5 grafik evaporasi bulanan tahun 2012 tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar 3,52 mm/hari. Sedangkan evaporasi terendah terjadi pada bulan September sebesar 1,82 mm/hari.

4.4. Analisis Ketersediaan Air

Untuk analisis ketersediaan air pada Embung Precet yang berada di DAS Lasem dengan menggunakan Metode Mock.

Data yang diperlukan dalam perhitungan debit air antara lain :

1. Data curah hujan bulanan rata-rata.
2. Data Evaporasi.

Berikut contoh perhitungan debit air di bulan Januari 2012.

1. Data Meteorologi

Curah hujan bulanan (R) = 234 mm

Jumlah hari hujan (n) = 16 hari

Jumlah hari 1 bulan = 31 hari

2. Evaporasi

Evaporasi (E) = 2,38 mm/bulan

3. Keseimbangan Air

a. $\Delta S = R - E$
 $= 234 - 2,38$
 $= 231,62 \text{ mm/bulan}$

- b. Limpasan Badai (PF = 5%)

Jika $\Delta S > 0$, maka PF = 0

Jika $\Delta S < 0$, maka PF = R x 0,05

Jadi, PF yang digunakan adalah 0

- c. Kandungan Air Tanah (SS)

Jika $R > E_a$, maka SS = 0

Jika $R < E_a$, maka SS = $\Delta S - PF$

Jadi, SS yang digunakan adalah 0

- d. Kapasitas Kelembaban Air Tanah (SMC)

Jika SS = 0, maka kelembaban air tanah = 200

Jika SS \neq 0, maka kapasitas kelembaban air tanah = kandungan air tanah

Jadi, SS = 0, maka kelembaban air tanah adalah 200

e. Kelebihan Air (WS)

$$\begin{aligned} WS &= \Delta S - SS \\ &= 231,62 - 0 \\ &= 231,62 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$

4. Limpasan dan Penyimpanan Air

a. Faktor infiltrasi (i) diambil 0,4

b. Faktor resesi air tanah (k) diambil 0,5

c. Infiltrasi (I)

$$\begin{aligned} I &= i \times WS \\ &= 0,4 \times 231,62 \\ &= 92,65 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$

d. Volume Air Tanah (G)

$$\begin{aligned} G &= 0,5 (1 + k) I \\ &= 0,5 (1 + 0,5) 92,65 \\ &= 69,49 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$

e. Penyimpanan Volume Air Tanah (L)

$$\begin{aligned} L &= k (V_n - 1) \\ &= 0,5 (100) \\ &= 50,0 \end{aligned}$$

f. Total Volume Penyimpanan Air Tanah (V_n)

$$\begin{aligned} V_n &= G + L \\ &= 69,49 + 50,0 \\ &= 119,49 \end{aligned}$$

g. Perubahan Volume Aliran dalam Tanah (ΔV_n)

$$\begin{aligned} \Delta V_n &= V_n - V_{n-1} \\ &= 119,49 - 100 \\ &= 19,49 \end{aligned}$$

h. Aliran Dasar (BF)

$$\begin{aligned} BF &= I - \Delta V_n \\ &= 92,65 - 19,49 \\ &= 73,16 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$

i. Limpasan Langsung (Dro)

$$\begin{aligned}\text{Dro} &= \text{WS} - \text{I} \\ &= 231,62 - 92,65 \\ &= 138,97 \text{ mm/bulan}\end{aligned}$$

j. Total Limpasan (Ron)

$$\begin{aligned}\text{Ron} &= \text{BF} + \text{Dro} \\ &= 73,16 + 138,97 \\ &= 212,13 \text{ mm/bulan}\end{aligned}$$

k. Debit Air (Q)

$$\begin{aligned}Q &= (\text{Ron} \times A)/n \\ &= (212,13 \times 6,27 \times 1000)/(31 \times 24 \times 3600) \\ &= 0,50 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

Menghitung debit air pada bulan dan tahun selanjutnya, digunakan cara yang sama seperti contoh perhitungan di atas dan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil perhitungan debit air pada



Tabel 4.10 Perhitungan Debit Air Tahun 2012

Uraian	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bulan	234,00	85,67	133,67	58,33	35,00	42,33	0,00	0,00	1,00	62,33	108,67	240,33
Jumlah Hari Hujan (n)	Hari	14	8	7	1	2	1	0	0	0	5	4	11
Jumlah Hari 1 Bulan	Hari	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evaporasi													
Evaporasi	mm/bulan	2,38	3,13	2,54	3,37	3,33	2,48	2,49	2,22	1,82	1,99	3,47	3,52
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - E$	mm/bulan	231,62	82,54	131,13	54,96	31,67	39,86	-2,49	-2,22	-0,82	60,35	105,20	236,81
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bulan	0	0	0	0	0	0	-2,49	-2,22	-0,87	0	0	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bulan	200	200	200	200	200	200	-2,49	-2,22	-0,87	200	200	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bulan	231,62	82,54	131,13	54,96	31,67	39,86	0,00	0,00	0,05	60,35	105,20	236,81
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
Faktor infiltrasi		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Infiltrasi (I)	mm/bulan	92,65	33,01	52,45	21,98	12,67	15,94	0,00	0,00	0,02	24,14	42,08	94,72
Volume Air Tanah	mm/bulan	69,49	24,76	39,34	16,49	9,50	11,96	0,00	0,00	0,02	18,10	31,56	71,04
$L = k (V_n - 1)$	k = 0,5	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Volume Penyimpanan (V_n)		119,49	74,76	89,34	66,49	59,50	61,96	50,00	50,00	50,02	68,10	81,56	121,04
$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	ISM = 100	19,49	-25,24	-10,66	-33,51	-40,50	-38,04	-50,00	-50,00	-49,99	-31,90	-18,44	21,04
Aliran Dasar (BF)	mm/bulan	73,16	58,25	63,11	55,50	53,17	53,99	50,00	50,00	50,01	56,03	60,52	73,68
Limpasan Langsung (Dro)	mm/bulan	138,97	49,52	78,68	32,98	19,00	23,91	0,00	0,00	0,03	36,21	63,12	142,09
Total Limpasan (Ron)	mm/bulan	212,14	107,78	141,79	88,47	72,17	77,90	50,00	50,00	50,04	92,24	123,64	215,77
Debit Bulanan	m ³ /s	0,50	0,27	0,33	0,21	0,17	0,19	0,12	0,12	0,12	0,22	0,30	0,50

Sumber: Perhitungan, 2022

Gambar 4.6 Grafik Bulanan Tahun 2012



Sumber: Perhitungan, 2022

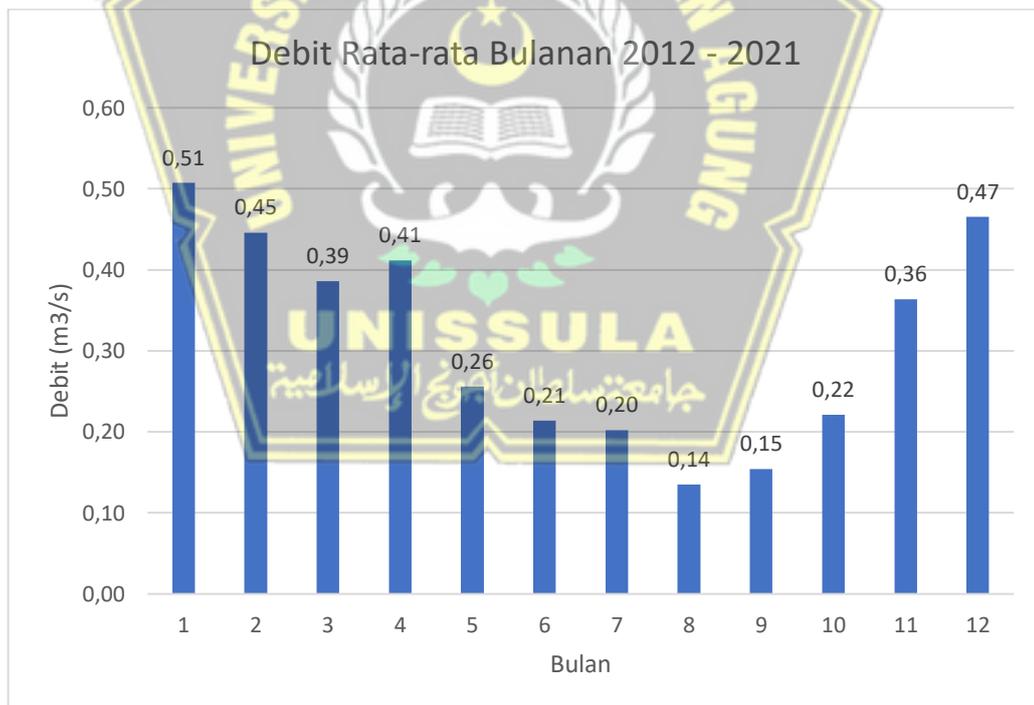
Berdasarkan gambar 4.6 grafik debit bulanan tahun 2012 tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan debit bulanan terendah terjadi pada bulan Juli, Agustus dan September sebesar $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Debit Tahun 2012-2021

Tahun	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2012	0,50	0,27	0,33	0,21	0,17	0,19	0,12	0,12	0,12	0,22	0,30	0,50	3,04
2013	0,60	0,36	0,31	0,60	0,35	0,27	0,29	0,12	0,12	0,17	0,25	0,58	4,02
2014	0,79	0,45	0,36	0,36	0,17	0,28	0,24	0,16	0,12	0,11	0,20	0,51	3,77
2015	0,43	0,41	0,34	0,46	0,18	0,14	0,12	0,12	0,14	0,12	0,19	0,50	3,15
2016	0,35	0,54	0,25	0,47	0,37	0,30	0,25	0,17	0,34	0,44	0,61	0,37	4,47
2017	0,46	0,51	0,53	0,30	0,36	0,25	0,21	0,12	0,12	0,42	0,40	0,39	4,08
2018	0,49	0,52	0,46	0,28	0,19	0,16	0,11	0,12	0,14	0,14	0,40	0,56	3,56
2019	0,45	0,43	0,51	0,49	0,28	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,23	0,30	3,29
2020	0,47	0,46	0,31	0,67	0,26	0,14	0,35	0,17	0,12	0,27	0,44	0,51	4,18
2021	0,54	0,51	0,44	0,27	0,23	0,29	0,21	0,15	0,20	0,21	0,61	0,41	4,06
Q rata-rata	0,51	0,45	0,39	0,41	0,26	0,21	0,20	0,14	0,15	0,22	0,36	0,47	3,76

Sumber: Perhitungan, 2022

Gambar 4.7 Grafik Debit Air Rata-rata Tahun 2012-2021



Sumber: Perhitungan, 2022

Berdasarkan gambar 4.7 grafik debit rata-rata tahunan 2012-2021 debit air tertinggi pada bulan Januari sebesar 0,51 m³/s. Debit air terendah pada bulan Agustus sebesar 0,14 m³/s.

4.5. Analisis Debit Andalan

Untuk menghitung debit andalan pada Embung Precet yang masuk dalam DAS Lasem, yang digunakan adalah hasil perhitungan debit bulanan dari tahun 2012-2021 dengan menggunakan metode Mock untuk menentukan Q80%. Dari hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.12** berikut.



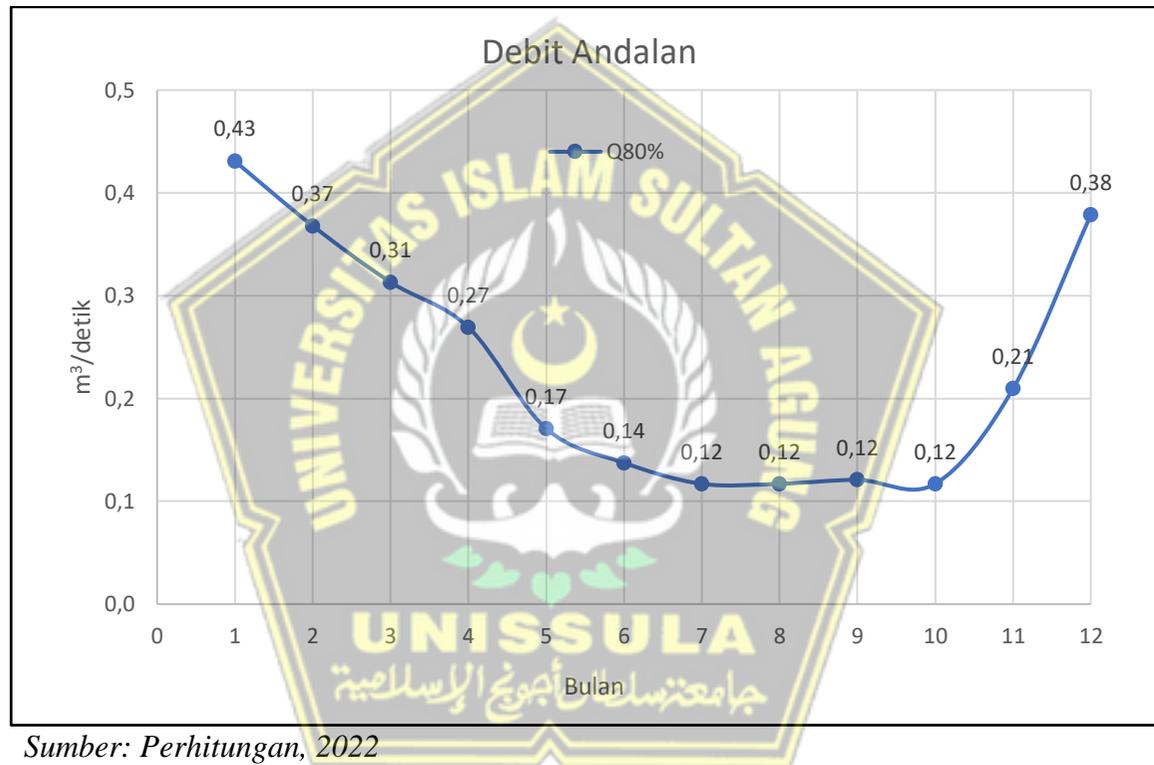
Tabel 4.12 Rekapitulasi hasil Perhitungan Debit Andalan Probabilitas 80%

No	Probabilitas	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	9,09%	0,79	0,54	0,53	0,67	0,37	0,30	0,35	0,17	0,34	0,44	0,61	0,58
2	18,18%	0,60	0,52	0,51	0,60	0,36	0,29	0,29	0,17	0,20	0,42	0,61	0,56
3	27,27%	0,54	0,51	0,46	0,49	0,35	0,28	0,25	0,16	0,14	0,27	0,44	0,51
4	36,36%	0,50	0,51	0,44	0,47	0,28	0,27	0,24	0,15	0,14	0,22	0,40	0,51
5	45,45%	0,49	0,46	0,36	0,46	0,26	0,25	0,21	0,12	0,12	0,21	0,40	0,50
6	54,55%	0,47	0,45	0,34	0,36	0,23	0,19	0,21	0,12	0,12	0,17	0,30	0,50
7	63,64%	0,46	0,43	0,33	0,30	0,19	0,16	0,12	0,12	0,12	0,14	0,25	0,41
8	72,73%	0,45	0,41	0,31	0,28	0,18	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,23	0,39
9	81,82%	0,43	0,36	0,31	0,27	0,17	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,20	0,37
10	90,91%	0,35	0,27	0,25	0,21	0,17	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,19	0,30
P	Q80%	0,43	0,37	0,31	0,27	0,17	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,21	0,38

Sumber: Perhitungan, 2022



Gambar 4.8 Grafik Debit Andalan Probabilitas 80%



Berdasarkan gambar 4.8 grafik debit andalan probabilitas 80% tertinggi pada bulan Januari sebesar 0,43 m³/detik. Sedangkan terendah terjadi pada bulan Juli sampai Oktober sebesar 0,12 m³/detik.

4.6. Kebutuhan Air Baku

Menurut pemerintahan Desa Trembes jumlah awal penduduk 2.259 jiwa pada tahun 2020. Untuk perhitungan laju pertumbuhan penduduk menggunakan metode sebagai berikut:

1. Metode *Geometric Rate Of Growth* dengan rumus :

Jumlah penduduk awal 2020 berjumlah 2.259 jiwa

Laju pertumbuhan penduduk 0,664 %

$$\begin{aligned} P_n &= P_o(1+r)^n \\ &= 2259 (1+ 0,664\%)^5 \\ &= 2.335 \text{ jiwa/orang} \end{aligned}$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun 2025 (orang)

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun 2020 (orang)

r = Angka pertumbuhan penduduk (%)

n = Interval waktu (tahun)

Jadi perkiraan proyeksi jumlah penduduk desa trembes kecamatan Gunem Kabupaten Rembang pada tahun 2025 adalah sebesar 2.335 orang. Kebutuhan air penduduk domestik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kebutuhan air domestik penduduk = kebutuhan air bersih (SR) + kebutuhan air bersih HU.

Tabel 4.13 Kategori Perkotaan dan Konsumsi air per kapita

No	Kategori ukuran Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
1	Metropolitan	>1.000.000	190
2	Besar	500.000-1.000.000	170
3	Sedang	100.000-500.000	150
4	Kecil	10.000-100.000	130
5	Kota-Desa	3.000-10.000	100

Sumber: *Pedoman Air Minum Perkotaan, 2002*

Perhitungan kebutuhan air untuk Domestik dilakukan berdasarkan jumlah penduduk yang akan mendapatkan pelayanan air bersih. Besarnya kebutuhan air di suatu kota dapat dilakukan dengan menggunakan formula dasar sebagai berikut :

$$Q_d = SR + HU$$

Dimana :

Q_d = Kebutuhan air domestik

SR = Konsumsi Unit Sambungan Rumah

HU = Konsumsi Unit Hidran Umum



Tabel 4.14 Kriteria Perencanaan Sektor Air Baku

No	Uraian	Satuan	Katagori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa X 1000)				
			> 1000	500 - 1000	100 - 500	20 - 100	< 20
A.	RUMAH TANGGA						
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR)	lt/org/hr	170-190	150-170	130-150	100-130	90-100
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU)	lt/org/hr	30	30	30	30	30
3	Prosentase Konsumsi Unit Non Rumah Tangga	%	35-40	30-35	25-30	20-25	Oct-20
	Thd. Rumah Tangga						
4	Prosentase Kehilangan Air Terhadap Hari Maksimum	%	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20
5	Faktor Hari Maksimum *)		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak *)	1,5-1,75	1,5-1,76	1,5-1,77	1,5-1,78	1,5-1,79	1,5-1,80
7	Jumlah Jiwa per Sambungan Rumah	orang	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa per Hidran Umum	orang	100	100	100	100	100
9	Sisa Tekanan Minimal di Titik Kritis Jaringan Distribusi	mka	20	20	15	10	10
10	Jam OperasI	jam	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir	%	Dec-15	Dec-15	Dec-15	Dec-15	Dec-15
	(% Dari Kebutuhan Jam Puncak)						
12	SR : HU	%	80:20:00	81:20:00	82:20:00	83:20:00	84:20:00
B.	NON RUMAH TANGGA						
1	Konsumsi Kawasan Industri	lt/dt/ha	0,2 - 0,8				
2	Konsumsi Kawasan Pariwisata	lt/dt/ha	0,1 - 0,3				

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996.

4.6.1 Kebutuhan air bersih domestik

- Jumlah penduduk 2025 = 2335 jiwa/orang
- Tingkat Pelayanan Sambungan Rumah (SR) = 80 % x 2335
= 1868 jiwa
- Konsumsi air Rata-rata SR = 80 (Lt/jiwa/hari)

➤ Jumlah pemakaian

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah terlayani SR} \times \text{Konsumsi air Rata-rata} \\ &= 1868 \times 80 \\ &= 149440 \text{ (Lt/hari)} \end{aligned}$$

➤ Jumlah kebutuhan air SR

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah pemakai}}{24 \times 60 \times 60} \\ &= \frac{149440}{86400} \\ &= 1,730 \text{ (L/Detik)} \end{aligned}$$

- Tingkat Pelayanan Hidran Umum = 20 % x 2335 = 467 jiwa
- Konsumsi air Rata-rata HU = 20 (Lt/jiwa/hari)

➤ Jumlah pemakaian

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah terlayani HU} \times \text{Konsumsi air Rata-rata} \\ &= 467 \times 20 \\ &= 9340 \text{ (Lt/hari)} \end{aligned}$$

➤ Jumlah kebutuhan air HU

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah pemakai}}{24 \times 60 \times 60} \\ &= \frac{9340}{86400} \\ &= 0,108 \text{ (L/Detik)} \end{aligned}$$

Jadi jumlah kebutuhan air domestik total :

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Jumlah kebutuhan air SR} + \text{Jumlah kebutuhan air HU} \\ &= 1,730 + 0,108 \\ &= 1,833 \text{ (l/detik)} \\ &= 158,78 \text{ (m}^3\text{/hari)} \\ &= 0,001833 \text{ m}^3\text{/detik} \end{aligned}$$

4.7. Analisis Tampungang Embung

Dalam analisis tampungan embung precet. Telah diketahui kedudukan volume tampungan tersebut telah dilakukan analisis lengkung kapasitas embung dari hasil kegiatan survey lapangan dan gambar *shop drawing* sebagai berikut:

Luas Embung	: 8.750,44 m ²
Elevasi	: 2,1 m (<i>High Water Level</i>)
Volume	: 8750,44 x 2,1 : 18.375,924 m ³
Debit rerata	: 0,31 m ³ /s
Volume air masuk	: 907.634,3 m ³

4.8. Analisis Kemampuan Pelayanan Embung

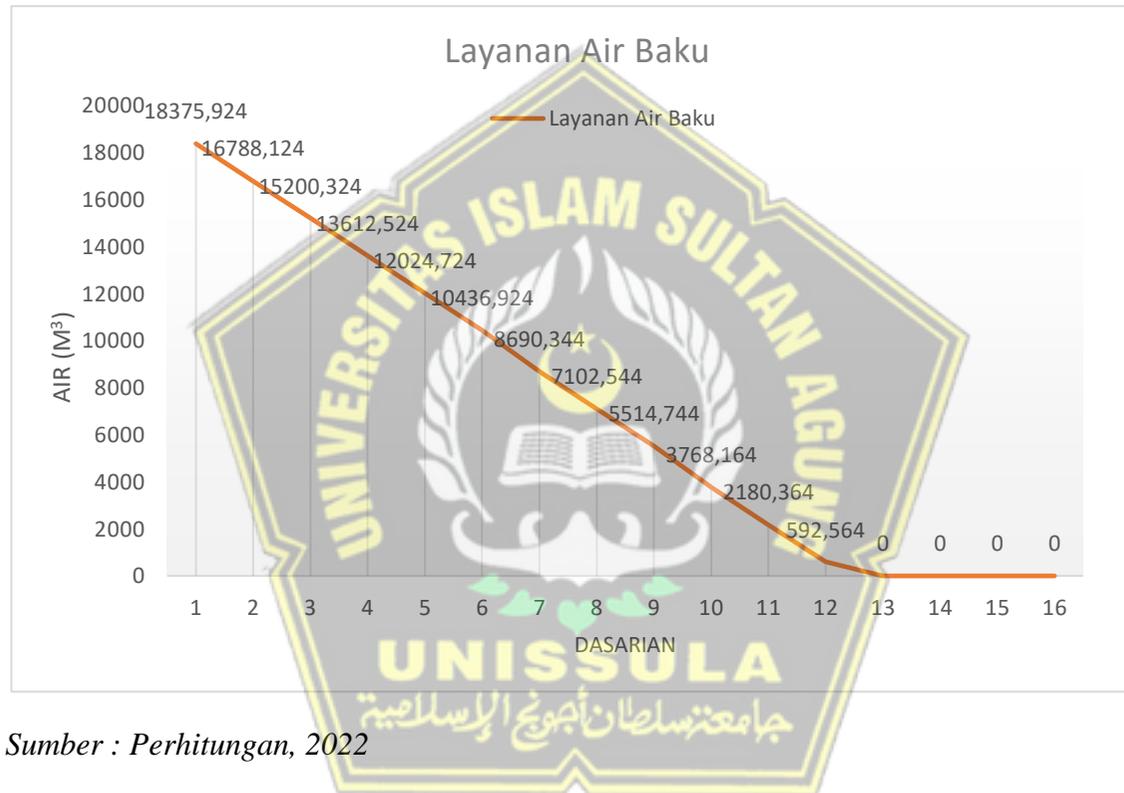
Dalam analisis kemampuan layanan embung, telah diketahui kapasitas tampungan, jumlah penduduk dan kebutuhan air baku pada musim kemarau yang terjadi di bulan Juni hingga Oktober.

Tabel 4.15 Kemampuan Layanan Embung

Keterangan	Data Perhitungan	Juni			Juli			Agustus			September			Oktober		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Dasarian																
Jumlah Hari		10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11
Kebutuhan layanan	158,78 m ³ /hari	1587,8	1587,8	1587,8	1587,8	1587,8	1746,58	1587,8	1587,8	1746,58	1587,8	1587,8	1587,8	1587,8	1587,8	1746,58
Volume Air Tersedia	18375,9 m ³	16788,1	15200,3	13612,5	12024,7	10436,9	8690,34	7102,54	5514,74	3768,16	2180,36	592,564	0	0	0	0

Sumber : Perhitungan, 2022

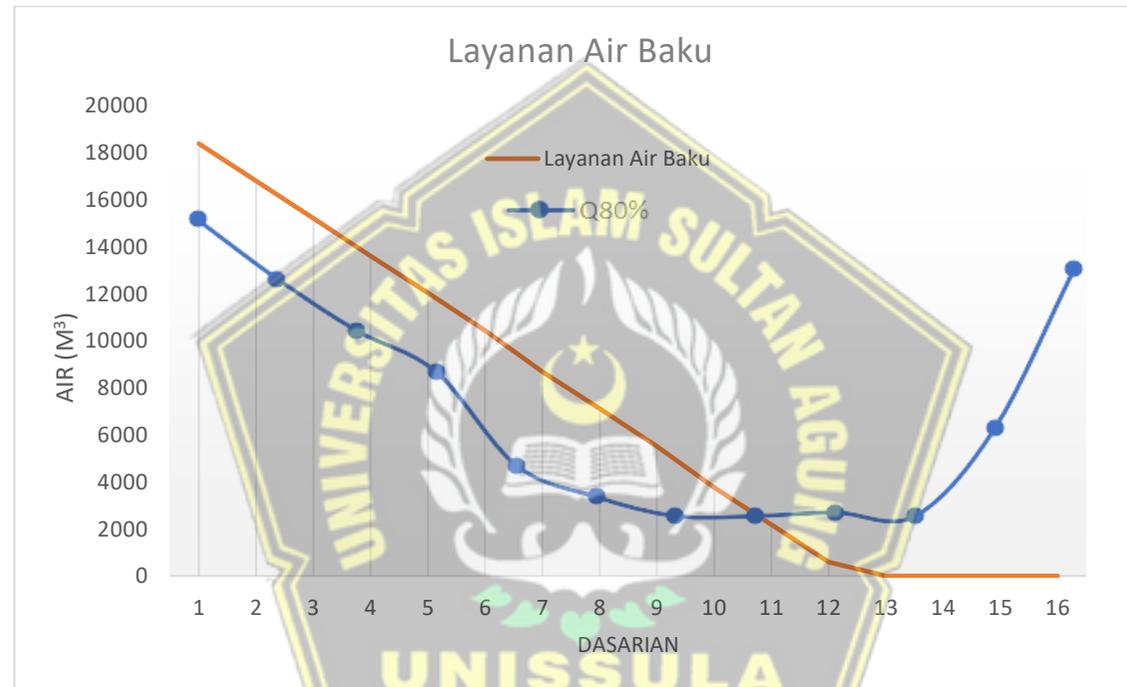
Gambar 4.9 Grafik Kemampuan Layanan Embung



Sumber : Perhitungan, 2022

Berdasarkan gambar 4.9 grafik kemampuan layanan embung dengan tampungan awal sebesar 18.375,924 m³ mengalami penurunan volume pada dasarian pertama hingga dasarian duabelas tepatnya pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September. Sedangkan terendah terjadi pada empat dasarian terakhir yaitu pada dasarian ketigabelas bulan September dan bulan Oktober sebesar 0,00 m³.

Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Debit Andalan dengan Kebutuhan Layanan Embung



Sumber : Perhitungan, 2022

Berdasarkan gambar 4.10 grafik kemampuan layanan embung dengan daya tampung tersebut akan terus mengalami penurunan setiap bulannya. Sedangkan debit andalan 80% puncak tertinggi pada awal tahun mengalami penurunan pada pertengahan tahun dan mengalami kenaikan pada akhir tahun.

BAB V

PENUTUP

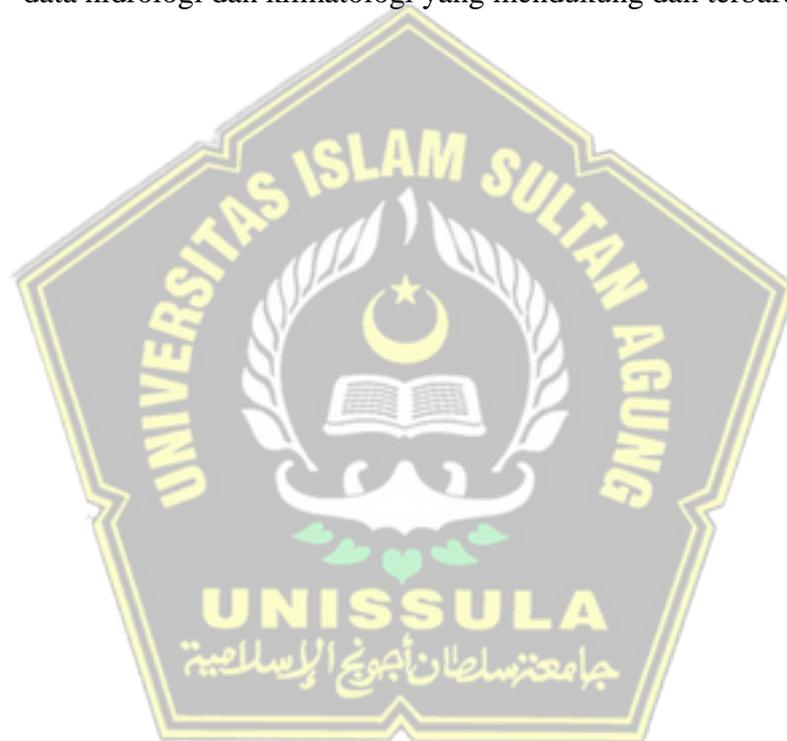
5.1. Kesimpulan

Dalam upaya untuk mengetahui jumlah debit andalan dengan menggunakan metode Mock dan ketersediaan air DAS Lasem dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan perhitungan curah hujan rata-rata tahun 2012-2021 dengan metode Rerata Aljabar didapatkan hasil pada bulan Januari sebesar 240,67 m³/s, Februari sebesar 179,53 m³/s, Maret sebesar 166,87 m³/s, April sebesar 174,37 m³/s, Mei sebesar 87,77 m³/s, Juni sebesar 57,20 m³/s, Juli sebesar 54,14 m³/s, Agustus sebesar 14,20 m³/s, September sebesar 23,07 m³/s, Oktober sebesar 67,83 m³/s, November sebesar 148,60 m³/s, Desember sebesar 218,20 m³/s,
- 2) Dari perhitungan di atas mendapatkan hasil simulasi kebutuhan air baku domestik daerah layanan tahun 2020-2025, dengan total jumlah penduduk rencana Desa Trembes yang terlayani pada tahun 2025 yaitu 2.335 Jiwa. Diperoleh total kebutuhan air baku domestik yaitu 158,37 m³/hari
- 3) kemampuan layanan embung dengan tampungan awal sebesar 18.375,924 m³ mengalami penurunan volume pada dasarian pertama hingga dasarian duabelas tepatnya pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September. Sedangkan terendah terjadi pada empat dasarian terakhir yaitu pada dasarian ketigabelas bulan September dan bulan Oktober sebesar 0,00 m³.

5.2. Saran

1. Dengan kondisi saat ini, hasil analisa ini sebaiknya dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi instansi terkait dalam pemenuhan kebutuhan air baku domestik bagi masyarakat setempat, khususnya desa Trembes Kecamatan Gunem Kabupaten Rembang.
2. Hasil analisis ini dapat dijadikan acuan pembaharuan perhitungan kebutuhan air baku domestik untuk tahun-tahun berikutnya dengan nilai perhitungan dan metode-metode yang lebih memadai.
3. Untuk mendapat hasil perhitungan yang lebih akurat diperlukan data-data hidrologi dan klimatologi yang mendukung dan terbaru.



DAFTAR PUSTAKA

- Armus, Rakhmad dkk. 2021. *Pengembangan Sumber Daya Air*. Yayasan Kita Menulis.
- Hasna Halim, H. A. 2011. *Drainase Terapan*. UII Press. Yogyakarta.
- Kodoatie R. J. & Syarief, R. 2010. *Tata Ruang Air*. ANDI. Yogyakarta.
- Noor, Djauhari. 2010. *Geomorfologi*. Universitas Pakuan. Bogor.
- Pemerintah Kabupaten Rembang. 2014. *Geografis*, rembangkab.go.id diakses April 2022.
- Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2019. *Rencana Strategis Perangkat Daerah Kabupaten Rembang*.
- Salsabila, A. & Nugraheni, Irma Lusi. 2020. *Pengantar Hidrologi*. AURA. Bandar Lampung.
- Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono & Kensaku Takeda. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI. Yogyakarta
- Yulianto, Dion. 2021. *Buku Pintar Penanggulangan Kekeringan*. DIVA Press. Yogyakarta.