

TUGAS AKHIR

**KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA
METEOROLOGIS DI DAS KARANGGENENG REMBANG**

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



Disusun Oleh :

Azzahra Auryn P. H. M.

NIM : 30.2019.000.51

Bella Emi Rosalia

NIM : 30.2019.000.56

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

2023

TUGAS AKHIR

**KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA
METEOROLOGIS DI DAS KARANGGENENG REMBANG**

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



Azzahra Auryn P. H. M.

NIM : 30.2019.000.51

Bella Emi Rosalia

NIM : 30.2019.000.56

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA METEOROLOGIS DI DAS KARANGGENENG REMBANG



Azzahra Auryn P. H M
30.2019.00.051



Bella Emi Rosalia
30.2019.00.056

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 6 Desember 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M. Si**
NIDN: 0631057002
2. **Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT**
NIDN: 0606087501
3. **Prof. Dr. Ir. S. Imam Wahyudi, DEA**
NIDN: 0613026601

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

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

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 34 / A.2 / SA – T / III / 2023

Pada hari ini tanggal 1-2-2024..... Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

1. Nama : Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M. Si
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Azzahara Auryan P. H. M
30201900051

Bella Emi Rosalia
30201900056

Judul : KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA METEOROLOGIS DI
DAS KARANGGENENG REMBANG

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	13 Maret 2023	ACC
2	Seminar Proposal	11 Juli 2023	ACC
3	Pengumpulan data	15 Juli 2023	ACC
4	Analisa data	1 Agustus 2023	ACC
5	Penyusunan laporan	-	-
6	Selesai laporan	6 Desember 2023	ACC

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

Dosen Pembimbing Utama



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

Dosen Pembimbing Pendamping



Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : AZZAHRA AURYN PRASASTI HERA MAHARSI
NIM : 30201900051
2. NAMA : BELLA EMI ROSALIA
NIM : 30201900056

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA METEOROLOGIS DI DAS KARANGGENENG REMBANG”

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

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 6 Desember 2023
Yang membuat pernyataan,

Azzahra Auryn Prasasti Hera Maharsi
NIM: 30.2019.00.051

Bella Emi Rosalia
NIM: 30.2019.00.056

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : AZZAHRA AURYN PRASASTI HERA. M
NIM : 30.2019.00.051
 2. NAMA : BELLA EMI ROSALIA
NIM : 30.2019.00.056
- JUDUL TUGAS AKHIR : KAJIAN INDEKS KEKRITISAN AIR SECARA METEOROLOGIS DI DAS KARANGGENENG REMBANG

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau di tulis 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 kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 6 Desember 2023
Yang membuat pernyataan,



Azzahra Auryn Prasasti Hera Maharsi
NIM: 30.2019.00.051

Bella Emi Rosalia
NIM: 30.2019.00.056

MOTTO

“Sesungguhnya hanya orang – orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas.”

(Q.S Az-Zumar: 10)

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.”

(QS. At-Taubah: 40)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Q.S. Ar Rad: 11)

“Wahai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar.”

(QS Al baqarah: 153)



PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua saya Bapak Bibin Wibisono, ST dan Ibu Yusfinar Kurniasih, Keluarga, serta saudara-saudara yang sudah memberikan semangat, motivasi, dan doa disetiap langkah yang saya lewati sehingga bisa terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Dosen pembimbing saya Ibu Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti. S.Si., M. Si dan Ibu Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT yang telah sabar dan memberikan saya ilmu dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
4. Bella yang telah berjuang, bekerja keras bersama sampai banting tulang dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Rumah saya Muzda, Muzdi, Muza, Muzhura, Chopper, Luis, Mustika, Abu, Zio, dan Zoya yang selalu mengganggu saya.
6. Teman-teman dekat saya Arif, Ayu, Bella, Inul, Bams, Chi, Alfat, dan Arya yang selalu menemani dan mendengarkan keluh kesah saya.
7. Teruntuk Jeni terimakasih selama ini yang selalu menemani, menghibur, serta memberi dukungan positif kepada saya.
8. Teman-teman Angkatan 2019 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Azzahra Auryn P. H. M

30201900051

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua saya Bapak Masrukan A.Md. dan Ibu Kusmiyati A.Md. Keluarga, serta saudara-saudara yang sudah memberikan semangat, motivasi, dan doa disetiap langkah yang saya lewati sehingga bisa terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Dosen pembimbing saya Ibu Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti. S.Si., M.Si dan Ibu Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT yang telah sabar dan memberikan saya ilmu dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
4. Aurn yang telah berjuang, bekerja keras bersama sampai banting tulang dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman dekat saya Ari, Zanuar, Nusken, Arif, Arya, Udhen, Wafiq, Khasan, Asegaf, Vero yang selalu mendukung saya.
6. Teruntuk Renjun teman istimewa saya terimakasih selama ini yang selalu menemani, memberi motivasi, serta dukungan positif kepada saya.
7. Teman-teman Angkatan 2019 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Bella Emi Rosalia

30201900056

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis penatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Indeks Kekritisn Air Secara Meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti. S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Kakak tingkat yang telah memberikan saran dan juga arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman-teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyesuaikan Tugas Akhir ini.

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, 6 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Siklus Hidrologi	6
2.2. Ketersediaan Air.....	7
2.3. Daerah Aliran Sungai	7
2.4. Karakteristik Hujan	9
2.5. Metode Perhitungan Curah Hujan.....	10
2.5.1. Metode Poligon Thiessen.....	10
2.5.2. Metode Aritmatik.....	11
2.5.3. Metode Isohyet.....	12
2.6. Kebutuhan Air	13
2.7. Kekritisian Air.....	13
2.7.1. Kebutuhan Air Domestik	13
2.7.2. Evapotranspirasi Potensial	14
2.7.3. Indeks Kekritisian Air	15
2.8. Kerangka Berpikir	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1. Pendekatan Penelitian	26
3.2. Lokasi Penelitian.....	26
3.3. Metode Pengumpulan Data	29
3.3.1. Data Primer	29
3.3.2. Data Sekunder	29
3.4. Metode Pengolahan Data	29
3.4.1. Analisis Curah Hujan	29

3.4.2. Analisis Ketersediaan Air	30
3.4.3. Analisis Kebutuhan Air.....	30
3.4.4. Analisis Evapotranspirasi.....	30
3.4.5. Analisis Neraca Air.....	31
3.4.6. Analisis Indeks Kekritisian Air.....	31
3.5. Metode Analisis Data	31
3.5.1. Analisis Curah Hujan	31
3.5.2. Analisis Evapotranspirasi.....	32
3.5.3. Analisis Ketersediaan Air	32
3.5.4. Analisis Kebutuhan Air.....	32
3.5.5. Analisis Neraca Air.....	32
3.5.6. Analisis Indeks Kekritisian Air.....	32
3.6. Bagan Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Gambaran Umum Kabupaten Rembang	34
4.2. Aspek Geografis.....	34
4.2.1. Letak Geografis.....	34
4.2.2. Jenis Tanah.....	35
4.2.3. Klimatologi	37
4.2.4. Hidrologi	37
4.3. Jumlah Penduduk	37
4.4. Analisis Data Curah Hujan.....	43
4.4.1. Pembagian Wilayah Metode <i>Polygon Thiessen</i>	44
4.4.2. Luas Daerah Pengaruh	44
4.4.3. Menghitung Curah hujan Metode <i>Thiessen</i>	45
4.5. Analisis Evapotranspirasi.....	53
4.6. Analisis Ketersediaan Air	60
4.7. Kebutuhan Air	65
4.8. Neraca Air	68
4.9. Indeks Kekritisian Air	73
BAB V PENUTUP.....	75
5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL


Tabel 2.1. Indeks Kekritisan Air	17
Tabel 2.2. Klasifikasi Kota.....	17
Tabel 2.3. Klasifikasi Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk	18
Tabel 2.4. Review Penelitian Sebelumnya.....	19
Tabel 3.1. Data Sekunder	29
Tabel 4.1. Pembagian Wilayah Administratif.....	35
Tabel 4.2. Karakteristik Tanah.....	36
Tabel 4.3. Jumlah Penduduk	38
Tabel 4.4. Pertumbuhan Penduduk	39
Tabel 4.5. Proyeksi Jumlah Penduduk	41
Tabel 4.6. Standar Deviasi Perhitungan Aritmatik	42
Tabel 4.7. Standar Deviasi Perhitungan Geometrik.....	42
Tabel 4.8. Standar Deviasi Perhitungan Eksponensial.....	43
Tabel 4.9. Perbandingan Nilai Standar Deviasi	43
Tabel 4.10. Data Stasiun Curah Hujan.....	44
Tabel 4.11. Titik Koordinat Lokasi.....	44
Tabel 4.12. Luas Daerah Pengaruh	44
Tabel 4.13. Pos Hujan Stasiun Bulu	45
Tabel 4.14. Pos Hujan Stasiun Sulang	45
Tabel 4.15. Pos Hujan Stasiun Rembang	46
Tabel 4.16. Curah Hujan Metode <i>Thiessen</i>	48
Tabel 4.17. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Wilayah	50
Tabel 4.18. Nilai Radiasi Terestrial	53
Tabel 4.19. Data Temperatur Rerata Bulanan.....	53
Tabel 4.20. Data Kelembapan Udara	54
Tabel 4.21. Data Kecepatan Angin Rerata Bulanan	54
Tabel 4.22. Data Sinar Matahari Rerata Bulanan	55
Tabel 4.23. Perhitungan Evapotranspirasi	57
Tabel 4.24. Hasil Rata-Rata Evapotranspirasi Potensial.....	59
Tabel 4.25. Ketersediaan Air	62
Tabel 4.26. Perhitungan Rata-Rata Ketersediaan Air	63
Tabel 4.27. Kebutuhan Air Tiap Kecamatan	65
Tabel 4.28. Kebutuhan Air Domestik	66
Tabel 4.29. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik	67
Tabel 4.30. Neraca Air	70
Tabel 4.31. Rata-Rata Defisit.....	71
Tabel 4.32. Rata-Rata Surplus	72
Tabel 4.33. Perhitungan Indeks Kekritisan Air.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Hidrologi	6
Gambar 2.2. DAS	9
Gambar 2.3. Poligon Thiessen	11
Gambar 2.4. Isohyet	12
Gambar 2.5. Kerangka Berpikir	25
Gambar 3.1. Aliran Sungai Kecamatan Bulu.....	27
Gambar 3.2. Peta DAS Karanggeneng Rembang	28
Gambar 3.3. Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 4.1. Peta Jenis Tanah Kabupaten Rembang	36
Gambar 4.2. Diagram Jumlah Penduduk	38
Gambar 4.3. Diagram Proyeksi Jumlah Penduduk	41
Gambar 4.4. Poligon Thiessen DAS Karanggeneng Rembang.....	51
Gambar 4.5. Grafik Rata-Rata Curah Hujan Wilayah	52
Gambar 4.6. Diagram Rata-rata Curah Hujan.....	52
Gambar 4.7. Grafik Evapotranspirasi	58
Gambar 4.8. Grafik Evapotranspirasi Potensial	60
Gambar 4.9. Grafik Rata-Rata Ketersediaan Air	64
Gambar 4.10. Rata-Rata Kebutuhan Air	66
Gambar 4.11. Proyeksi Kebutuhan Air Rata-Rata	67
Gambar 4.12. Grafik Neraca Air.....	70
Gambar 4.13. Grafik Rata-Rata Defisit.....	71
Gambar 4.14. Grafik Rata-Rata Surplus	72
Gambar 4.15. Indeks Kekritisian Air	74



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



A	= Luas areal
a	= Koefisien tempat
An	= Luas daerah pengaruh pos n
BF	= Aliran dasar
C	= Koefisien Thiessen
D	= Defisit air
d	= Tinggi curah hujan rata-rata areal
dn	= Tinggi curah hujan di pos n
Dro	= Limpasan langsung
Ea	= Evapotranspirasi actual
Ee	= Evapotranspirasi terbatas
Et	= Evapotranspirasi rata-rata tahunan
Eto	= Evapotranspirasi potensial
e	= Evapotranspirasi
HU	= Hidran umum
i	= Infiltrasi
n	= Periode waktu dalam tahun
in	= Infiltrasi bulan ke n
k	= Faktor resesi air tanah
l	= Heat index tahunan atau musiman
P	= Curah hujan rata-rata
Pi	= Curah hujan ke-1
Qd	= Konsumsi air domestik
Qn	= Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya
r	= Tingkat rasio pertumbuhan penduduk
q (r)	= Konsumsi air per kapita
P (r)	= Jumlah penduduk
Δ St	= Perubahan cadangan air dalam tanah
Δ S	= Keseimbangan air di permukaan
R	= Limpasan

- Ron = Limpasan periode
Rn = Penyinaran matahari
RH = Kelembapan relatif
S = Surplus air
Sr = Pemakaian air pada waktu jam puncak
t = Temperatur udara rata-rata bulanan
1 – W = Faktor temperatur dan ketinggian
WS = Kelebihan air / water surplus
U = Kecepatan angin



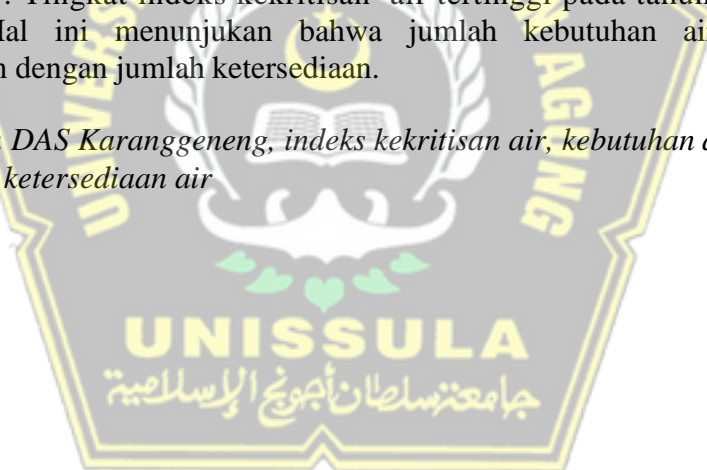
Abstrak

Ketersediaan air dan kebutuhan air perlu dianalisis untuk mencegah terjadinya kekritisian air. Jika ketersediaan air tidak sesuai dengan kebutuhan penduduknya maka akan muncul permasalahan kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air dan indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data curah hujan, data klimatologi dan data jumlah penduduk. Data curah hujan diolah menggunakan metode *Polygon Thiessen*, untuk mengetahui jumlah ketersediaan air didapatkan metode Thornthwaite-Matter yang membutuhkan nilai hujan wilayah, dan evapotranspirasi potensial. Kebutuhan air menggunakan metode geometrik untuk memproyeksi pertumbuhan penduduk 10 tahun yang akan datang. Perbandingan jumlah kebutuhan air dan jumlah ketersediaan air akan mendapatkan nilai indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang.

Hasil penelitian curah hujan tertinggi pada bulan Januari yaitu 304,36 mm/bln dan terendah di bulan Agustus sebesar 14,74 mm/bln. Total kebutuhan air tertinggi pada tahun 2022 sebesar 9.604,5 m³/s dan terendah pada tahun 2013 sebesar 9.100,92 m³/s. Ketersediaan air tertinggi pada tahun 2022 sebesar 3,25 m³/s dan terendah pada tahun 2018 sebesar 2,87 m³/s. Analisis indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang dinyatakan sangat kritis karena nilai indeksnya melebihi angka 100%. Tingkat indeks kekritisian air tertinggi pada tahun 2020 sebesar 491,19%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kebutuhan air lebih besar dibandingkan dengan jumlah ketersediaan.

Kata Kunci: *DAS Karanggeneng, indeks kekritisian air, kebutuhan air, ketersediaan air*



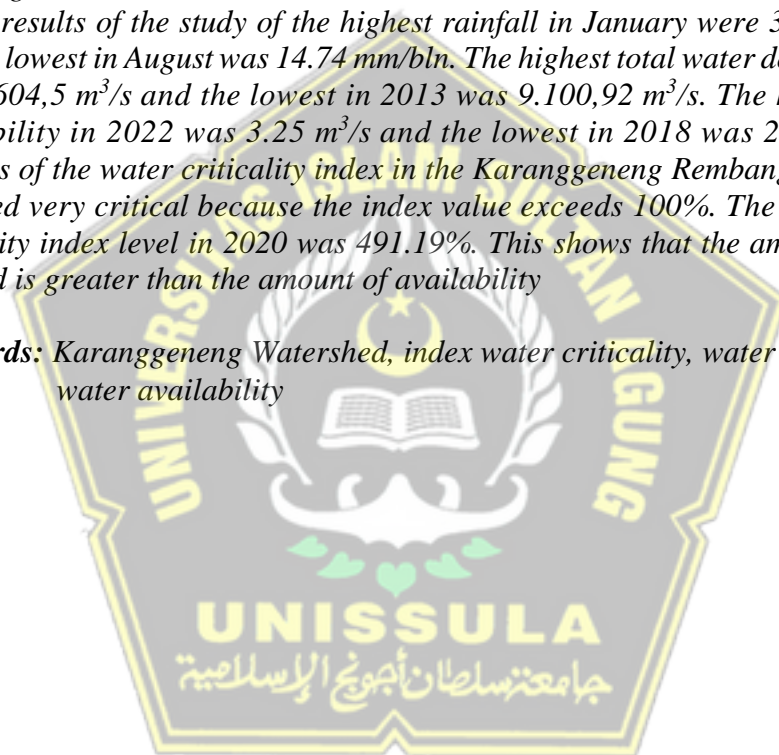
Abstract

Water availability and water demand need to be analyzed to prevent water criticality. If the availability of water is not in accordance with the needs of the population, drought problems will arise. This study aims to determine the amount of water demand and water criticality index in the Karanggeneng Rembang .

The data used in this study include rainfall data, climatological data and population data. Rainfall data is processed using Thiessen's Polygon method, to determine the amount of water availability obtained by the Thornthwaite-Matter method which requires regional rain values, and potential evapotranspiration. Water demand uses geometric methods to project population growth in the next 10 years. The comparison of the amount of water demand and the amount of water availability will get the value of the water criticality index in the Karanggeneng Rembang watershed.

The results of the study of the highest rainfall in January were 304.36 mm/bln and the lowest in August was 14.74 mm/bln. The highest total water demand in 2022 was 9.604,5 m³/s and the lowest in 2013 was 9.100,92 m³/s. The highest water availability in 2022 was 3.25 m³/s and the lowest in 2018 was 2.87 m³/s. The analysis of the water criticality index in the Karanggeneng Rembang watershed is declared very critical because the index value exceeds 100%. The highest water criticality index level in 2020 was 491.19%. This shows that the amount of water demand is greater than the amount of availability

Keywords: *Karanggeneng Watershed, index water criticality, water demand, water availability*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan makhluk hidup untuk keberlangsungan hidup sehari-hari. Air di bumi tidak bisa habis karena adanya siklus air. Terjadi proses dimana turunnya air (H_2O) yang terjadi di atmosfer ke bumi, lalu air tersebut kembali lagi ke atmosfer. Air berperan sebagai sumber daya vital bagi kehidupan masyarakat. Air sebagai kebutuhan domestik digunakan untuk mandi, mencuci, minum, dan sanitasi. Selain itu kapasitas suatu wilayah akan bergantung pada ketersediaan sumber air (Inoguchi, dkk. 2015). Ketersediaan air merupakan volume air dalam siklus hidrologi dalam suatu ruang (Sosrodarsono dan Takeda, 2002).

Ketersediaan air secara meteorologis adalah ketersediaan air yang pada dasarnya berasal dari air hujan. Hujan yang jatuh akan menguap kembali sesuai dengan proses daur ulangnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan bawah permukaan. Permasalahan yang pada umumnya terjadi adalah adanya ketidakseimbangan antara kebutuhan air, dan ketersediaan air. Ketersediaan air dan kebutuhan air perlu dianalisis untuk mencegah terjadinya kekritisian air.

Kebutuhan air adalah kebutuhan yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia meliputi kebutuhan air domestik. Kebutuhan air domestik terdiri dari pemakaian air untuk minum, mandi, mencuci, dan sanitasi. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan konsumsi atau pemakaian air per kapita per hari. Karena pada dasarnya kebutuhan air semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Perhitungan total kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air domestik.

Jika ketersediaan air sesuai dengan kebutuhan penduduknya maka kapasitas wilayah tersebut untuk berkembang akan menjadi lebih cepat, namun sebaliknya jika ketersediaan air tidak sesuai dengan kebutuhan penduduknya maka akan muncul permasalahan atau konflik baru kedepannya. Mengetahui dan melakukan analisis ketersediaan air di suatu wilayah menjadi hal yang penting untuk mengatasi

permasalahan tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan air adalah faktor curah hujan. Curah hujan merupakan salah satu faktor cuaca dan iklim yang utama, disamping suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, angin, dan durasi sinar matahari (Tjasyono, 2004).

Adanya perbedaan curah hujan di setiap wilayah akan mempengaruhi ketersediaan air meteorologis suatu wilayah. Perubahan kondisi iklim dan peningkatan jumlah penduduk juga akan berpengaruh terhadap ketersediaan air. Ketersediaan air di suatu DAS merupakan hasil dari keseluruhan perhitungan ketersediaan air mulai dari meteorologis, air permukaan, dan air tanah. Perhitungan mengenai ketersediaan air penting untuk mengetahui potensi sumber daya air di suatu wilayah (Asdak, 2007).

Apabila tidak ada keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air secara meteorologis di suatu wilayah, maka akan menyebabkan kondisi yang disebut kekritisian air. Kabupaten Rembang sering mengalami kekurangan air. Kekritisian air adalah rasio antara kebutuhan air dan ketersediaan air. Umumnya, indeks kekritisian air meteorologi digunakan untuk menyatakan kekritisian air. Daftar kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang didapat dari neraca air di DAS Karanggeneng Rembang mengingat nilai relatif ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Karanggeneng Rembang. Menurut Suyono (2003), ketersediaan air suatu daerah harus diperhitungkan untuk dijadikan acuan dalam kebijakan konservasi dan pemanfaatannya. Perlu dianalisis indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang guna dapat mengetahui jumlah kebutuhan air dan ketersediaan air. Hasilnya nantinya akan dijadikan acuan oleh pemerintah daerah untuk memaksimalkan pemanfaatan air dari DAS Karanggeneng Rembang di wilayah terdampak kritis Kabupaten Rembang.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diuraikan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir berdasarkan latar belakang dapat diambil beberapa rumusan masalah :

1. Berapa jumlah ketersediaan air di wilayah DAS Karanggeneng Rembang ?
2. Berapa jumlah kebutuhan air di wilayah DAS Karanggeneng Rembang ?

3. Bagaimana indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, batasan masalah dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini difokuskan pada kebutuhan air, ketersediaan air dan indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang. Mengingat terbatasnya waktu dan sumber daya yang tersedia, tugas akhir ini memiliki ruang lingkup yang terbatas karena banyaknya aspek yang perlu dikaji :

1. Penelitian ini dilakukan di DAS Karanggeneng Rembang.
2. Perhitungan curah hujan menggunakan metode *Poligon Thiessen* dengan sekitar 3 stasiun yaitu Stasiun Bulu, Stasiun Sulang, dan Stasiun Rembang.
3. Perhitungan ketersediaan air secara meteorologis.
4. Perhitungan kebutuhan air domestik.
5. Perhitungan evapotranspirasi dengan data klimatologi antara lain : temperatur udara, kelembapan udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin.
6. Perhitungan indeks kekritisian air secara meteorologis.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penyusunan laporan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Menghitung jumlah ketersediaan air di wilayah DAS Karanggeneng Rembang.
2. Menghitung jumlah kebutuhan air di wilayah DAS Karanggeneng Rembang.
3. Melakukan analisis indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang secara meteorologis.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut :

a. Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan tambahan dalam rangka wacana kajian indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang.

b. Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Mengenal kajian ketersediaan sumber daya air berdasarkan indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang.
2. Menjadi bahan literatur untuk mahasiswa yang ingin mempelajari tentang kajian ketersediaan sumber daya air berdasarkan indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk mempermudah dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun membuat laporan ini dengan menggunakan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, yang merupakan alasan utama pemilihan judul Tugas Akhir, perumusan masalah, yang mencakup pertanyaan tentang masalah dalam penelitian, batas-batas masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan laporan yang berisi topik masing-masing bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan informasi dari buku atau referensi pendukung serta penjelasan teori dan rumusan terkait judul laporan Tugas Akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan serta langkah-langkah secara berurutan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data yang diperlukan tentang pembahasan dan hasil dari penelitian Tugas Akhir yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bagian penutup dari perencanaan Tugas Akhir berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah ringkasan ringkas, logis, dan ringkas dari keseluruhan temuan penelitian, sedangkan saran berisi saran atau pendapat yang diajukan untuk dipertimbangkan.

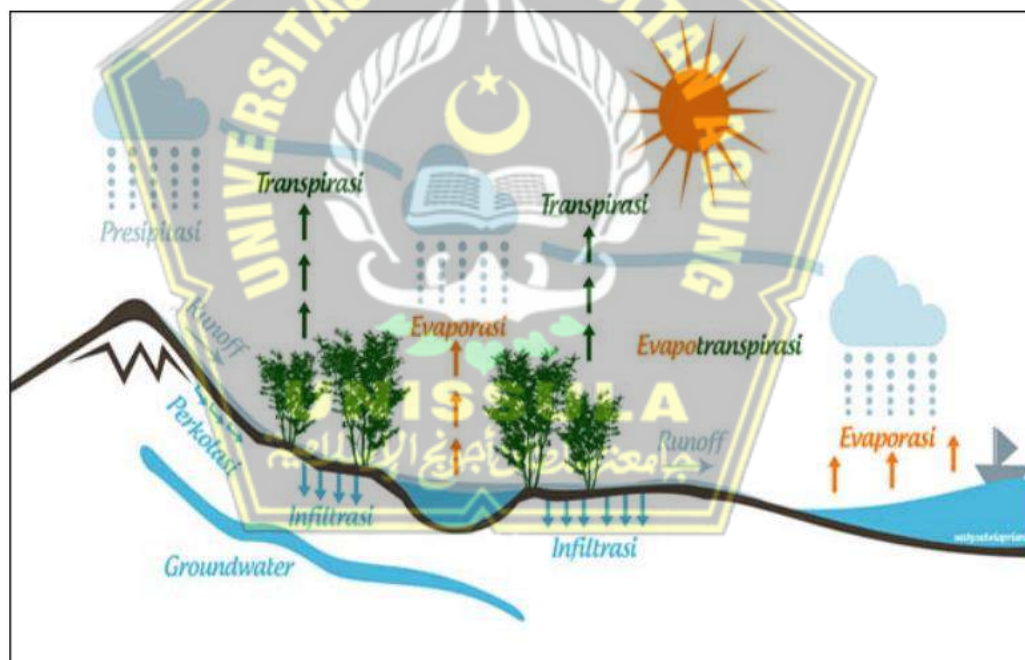


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Pergerakan air di lingkungan, dari penguapan ke udara untuk kembali ke bumi, dikenal sebagai siklus hidrologi. Proses air yang terus bergerak dari laut ke atmosfer dan dari atmosfer ke permukaan tanah, yang akhirnya kembali ke laut, dikenal sebagai siklus hidrologi (Nugroho, 2010). Transpirasi, sublimasi, dan emisi vulkanik yang mendukung proses hidrologi semuanya berkontribusi pada pergerakan siklus hidrologi. Siklus ini akan berlanjut terus menerus, nantinya air hasil dari siklus hidrologi dimanfaatkan manusia dalam berbagai kebutuhan mulai dari minum, mencuci, hingga pertanian.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi

Sumber : www.ebilog.net

Siklus hidrologi adalah perkembangan siklus memindahkan air permukaan dunia dimulai dengan satu tempat kemudian ke tempat berikutnya sampai kembali ke tempat yang unik. Air naik tinggi dari permukaan laut atau dari darat melalui

lenyap. Air yang hadir di atmosfer dalam bentuk awan atau uap air bergerak dalam massa besar di atas benua dan dipanaskan oleh radiasi dari tanah. Intensitas tersebut membuat asap air naik jauh lebih banyak dengan tujuan agar cukup tinggi dan untuk penumpukan dingin terjadi. Embun terbentuk dari uap air, yang kemudian berubah menjadi hujan atau salju. Curah hujan tergelincir turun, ke pedalaman atau langsung ke laut. Menurut Limantara, L.M. (1986), air yang mengalir di atas permukaan sebagai sungai terus kembali ke laut.

2.2 Ketersediaan Air

Ketersediaan air dalam sumber daya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, Sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Anonim, 2006).

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relative tetap dari masa ke masa (Suripin, 2002). Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas waktu (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Air yang digunakan yaitu air hujan. Air hujan merupakan uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Air hujan sendiri dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia antara lain mandi, mencuci bahkan untuk air minum (Latif, 2012).

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dibatasi oleh pembatas topografi yang berfungsi untuk menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet). Peraturan Pemerintah RI No.37 tahun 2012, daerah aliran sungai

merupakan kesatuan ekosistem alami yang utuh dari hulu hingga hilir. untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.

Fungsi utama DAS adalah sebagai hidrologis, dimana fungsi tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang diterima, geologi dan bentuk lahan. Fungsi hidrologis yang dimaksud kapasitas DAS untuk mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, melepaskan air secara bertahap, memelihara kualitas air, serta mengurangi pembuangan massa (seperti terhadap longsor). Berdasarkan fungsinya, DAS dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

a. DAS Bagian Hulu

DAS bagian hulu dapat ditunjukkan dari keadaan tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kapasitas menyimpan air (release), dan curah hujan. DAS hulu dikenal karena lanskap pegunungan dan variasi topografinya. Ini juga mendapat banyak hujan dan berfungsi sebagai kawasan konservasi untuk menjaga kondisi lingkungan DAS agar tidak semakin buruk. DAS hulu memiliki arti penting, terutama menjaga kapasitas air, dengan cara ini setiap kesempatan di daerah hulu akan menyebabkan dampak di daerah hilir sebagai penyesuaian ketidakstabilan dalam pengiriman dan transportasi residu dari struktur aliran air.

b. DAS Bagian Tengah

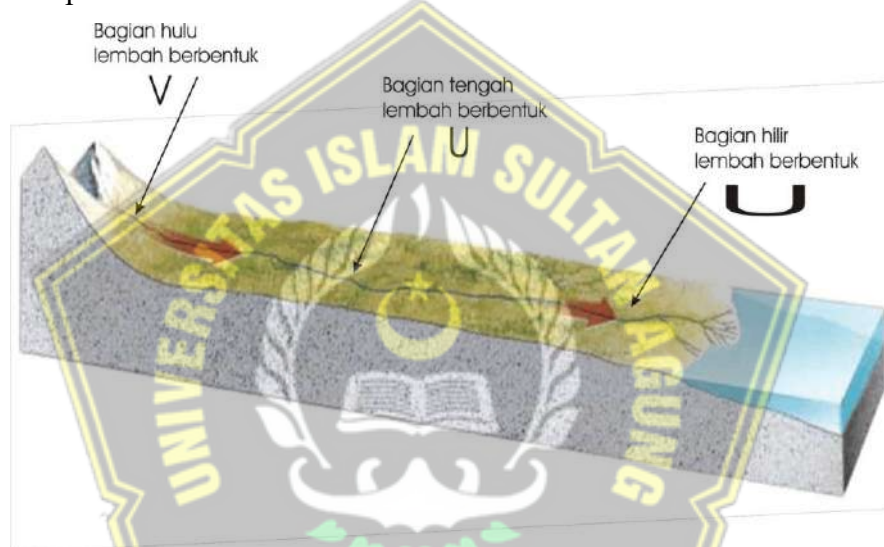
DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.

c. DAS Bagian Hilir

DAS hilir bergantung pada kemampuan menggunakan air sungai yang diawasi untuk memiliki opsi untuk memberikan keuntungan bagi kepentingan sosial dan moneter, yang ditunjukkan melalui jumlah dan kualitas air, kapasitas perampasan air, tingkat curah hujan, dan terhubung dengan kebutuhan hortikultura, air bersih, dan air limbah papan. Hilir adalah daerah penggunaan yang agak rumit dengan curah hujan yang lebih rendah.

2.4 Karakteristik Hujan

Sesuai BMKG (Organisasi Meteorologi dan Geofisika) hujan adalah jenis presipitasi dalam struktur fluida. Curah hujan ini dapat menjadi area kekuatan yang serius untuk menjadi (salju dan es) atau percikan (embun dan kabut). Oleh karena itu, presipitasi adalah zat cair atau kuat yang jatuh ke lapisan luar bumi sebagai akibat penumpukan dari kabut. Butir-butir air yang jatuh ke lapisan luar bumi disebut presipitasi. Arsyad (2010) mendefinisikan curah hujan sebagai volume air yang jatuh pada suatu daerah tertentu.



Gambar 2.2. DAS Berdasarkan Fungsinya

Sumber : [geografi lingkungan: Sedimentologi dan Sedimentasi](http://geografi.lingkungan:Sedimentologi.dan.Sedimentasi)
(geoenviron.blogspot.com)

Menurut Tjasyono (2004), curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu.

Berdasarkan besar curah hujan, hujan dibagi menjadi 3 yaitu :

a. Hujan Sedang

Hujan sedang adalah jenis hujan dengan jumlah curah hujan atau jumlah air sekitar 20-50 mm perhari.

b. Hujan Lebat

Jenis hujan yang turun antara 50 dan 100 milimeter per hari disebut hujan lebat.

c. Hujan Sangat Lebat

Hujan sangat lebat adalah jenis hujan yang mempunyai rataan curah hujan atau jumlah air mencapai lebih 100 mm perhari.

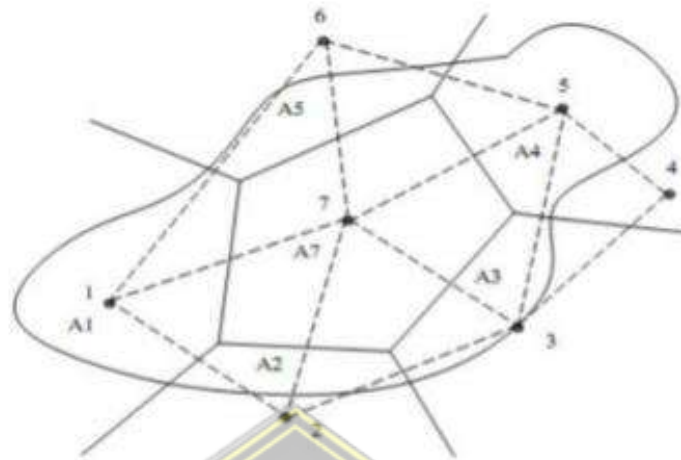
2.5 Metode Perhitungan Curah Hujan

Untuk mendapatkan gambaran bagaimana hujan didistribusikan ke seluruh DAS, alat pengukur hujan dipasang di berbagai lokasi yang tersebar merata di seluruh wilayah. Di daerah aliran sungai kecil, banyak hujan turun secara merata, tetapi di daerah aliran sungai yang sangat besar, itu jarang terjadi. Hal ini dikarenakan DAS mengalami curah hujan yang bervariasi (Soemarto, 1995). Saat menggunakan metode Polygon Thiessen untuk hujan regional, bobot setiap stasiun, yang mewakili area sekitarnya, dipertimbangkan. Diasumsikan bahwa curah hujan di suatu wilayah di dalam DAS sebanding dengan yang ada di stasiun terdekat, sehingga curah hujan yang tercatat di stasiun itu membahas stasiun tersebut. Ketika ada penyebaran stasiun hujan yang miring di dekatnya yang sedang disurvei, pendekatan ini digunakan. Area pengaruh masing-masing stasiun diperhitungkan ketika menghitung curah hujan rata-rata (Triatmodjo, 2013). Presipitasi menggunakan teknik yang berbeda, antara lain :

2.5.1 Metode *Poligon Thiessen*

Teknik Poligon Thiessen, strategi ini umumnya digunakan dengan alasan dapat memberikan informasi akurasi yang lebih tepat. Alat pengukur hujan mewakili setiap divisi daerah tangkapan hujan. Dengan begitu, gambar poligon hanya dibuat satu kali, dan perubahan data per titik dapat diproses dengan cepat tanpa harus menghitung luas setiap bagian poligon lagi. Metode *Poligon Thiessen*, kapasitas setiap stasiun untuk menangani area sekitarnya diperhitungkan. Ketika ada penyebaran stasiun hujan yang miring di dekatnya yang sedang disurvei, pendekatan ini digunakan. Dalam metode perhitungan ini, diperlukan minimal tiga stasiun curah hujan. Tingkat dampak masing-masing stasiun dipertimbangkan ketika membuat perkiraan curah hujan normal. Estimasi curah hujan normal diselesaikan dengan mempertimbangkan luas dampak masing-masing stasiun. Poligon

baru harus dibuat setiap kali jaringan stasiun hujan berubah, seperti menambah atau memindahkan stasiun.



Gambar 2.3. Metode *Thiessen Polygon* Pada Suatu DAS
 Sumber : [repositori.unsil.ac.id/6372/6/BAB 2.pdf](http://repositori.unsil.ac.id/6372/6/BAB%202.pdf)

Adapun persamaan untuk perhitungan metode *Polygon Thiessen*, sebagai berikut :

$$d = \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + A_3 \cdot d_3 + \dots + A_n \cdot d_n}{\sum A} = \frac{\sum A_i \cdot d_i}{\sum A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- A = Luas daerah pengaruh DAS (km²)
- d = Tinggi curah hujan rata-rata daerah pengaruh
- d₁, d₂, d₃, ... d_n = Tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3, ... n
- A₁, A₂, A₃, ... A_n = Luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ... n

2.5.2 Metode Aritmatik

Curah hujan rata-rata di DAS dihitung menggunakan metode ini, yang membagi DAS menjadi stasiun. Kemudian, di setiap stasiun dilakukan estimasi curah hujan. Biasanya, stasiun yang dihitung adalah stasiun yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun yang berdekatan di luar DAS juga dapat dihitung (Triatmodjo, 2013). Rumus berikut digunakan untuk menghitung jumlah rata-rata hujan yang jatuh di seluruh DAS :

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

P = Curah Hujan Rata-rata (mm/bulan)

P_i = Curah Hujan ke-*i* (mm/bulan)

N = Banyak data

2.5.3 Metode Isohyet

Teknik isohyet secara signifikan lebih membingungkan daripada 2 strategi di atas. Teknik isohyet adalah metode yang paling dapat diandalkan untuk menentukan kedalaman hujan normal suatu daerah. Agar metode ini efektif, stasiun hujan harus berlimpah dan merata. Estimasi strategi ini dilakukan dengan memutuskan dan memisahkan wilayah di sepanjang DAS yang memiliki kekuatan hujan serupa. Luas bagian diantara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur dan harga rata-ratanya dihitung sebagai rata-rata berimbang dari nilai kontur pada persamaan berikut, dengan penerapan metode disajikan dalam **Gambar 2.4**, (Hartini, 2017) :

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

A = Luas daerah pengaruh DAS (km²)

d = Tinggi curah hujan rata-rata daerah pengaruh

d₀, d₁, d₂, ... d_n = Tinggi curah hujan di pos 0, 1, 2, ... n

A₁, A₂, A₃, ... A_n = Luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet



Gambar 2.4. Metode Isohyet Pada Suatu DAS

Sumber : [repositori.unsil.ac.id/6372/6/BAB 2.pdf](http://repositori.unsil.ac.id/6372/6/BAB%202.pdf)

2.6 Kebutuhan Air

Seperti yang ditunjukkan oleh Kalensun, (2016) Kebutuhan air adalah berapa banyak air yang diharapkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di masa depan. Permintaan air normal terdiri dari kebutuhan domestik, kebutuhan non-domestik, dan kemalangan air. Air bersih diperlukan untuk keperluan rumah tangga setiap hari. Sebaliknya, kantor, gudang, sekolah, hotel, toko, pemerintah, industri, dan kebutuhan komersial, serta persyaratan untuk fasilitas umum, adalah contoh kebutuhan air non-domestik. Populasi sepuluh tahun ke depan digunakan sebagai dasar untuk analisis permintaan air domestik. Kebutuhan air domestik berfungsi sebagai dasar untuk perhitungan total kebutuhan air. Kekritisian air adalah suatu kondisi di mana tidak ada keseimbangan antara kebutuhan air ruang dan ketersediaan air meteorologisnya. Adapun persamaan rumus kebutuhan air secara domestik sebagai berikut :

$$Kd = d \times \sum Pd \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Kd = Kebutuhan air domestik (liter)

d = Asumsi kebutuhan air (100 liter)

$\sum Pd$ = Jumlah penduduk

2.7 Kekritisian Air

Perbandingan pasokan air masing-masing DAS dengan total kebutuhan airnya dikenal sebagai kekritisian DAS. Dengan membandingkan berapa banyak air yang dibutuhkan dan berapa banyak air yang tersedia di DAS Karanggeneng Rembang, tingkat kekritisian air ditentukan. Jumlah air yang tersedia secara meteorologi digunakan untuk menentukan ketersediaan air. Total kebutuhan air di DAS Karanggeneng Rembang merupakan total jumlah kebutuhan air domestik. Perhitungan kekritisian air meliputi sebagai berikut :

2.7.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik, sesuai Sudarmadji, dkk (2014 : 199) adalah air yang digunakan untuk memasak, mandi, minum, mencuci pakaian, mencuci mobil, dan menyiram halaman rumah di rumah. Diperkirakan kebutuhan air

domestik terpenuhi berdasarkan jumlah penduduk, laju pertumbuhan, dan kebutuhan air per kapita.

2.7.2 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi yang diharapkan (PET) adalah tingkat umum air yang berasal dari lapisan luar tanah, air, dan vegetasi yang dikirim ke lingkungan oleh dampak elemen meteorologi. Nilai evapotranspirasi potensial ditentukan menggunakan metode Thornthwaite-Matter.

Menggunakan data curah hujan bulanan, suhu, dan evapotranspirasi potensial, analisis meteorologi ketersediaan air dari Thornthwaite-Matter, langkah perhitungannya sebagai berikut :

a) Menghitung evapotranspirasi dengan metode Thornthwaite hanya menggunakan data suhu rata-rata bulanan.

$$1. e = 1,6 \times \left(\frac{10t}{l} \right) \times a \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- e = Evapotranspirasi acuan (Eto)
- t = Temperatur udara rata-rata bulanan
- l = Heat index tahunan atau musiman
- a = Koefisien tempat

Keterangan :

a. Untuk bulan basah ($P > EP$), maka $EA = EP$
Maka dapat diasumsikan evapotranspirasi aktual (EA) sama dengan EP, hujan bulanan yang terjadi (P) lebih besar atau sama dengan EP.

b. Untuk bulan kering ($P < EP$), maka $EA = P + | \Delta St |$
Apabila P lebih kecil dari EP maka akan terjadi keadaan “*moisture deficit*”.

b) Ketersediaan air secara meteorologis di DAS Karanggeneng Rembang, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$1. \text{Ketersediaan air} = \frac{\text{Tro} \times \text{luas DAS} \times 1000}{31 \times 24 \times 3600}$$

Keterangan :

Tro = Total limpasan (mm/bln)

$$\begin{aligned}
 n &= \text{Jumlah hari perbulan} \\
 A1, A2, A3 &= \text{Luas DAS (km}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.6)
 \end{aligned}$$

2.7.3 Neraca Air Metode Thorntwaite Matter

Istilah "neraca air" mengacu pada hubungan antara aliran masuk dan keluar suatu daerah selama periode waktu tertentu (Sosrodarsono, 1997). Menurut kemampuan meteorologi, neraca air diharapkan dapat mengevaluasi ketersediaan air di suatu ruang, terutama untuk menentukan kapan dan berapa banyak air yang terlalu banyak atau terlalu sedikit di daerah yang ditinjau.

Namun demikian yang paling banyak digunakan adalah persamaan neraca air oleh Thornthwaite – Matter. Asumsi yang digunakan dalam metode ini yaitu, semua air hujan dapat mengisi air tanah. Air hujan yang jatuh digunakan untuk memenuhi persyaratan evapotranspirasi, dan setiap kelebihan air akan disimpan dalam cadangan air tanah. Asumsi berikutnya adalah bahwa jika kapasitas air di tanah tiba pada batas yang paling ekstrim, air yang meluap-luap akan dianggap berlebihan, dan luapan ini akan dikirim sebagai aliran permukaan. Persamaan metode Thornthwaite – Matter dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = Et + ds + Ro \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- P : Presipitasi (Curah Hujan)
- Et : Evapotranspirasi
- Ds : Perubahan Cadangan Air dalam tanah
- Ro : Limpasan

Langkah perhitungan neraca air sebagai berikut :

- a. Menghitung tebal curah hujan bulanan (P)
- b. Menghitung evapotranspirasi bulanan (EP)
- c. Menghitung selisih antara P dan EP (P - EP)
- d. Menghitung APWL (*Accumulated Potential Water Loss*), dengan cara :
 1. Nilai (P - EP) bernilai negative yang pertama setelah (P - EP) positif diturunkan sebagai harga mutlak dari APWL pertama.

2. Nilai APWL pertama dijumlahkan dengan (P - EP) negative berikutnya merupakan nilai APWL kedua, dan seterusnya sampai nilai (P - EP) negative habis
 3. Apabila (P - EP) bernilai positif, maka APWL bernilai 0.
- e. Menentukan nilai Sto (WHC) yang merupakan fungsi dari tekstur tanah dan kedalaman zona perakaran (mm/m).
- f. Menghitung nilai *soil moisture storage* (St), yaitu :
1. $St = Sto \times e - (APWL/Sto) \dots\dots\dots(2.7)$
Jika $APWL \neq 0 \dots\dots\dots(2.8)$
 2. $St = Sto \dots\dots\dots(2.9)$
Jika $APWL = 0 \dots\dots\dots(2.10)$
 3. $e = 2.178$ (Koefisien menurut Thornthwaite Matter, 1995)(2.11)
- g. Menghitung St tiap bulannya
1. $St = St$ bulan yang bersangkutan St bulan lalu.
 2. Untuk bulan Januari dikurangi bulan Desember.
- h. Menghitung Evapotranspirasi Aktual (EA)
1. Untuk bulan basah ($P > EP$), maka $EA = EP \dots\dots\dots(2.12)$
 2. Untuk bulan kering ($P < EP$), maka $EA = P + \Delta ST \dots\dots\dots(2.13)$
- i. Menghitung surplus air (S)
1. $S = (P - PE) - \Delta ST \dots\dots\dots(2.14)$
- j. Menghitung Defisit Air (D)
1. $D = EP - EA \dots\dots\dots(2.15)$

2.7.4 Indeks Kekritisian Air

Dengan menggunakan rumus tersebut, hasil perbandingan antara jumlah air yang tersedia dan jumlah yang dibutuhkan dapat digunakan untuk menentukan indeks kekritisian air daerah.

$$\text{Indeks Kekritisian (IK)} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Ketersediaan Air}} 100\% \dots\dots\dots(2.16)$$

Klasifikasi kekritisian air disajikan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Indeks Kekritisan Air

Indeks Kekritisan	Klasifikasi Kekritisan
0 – 50%	Belum Kritis
50% - 75%	Mendekati Kritis
75% - 100%	Kritis
> 100%	Sangat Kritis

Sumber : Notodihardjo, 1982 dalam Departemen Pekerjaan Umum, 2003

Tabel 2.2. Klasifikasi Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk

Klasifikasi	Kecamatan Bulu	Kecamatan Sulang	Rembang
Kota Besar 100.000-1.000.000	Tidak	Tidak	Tidak
Kota Sedang 50.000-100.000	Tidak	Tidak	Masuk dalam klasifikasi kota sedang dengan jumlah penduduk 92.066 jiwa
Kota Kecil 20.000-50.000	Masuk dalam klasifikasi kota kecil dengan jumlah penduduk 28.401 jiwa	Masuk dalam klasifikasi kota kecil dengan jumlah penduduk 39.608 jiwa	Tidak

Sumber : BPS Rembang Tahun 2022

Tabel 2.3. Klasifikasi Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk Tahun 2012 – 2022

JUMLAH DATA PENDUDUK REMBANG PER KECAMATAN BERDASARKAN TAHUN 2012 – 2022											
Kecamatan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sumber	34.230	34.439	34.630	34.752	34.917	35.014	35.138	35.300	36.804	36.957	37.367
Bulu	26.140	26.292	26.435	26.526	26.650	26.723	26.814	26.935	28.019	28.127	28.401
Gunem	23.268	23.457	23.641	23.780	23.948	24.041	24.182	24.348	24.263	24.300	24.553
Sale	36.573	36.901	37.198	37.423	37.695	37.844	38.073	38.342	38.922	39.058	39.053
Sarang	61.777	62.472	63.165	63.748	64.407	64.765	65.357	66.022	62.889	62.872	61.925
Sedan	52.309	52.872	53.335	53.695	54.122	54.359	54.725	55.152	55.255	55.408	56.277
Pamotan	44.727	45.107	45.369	45.545	45.775	45.908	46.085	46.311	49.745	50.107	50.609
Sulang	37.670	37.959	38.273	38.513	38.800	38.958	39.201	39.487	39.124	39.175	39.608
Kaliori	39.604	39.891	40.228	40.487	40.797	40.969	41.233	41.542	42.206	42.370	43.264
Rembang	86.485	87.431	88.452	89.304	90.274	90.800	91.676	92.656	91.905	92.279	92.066
Pancur	28.069	28.342	28.618	28.840	29.098	29.240	29.466	29.725	30.808	31.019	31.396
Kragan	59.955	60.541	61.205	61.754	62.380	62.721	63.283	63.915	65.499	65.937	65.813
Sluke	27.211	27.423	27.624	27.772	27.953	28.057	28.207	28.387	29.512	29.668	29.863
Lasem	47.987	48.368	48.728	48.995	49.320	49.502	49.771	50.093	50.382	50.489	51.509
Kab. Rembang	606.005	611.495	616.901	621.134	626.136	628.901	633.211	638.215	645.333	647.766	651.704

Tabel 2.4. Review Terhadap Penelitian Sebelumnya

No	Judul Penelitian dan Penulis	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Analisa debit andalan bendungan Randugunting guna mengatasi kekeringan di Kabupaten Rembang. Achmad Fauzi dan Berli Cahya Hasta Wiguna (2021).	Metode yang digunakan bersifat deskriptif, dan kualitatif.	Memperoleh hasil perhitungan debit andalan dari Bendungan Randugunting, dan mengetahui kebutuhan air irigasi	Untuk debit andalan didapat koefisien 90% (Q90) yang mengalami surplus pada akhir bulan Januari – awal April dengan total besarnya 8,38m ³ /dt dan defisit dibandingkan pada awal bulan Juli – pertengahan Desember sebanyak 0,61m ³ /dt. Dan dari hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk Kabupaten Rembang dengan Pola Tanam A yang paling besar 1,15 m ³ /dt pada masa tanam bulan April ketiga atau akhir bulan April.
2	Kajian indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Gandu, Kabupaten Jepara. Ivana Esterlita S.R. (2019).	Metode yang digunakan bersifat deskriptif, dan kualitatif.	Ketersediaan air di DAS Gandu menggunakan metode Thornthwaite-Matter dengan cara mengkalikan nilai surplus air hujan dengan luasan wilayah DAS Gandu.	Hasil perhitungan nilai hujan wilayah pada tahun 2012 merupakan nilai hujan wilayah rendah, sedangkan nilai hujan tertinggi ialah pada tahun 2017. Nilai ketersediaan air di DAS Gandu terbesar yaitu pada tahun 2017 sebesar 20.142.357,8 m ³ . Hasil indeks kekritisian air di DAS Gandu masuk dalam klasifikasi “sangat kritis” pada tahun 2012.
3	Analisis kajian meteorologis ketersediaan dan tingkat kekritisian air domestik Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Akhmad Faruq Hamdani dan Nelya Eka Susanti (2017).	Metode yang digunakan bersifat kuantitatif	Untuk mengetahui tingkat kekritisian air	Berdasarkan hasil penelitian untuk kebutuhan air domestik didapatkan sebesar 194,44 liter/orang/hari (Susanto dan Hamdani, 2016). Sehingga didapatkan total kebutuhan air domestik sebesar 43.143.660 liter / bulan. Berdasarkan tingkat kekritisian air di Desa Girimoyo paling tertinggi berada bulan Agustus yakni sebesar 125,73% dan nilai kekritisian terendah pada bulan Februari dengan nilai 9,12%. Hal ini dikarenakan pada bulan Agustus merupakan rata-rata curah hujan terendah pada 20 tahun terakhir.

No	Judul Penelitian dan Penulis	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
4	Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kecamatan Sumber, Kabupaten Rembang. Haris Adi Nugroho dan Madyan Sinatriya (2022).	Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dan metode yang digunakan bersifat kualitatif dan kuantitatif.	Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih dan jumlah ketersediaan air bersih di Kecamatan Sumber.	Prediksi kebutuhan air bersih di Kecamatan Sumber pada tahun 2030 adalah 2.835.658,9 m ³ /thn, dengan rata-rata kenaikan 0,79 %. Dari hasil penelitian dapat dilihat terjadi defisit ketersediaan sumber air pada tahun 2026 sebesar 82.698,88 m ³ /thn, tahun 2027 sebesar 84.154,86 m ³ /thn, tahun 2028 sebesar 85.184,32 m ³ /thn, tahun 2029 sebesar 85.457,49 m ³ /thn, dan tahun 2030 sebesar 85.068,16 m ³ /thn.
5	Analisis tingkat kekritisian air sebagai dasar adaptasi perubahan iklim untuk keberlangsungan usahatani pangan studi kasus di Pulau Sulawesi. Woro Estiningtyas, Budi Kartiwa, dan Dariin Firda (2018).	Metode yang digunakan bersifat deskriptif, dan kualitatif.	Untuk mengetahui tingkat kekritisian air di Pulau Sulawesi	Berdasarkan hasil penelitian untuk Pulau Sulawesi diperoleh 25 Kabupaten/Kota berada pada kategori “kritis” (32,1%), 39 Kabupaten/Kota pada kategori “mendekati kritis” (50%), dan 14 Kabupaten/Kota “belum kritis” (17,9%). Berdasarkan hasil analisis, ketersediaan air di Pulau Sulawesi sebesar 24,443.000 m ³ .
6	Analisis ketersediaan air di DAS Karanggeneng Rembang dengan metode Mock. Della Wahyu Jatiningrum dan Dita Dwi Amalia (2021).	Metode yang digunakan bersifat deskriptif.	Untuk menentukan ketersediaan air di DAS Karanggeneng Rembang.	Untuk proyeksi ketersediaan air 45 tahun mendatang didapatkan hasil debit pada tahun 2025 = 278,71 m ³ /s, tahun 2030 = 1393,55 m ³ /s, tahun 2035 = 6967,75 m ³ /s, tahun 2040 = 34838,73 m ³ /s, tahun 2045 = 174193,64 m ³ /s, tahun 2050 = 870968,22 m ³ /s, dan tahun 2055 = 4354841,10 m ³ /s. Besarnya debit air dengan probabilitas 80% untuk irigasi didapatkan nilai terbesar pada bulan Januari yaitu 4,96 m ³ /s. Sedangkan probabilitas 90% untuk kebutuhan PLTA debit tertinggi yaitu pada bulan Januari 4,27 m ³ /s dan terendah pada bulan Februari sebesar 2,38 m ³ /s.

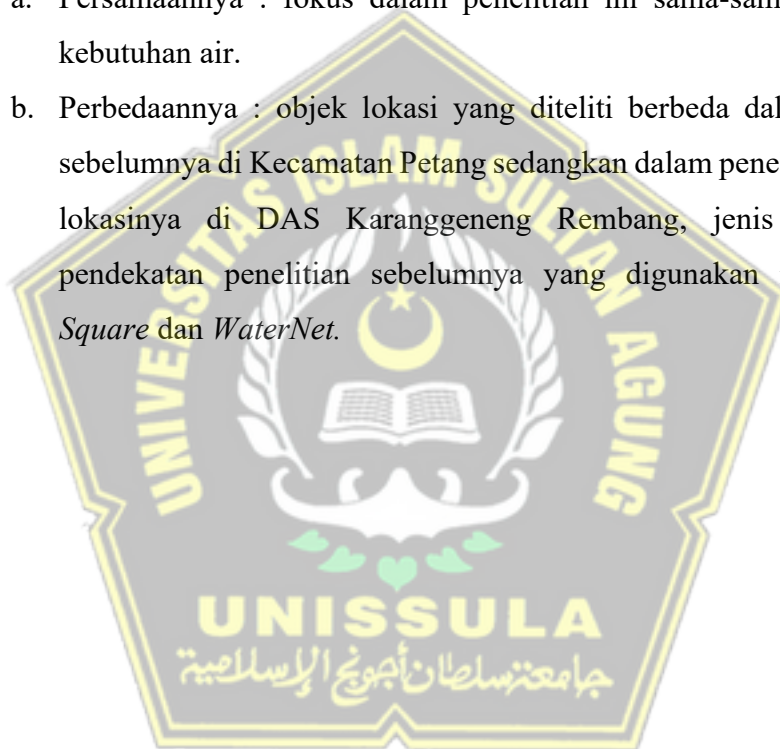
No	Judul Penelitian dan Penulis	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
7	Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. Indra Kusuma Sari, Lily Montarcih Limantara, dan Dwi Priyantoro (2011).	Metode yang digunakan bersifat deskriptif.	Untuk menentukan debit sungai selama 10 tahun mendatang.	Berdasarkan data selama 10 tahun terakhir debit relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan pergeseran 25,2 % untuk debit mata air dan debit sungai yang diamati pada 21 daerah layanan dan 21 bendung pada sungai orde 1 dan 20 sungai orde 2 mengalami debit air cukup dengan keandalan 26,0 % mencapai 594.222,98 lt/dt, sedangkan debit air musim kering dengan keandalan 97,3 % mencapai 85.6 lt/dt.
8	Analisa kebutuhan air bersih di Kecamatan Petang. I Komang Angga Darmayasa, Putu Aryastana, Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani (2018).	Metode yang digunakan metode <i>Least Square</i> dan <i>WaterNet</i>	Meramalkan kebutuhan air bersih dalam beberapa bulan ke depan dan mencari cara untuk meningkatkan sistem penyediaan air minum di Kabupaten Petang.	Pada tahun 2041, Kabupaten Petang membutuhkan 56,96 lt/dtk air minum. Desa Sulangai mengalami defisit air sebanyak 7,68 lt/dtk. Mata Air Sulangai yang berkapasitas 7,68 lt/dtk, merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan sistem penyediaan air minum di Kabupaten Petang.

Berikut persamaan dan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian Analisa debit andalan bendungan Randugunting guna mengatasi kekeringan di Kabupaten Rembang, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : jenis dan metode pendekatan penelitian yang digunakan sama-sama menggunakan metode deskriptif dan kualitatif, objek lokasi yang diteliti sama-sama di Kabupaten Rembang.
 - b. Perbedaannya : fokus dalam penelitian sebelumnya adalah menentukan debit andalan bendungan Randugunting guna mengatasi kekeringan sedangkan pada penelitian ini fokus penelitiannya adalah kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang.
2. Penelitian Kajian indeks kekritisian air secara meteorologis di DAS Gandu, Kabupaten Jepara mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : jenis dan metode pendekatan penelitian yang digunakan sama-sama menggunakan metode deskriptif dan kualitatif, objek yang diteliti sama-sama Kajian indeks kekritisian air secara meteorologis, fokus dalam penelitian ini sama-sama menggunakan metode Thornthwaite-Matter.
 - b. Perbedaannya : objek lokasi yang diteliti berbeda dalam penelitian sebelumnya di DAS Gandu sedangkan dalam penelitian ini objeknya di DAS Karanggeneng Rembang.
3. Penelitian Analisis kajian meteorologis ketersediaan dan tingkat kekritisian air domestik Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : fokus dalam penelitian ini sama-sama menghitung ketersediaan air dan kekritisian air.
 - b. Perbedaannya : jenis dan metode pendekatan penelitian sebelumnya yang digunakan hanya metode kuantitatif, objek lokasi yang diteliti berbeda dalam penelitian sebelumnya di Kabupaten Malang, sedangkan dalam penelitian ini objek lokasinya di Kabupaten Rembang.

4. Penelitian Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kecamatan Sumber, Kabupaten Rembang, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : fokus dalam penelitian ini sama-sama menghitung kebutuhan air dan ketersediaan air, objek lokasi yang diteliti sama-sama di Kabupaten Rembang.
 - b. Perbedaannya : jenis dan metode pendekatan penelitian sebelumnya yang digunakan hanya bersifat deskriptif kuantitatif dan metode yang digunakan bersifat kualitatif dan kuantitatif.
5. Penelitian Analisis tingkat kekritisian air sebagai dasar adaptasi perubahan iklim untuk keberlangsungan usahatani pangan studi kasus di Pulau Sulawesi, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : jenis dan metode pendekatan penelitian yang digunakan sama-sama menggunakan metode deskriptif dan kualitatif, fokus dalam penelitian ini sama-sama kekritisian air.
 - b. Perbedaannya : objek lokasi yang diteliti berbeda dalam penelitian sebelumnya di Pulau Sulawesi sedangkan dalam penelitian ini objek lokasinya di DAS Karanggeneng Rembang.
6. Penelitian Analisis ketersediaan air di DAS Karanggeneng Rembang dengan metode Mock, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : fokus dalam penelitian ini sama-sama menghitung ketersediaan air di DAS Karanggeneng Rembang, objek lokasi yang diteliti sama-sama di DAS Karanggeneng Rembang.
 - b. Perbedaannya : fokus dalam penelitian sebelumnya adalah menentukan debit andalan di DAS sedangkan pada penelitian ini fokus penelitiannya adalah indeks kekritisian air di DAS, jenis dan metode pendekatan penelitian sebelumnya yang digunakan hanya metode deskriptif.
7. Penelitian Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
 - a. Persamaannya : fokus dalam penelitian ini sama-sama menghitung ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS.

- b. Perbedaannya : objek lokasi yang diteliti berbeda dalam penelitian sebelumnya di DAS Sampean sedangkan dalam penelitian ini objek lokasinya di DAS Karanggeneng Rembang, jenis dan metode pendekatan penelitian sebelumnya yang digunakan hanya metode deskriptif, fokus dalam penelitian sebelumnya adalah menentukan debit sungai sedangkan pada penelitian ini fokus penelitiannya adalah indeks kekritisian air di DAS.
8. Penelitian Analisa kebutuhan air bersih di Kecamatan Petang, mempunyai persamaan dan perbedaan, antara lain :
- a. Persamaannya : fokus dalam penelitian ini sama-sama menghitung kebutuhan air.
 - b. Perbedaannya : objek lokasi yang diteliti berbeda dalam penelitian sebelumnya di Kecamatan Petang sedangkan dalam penelitian ini objek lokasinya di DAS Karanggeneng Rembang, jenis dan metode pendekatan penelitian sebelumnya yang digunakan metode *Least Square* dan *WaterNet*.



2.8 Kerangka Berpikir



Gambar 2.5 Kerangka berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif yang bersifat deskriptif yaitu melalui studi literatur, pengumpulan data, dan analisis data. Proses kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Tahapan Pendahuluan

Tahap ini adalah tahap studi menulis, khususnya dengan mengumpulkan dan berkonsentrasi pada tulisan yang terkait dengan penelitian ini.

2. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahap ini informasi yang diambil adalah sebagai informasi tambahan, meliputi : Data curah hujan wilayah, data klimatologi, dan data jumlah penduduk.

3. Tahapan Analisa

Tahap ini mengolah data yang telah dikumpulkan, seperti menganalisis curah hujan, evapotranspirasi, ketersediaan air, kebutuhan air, neraca air, dan indeks kekritisian air secara meteorologis.

4. Tahapan Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari proses penelitian hanya terdiri dari menyusun data dari awal hingga akhir, yang kemudian akan dikompilasi menjadi laporan penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

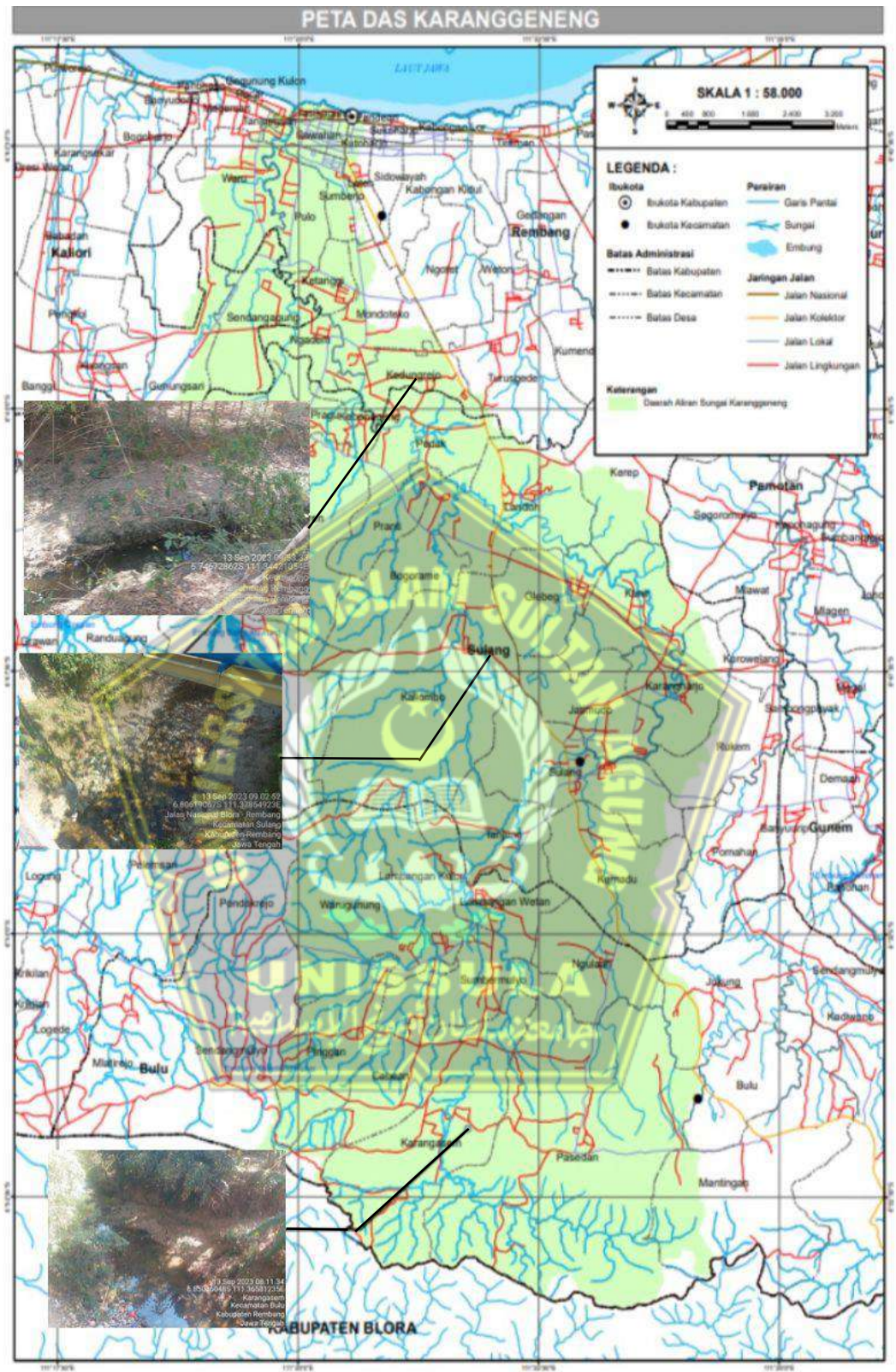
Kabupaten Rembang terletak di ujung timur Provinsi Jawa Tengah, bersebelahan dengan Provinsi Jawa Timur. Secara astronomis, Kabupaten Rembang terletak pada garis lintang $111^{\circ} 00' - 111^{\circ} 30'$ bujur timur dan $6^{\circ} 30' - 7^{\circ} 6'$ lintang selatan. Batas administrasi wilayah Kabupaten Rembang adalah Laut Jawa di sebelah utara. Di sebelah timur adalah Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Blora di sebelah selatan dan Kabupaten Pati di sebelah barat. Kabupaten Rembang seluas 101.408.035 hektar ini terbagi menjadi 14 kecamatan, 287 desa, dan 7 kecamatan. Kecamatan yang memiliki luas wilayah terluas yaitu

Kecamatan Sale 10.714 hektar, dan yang paling sempit adalah Kecamatan Sluke 3.759 hektar.



Gambar 3.1. Aliran Sungai Kecamatan Bulu
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kabupaten Rembang memiliki sumber air permukaan sebagai aliran dan bendungan. Sungai Randugunting, Karanggeneng, Babagan, Kening, Telas, Kalipang, Sudo, dan Patiyan semuanya mengalir melalui Kabupaten Rembang. Meskipun banyak aliran melalui wilayah Rembang, Rembang adalah wilayah yang cenderung kritis air yang mempengaruhi sumber air di DAS. Daerah Aliran Sungai (DAS) Karanggeneng yang memiliki luas 134,14 km² dan Panjang 48,17 km². DAS Karanggeneng merupakan salah satu aliran yang dimanfaatkan untuk organisasi sumber daya air yang diperoleh dari pegunungan Kapur Utara, Pemerintahan Rembang dengan panjang aliran 48,17 km.



Gambar 3.2. Peta DAS Karanggeneng Rembang

Sumber : Imam Wahyudi dkk, 2021

3.3 Metode Pengumpulan Data

Informasi yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penyusunan Laporan Tugas Terakhir disusun menjadi 2 (dua) jenis, menjadi data primer dan sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh peneliti dari orang yang bersangkutan. Yang termasuk data primer disini, antara lain : foto aliran sungai, dokumentasi kondisi sungai, dll.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan dari data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan dari studi pustaka dalam bentuk jurnal atau literatur yang sudah ada sebelumnya untuk kemudian mencari hipotesis tentang topik masalah tersebut. Yang termasuk data sekunder disini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Data Sekunder

No	Jenis Data Sekunder	Sumber	Keperluan Analisis
1	Data jumlah penduduk	BPS Kabupaten Rembang	Untuk menghitung jumlah kebutuhan air di wilayah DAS Karanggeneng Rembang
2	Data stasiun curah hujan	BPSDA (Balai Pengelola Sumber Daya Air)	Untuk menentukan curah hujan yaitu hujan wilayah dalam jangka bulanan.
3	Data klimatologi meliputi : temperature udara, kelembapan udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin	BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika)	Untuk menghitung evapotranspirasi potensial bulanan dengan metode Thornthwaite–Matter.

3.4 Metode Pengolahan Data

Data – data yang telah diperoleh kemudian di analisis. Analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Analisis Curah Hujan

Adapun persamaan untuk perhitungan metode *Polygon Thiessen*, sebagai berikut :

$$d = \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + A_3 \cdot d_3 + \dots + A_n \cdot d_n}{\sum A} = \frac{\sum A_i \cdot d_i}{\sum A}$$

Keterangan :

- A = Luas daerah pengaruh DAS (km²)
- d = Tinggi curah hujan rata-rata daerah pengaruh
- d₁, d₂, d₃, ... d_n = Tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3, ... n
- A₁, A₂, A₃, ... A_n = Luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ... n

b. Analisis Ketersediaan Air

Adapun persamaan ketersediaan air secara meteorologis, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Ketersediaan air} = \frac{\text{Tro} \times \text{luas DAS} \times 1000}{31 \times 24 \times 3600}$$

Keterangan :

- Tro = Total limpasan (mm/bln)
- n = Jumlah hari perbulan
- A₁, A₂, A₃ = Luas DAS (km²)

c. Analisis Kebutuhan Air

Adapun persamaan menghitung rumus kebutuhan air secara domestik sebagai berikut :

$$Kd = d \times \sum Pd$$

Keterangan :

- Kd = Kebutuhan air domestik (liter)
- d = Asumsi kebutuhan air (100 liter)
- $\sum Pd$ = Jumlah penduduk

d. Analisis Evapotranspirasi

Adapun persamaan untuk menghitung evapotranspirasi adalah sebagai berikut :

$$e = 1,6 \times \left(\frac{10 t}{l} \right) \times a$$

Dimana :

- e = Evapotranspirasi acuan (Eto)
- t = Temperatur udara rata-rata bulanan

l = Heat index tahunan atau musiman

a = Koefisien tempat

Keterangan :

a. Untuk bulan basah ($P > EP$), maka $EA = EP$

Maka dapat diasumsikan evapotranspirasi aktual (EA) sama dengan EP, hujan bulanan yang terjadi (P) lebih besar atau sama dengan EP.

b. Untuk bulan kering ($P < EP$), maka $EA = P + |\Delta St|$

Apabila P lebih kecil dari EP maka akan terjadi keadaan “*moisture deficit*”.

e. Analisis Neraca Air

Adapun persamaan untuk menghitung neraca air menggunakan metode Thorntwaite – Matter sebagai berikut :

$$P = Et + ds + Ro$$

Dimana :

P : Presipitasi (Curah Hujan)

Et : Evapotranspirasi

Ds : Perubahan Cadangan Air dalam tanah

Ro : Limpasan

f. Analisis Indeks Kekritisan Air

Adapun persamaan untuk menghitung indeks kekritisan air menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks Kekritisan (IK)} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Ketersediaan Air}} \cdot 100\%$$

Keterangan :

a. Hal ini dianggap kritis jika nilai IK diperoleh ketika kebutuhan air melebihi ketersediaan air.

b. Hal ini dianggap tidak kritis jika nilai IK diperoleh ketika kebutuhan air kurang dari ketersediaan air.

3.5 Metode Analisis Data

Untuk mendukung keperluan penganalisisan data penelitian ini, peneliti memerlukan sejumlah data pendukung, sebagai berikut :

a. Analisis Curah Hujan

Wilayah tangkapan hujan akan ditentukan oleh metode Poligon Thiessen. Daerah tangkapan hujan stasiun curah hujan dapat ditentukan dengan menggambar Poligon Thiessen di DAS Karanggeneng. Curah hujan rata-rata bulanan dari Januari hingga Desember dapat ditentukan dengan menentukan daerah tangkapan air masing-masing stasiun curah hujan.. Analisis ini menggunakan persamaan 2.1.

b. Analisis Evapotranspirasi

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi, dibutuhkan data klimatologi yaitu temperature udara, kelembapan udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin. Analisis ini menggunakan persamaan 2.5.

c. Analisis Ketersediaan Air

Untuk menghitung ketersediaan air pada DAS Karanggeneng Rembang, yang digunakan adalah rumus perhitungan ketersediaan air secara meteorologis. Analisis ini menggunakan persamaan 2.6.

d. Analisis Kebutuhan Air

Untuk menghitung kebutuhan air pada DAS Karanggeneng Rembang, yang digunakan adalah rumus perhitungan kebutuhan air secara domestik menggunakan persamaan 2.4.

e. Analisis Neraca Air

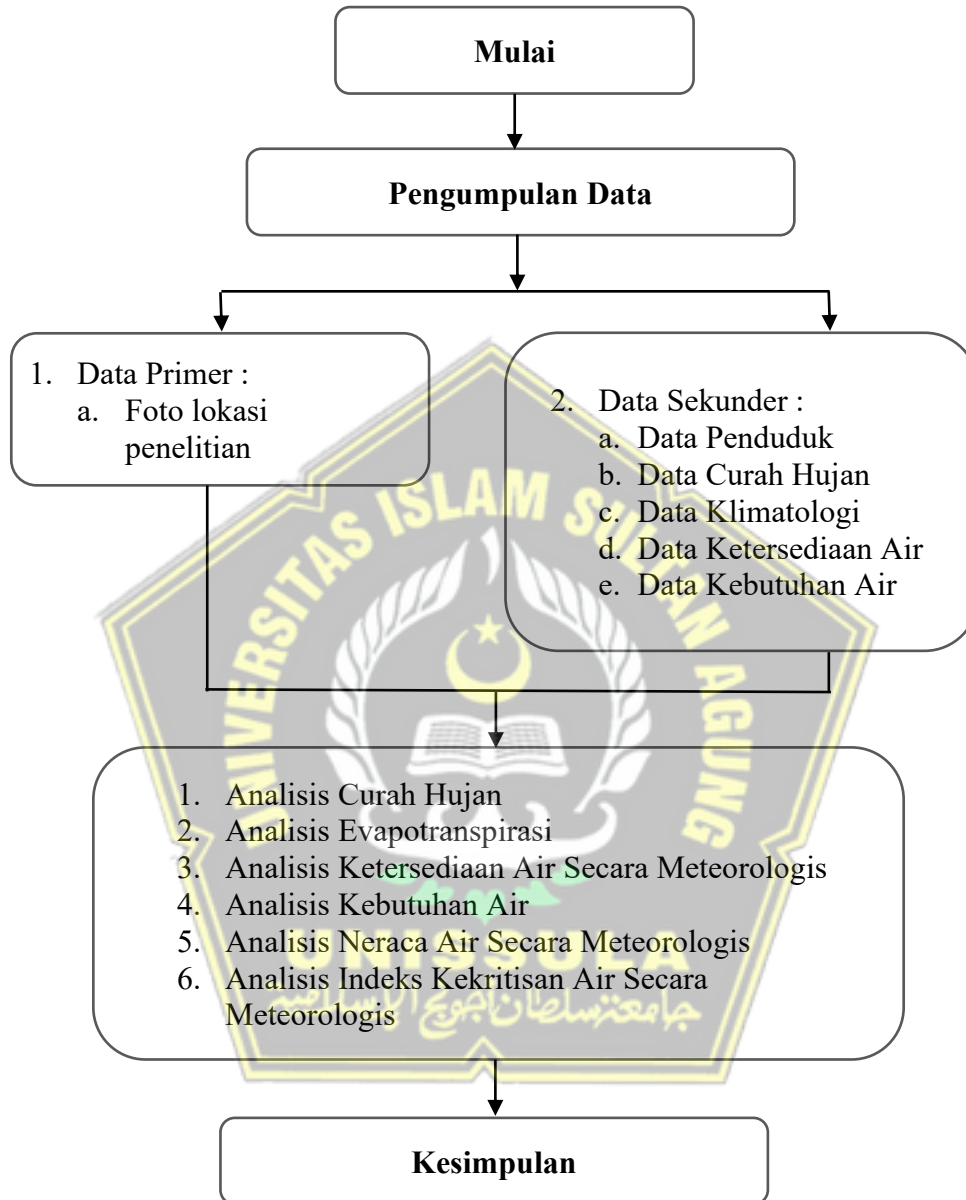
Untuk menghitung neraca air menggunakan metode Thornthwaite – Matter yang digunakan adalah rumus perhitungan neraca air menggunakan persamaan 2.6.

f. Analisis Indeks Kekritisian Air Secara Meteorologis

Untuk menghitung nilai indeks kekritisian air secara meteorologis yang digunakan adalah rumus perhitungan analisis menggunakan persamaan 2.16.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada **Gambar 3.3** sebagai berikut :



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kabupaten Rembang

Kabupaten Rembang merupakan Kabupaten yang terletak di Pantai Utara Provinsi Jawa Tengah, dengan luas wilayah sekitar 1.014 km² dengan panjang garis pantai 63 km atau 21,8% dari garis pantai utara Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah Kabupaten Rembang adalah 101.747 km² dan 35% dari luas wilayah Kabupaten Rembang merupakan kawasan pesisir seluas 355,95 km². Kabupaten Rembang terletak di ujung timur laut Provinsi Jawa Tengah dan dilalui jalan Pantai Utara Jawa (Jalur Pantura), terletak pada koordinat 111° 00' – 111° 30' bujur timur dan 6° 30' – 7° 6' lintang selatan. Laut Jawa terletak disebelah utaranya, secara umum kondisi tanahnya berdataran rendah dengan ketinggian wilayah maksimum kurang lebih 70 m diatas permukaan air laut. Adapun batas wilayah Kabupaten Rembang adalah sebagai berikut :

- a. Sebelah Utara : Laut Jawa
- b. Sebelah Timur : Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur
- c. Sebelah Selatan : Kabupaten Blora
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Pati

4.2 Aspek Geografis

4.2.1 Letak Geografis

Secara administratif Kabupaten Rembang meliputi wilayah seluas 101.408,035 ha, yang terbagi atas 14 kecamatan, 287 desa, dan 7 kelurahan. Kecamatan yang memiliki luas wilayah terluas yaitu Kecamatan Sale (10.714 ha), dan yang paling sempit adalah Kecamatan Sluke (3.759 ha). Sebagian besar wilayah di Kabupaten Rembang (46,39%) terletak antara 25-100 m diatas permukaan laut. Pada ketinggian 100-500 m, (30,42%) populasi tinggal, selebihnya tinggal di 0-25 m dan 500-1.000 m. Dengan dataran datar sampai pegunungan dan perbukitan, tingkat kemiringan lereng Kabupaten Rembang terdiri dari 0-2% seluas

45.205 ha (46,58%), 2-15% seluas 33.233 ha (43,18%), 15-40% seluas 13,980 ha (14,38%), dan sisanya 4,86% merupakan lereng > 40%. Peta administrasi Kabupaten Rembang dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dan **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1. Pembagian Wilayah Administratif di Kabupaten Rembang

No	Kecamatan	Luas (ha)	Ketinggian (mdpl)	Σ Kelurahan	Σ Desa
1	Sumber	7.673	40	-	18
2	Bulu	10.240	150	-	16
3	Gunem	8.020	50	-	16
4	Sale	10.714	110	-	15
5	Sarang	9.133	3	-	23
6	Sedan	7.964	40	-	21
7	Pamotan	8.156	30	-	23
8	Sulang	8.454	48	-	21
9	Kaliori	6.150	3	-	23
10	Rembang	5.881	6	7	27
11	Pancur	4.594	30	-	23
12	Kragan	6.166	3	-	27
13	Sluke	3.759	7	-	14
14	Lasem	4.504	5	-	20
Jumlah		101.408		7	287

Sumber : BPS Kabupaten Rembang Tahun 2023

Salah satu DAS di Kabupaten Rembang Jawa Tengah adalah DAS Karanggeneng, yang luasnya mencapai 134,14 km². Dari Gunung Kapur Utara di Kabupaten Bulu hingga Laut Jawa di lepas pantai Kabupaten Rembang, DAS Karanggeneng melintasi beberapa lokasi. Panjang sungai Karanggeneng sekitar 48,17 km. Untuk lebih jelasnya peta DAS Karanggeneng Rembang dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

4.2.2 Jenis Tanah

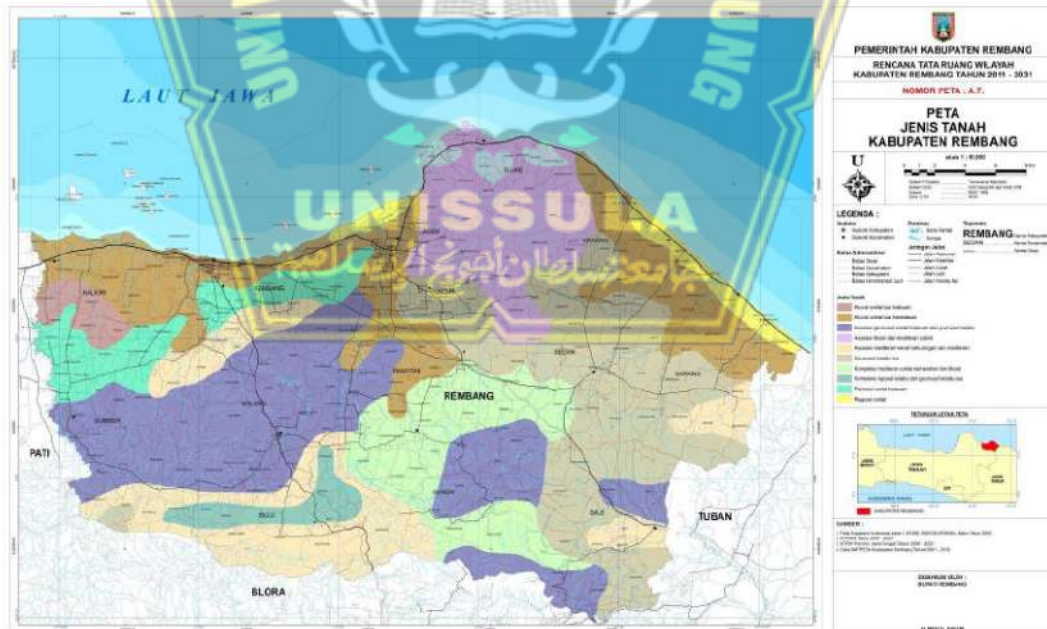
Jenis tanah pada sebagian besar wilayah DAS Karanggeneng Rembang sebagian besar grumusol dan mediteran merah kuning, pada 77% dari keseluruhan wilayah kabupaten ini. Hal ini terjadi diduga karena jenis tanah di DAS Karanggeneng Rembang banyak mengandung kapur. Selain itu, juga terdapat beberapa jenis tanah lain, seperti alluvial, regosol, andosol,

dan grumosol. Jenis tanah, luas, dan karakteristik tanah di Kabupaten Rembang, dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan **Gambar 4.1**.

Tabel 4.2. Jenis, Luas, dan Karakteristik Tanah di Kabupaten Rembang

Jenis Tanah	Luas (dari luas Kab. Rembang)	Karakteristik Tanah
Aluvial	10%	Berwarna kelabu dan coklat hitam, tidak peka terhadap erosi, dengan produktivitas rendah sampai tinggi. Biasanya digunakan untuk lahan pertanian dan pemukiman.
Regosol	5%	Berwarna putih, coklat kekuning-kuningan, coklat kelabu dan sangat peka terhadap erosi. Digunakan untuk lahan perkebunan.
Andosol	8%	Tanah yang peka terhadap erosi, biasanya ditemukan di daerah perbukitan atau pegunungan.
Grumosol	32%	Berwarna kelabu sampai hitam, produktivitasnya dari rendah sampai sedang, serta peka terhadap erosi. Biasanya digunakan untuk tanah pertanian dan perkebunan.
Mediteran (Merah Kuning)	45%	Berwarna merah sampai coklat, produktivitas sedang sampai tinggi dan agak peka terhadap erosi. Digunakan untuk tanah sawah, tegalan dan kebun.

Sumber : RTRW Kabupaten Rembang 2011-2031



Gambar 4.1. Peta Jenis Tanah Kabupaten Rembang

Sumber : RTRW Kabupaten Rembang 2011-2031

4.2.3 Klimatologi

Kabupaten Rembang merupakan wilayah beriklim panas dengan suhu rata-rata sebesar 23°C. Suhu maksimum dapat mencapai 33°C pada waktu tertentu. Curah hujan rata-rata Kabupaten Rembang pada tahun 2021-2022 adalah (122,26 – 200,67 mm) per tahun. Curah hujan tertinggi tahun 2021 pada bulan Januari (368 mm/bln) dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli, dimana tidak terdapat hari hujan. Sedangkan pada tahun 2022, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember (454,71 mm/bln) dan curah hujan terendah pada bulan Agustus yaitu sekitar 12,29 mm/bln.

4.2.4 Hidrologi

Air permukaan dari sungai yang dibendung, air tanah dari mata air, dan mata air merupakan sumber air utama di wilayah Kabupaten Rembang. Air tanah dapat diperoleh pada kedalaman 30-60 cm dan 60-90 cm di Kecamatan Sluke, Kecamatan Lasem, dan Kecamatan Kragan, sedangkan di kecamatan lainnya pada kedalaman lebih dari 90 cm. Sumber air lainnya berasal dari tiga buah mata air di Kecamatan Sluke dan Kragan. Kondisi air permukaan di Kabupaten Rembang sangat bergantung pada curah hujan.

4.3 Jumlah Penduduk

Dari waktu ke waktu, suatu daerah berkembang mengalami pertambahan penduduk. Jumlah penduduk Kecamatan Bulu, Sulang dan Rembang meningkat dari tahun ke tahun, sesuai dengan temuan pencatatan kependudukan yang ditangani oleh kantor Kabupaten Rembang.

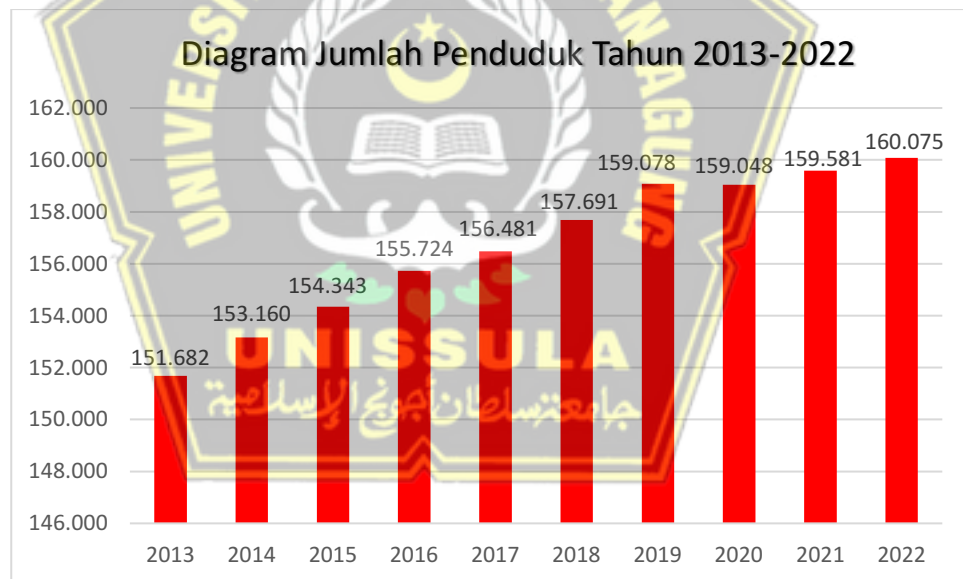
Pada tahun 2022, jumlah penduduk Kecamatan Bulu, Sulang, dan Rembang menjadi 160.075 jiwa. Jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang berjumlah 159.58 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk di Kecamatan Bulu, Sulang, dan Rembang ini dipengaruhi oleh mobilitas penduduk yang dipengaruhi oleh sebab-sebab seperti kelahiran, kematian, perpindahan dan kedatangan penduduk yang diperkirakan akan memperluas aktivitasnya pada tahun 2022. Jumlah orang yang meninggal bertambah di tahun 2022, begitu pula dengan jumlah kelahiran, serta aktivitas pindah dan tiba. Dari tahun 2013 hingga tahun 2022 jumlah penduduk

Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang akan bertambah, dapat dilihat pada **Tabel 4.3.** dan **Gambar 4.2.**

Tabel 4.3. Jumlah Penduduk Tahun 2013 – 2022 (Jiwa)

No	Tahun	Jumlah (Jiwa)
1	2013	151.682
2	2014	153.160
3	2015	154.343
4	2016	155.724
5	2017	156.481
6	2018	157.691
7	2019	159.078
8	2020	159.048
9	2021	159.581
10	2022	160.075

Sumber : BPS Kabupaten Rembang 2013-2022



Gambar 4.2. Diagram Jumlah Penduduk Tahun 2013-2022 (Jiwa)

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Pendekatan geometrik digunakan untuk mengkaji perkiraan jumlah penduduk berdasarkan 3 kecamatan yaitu Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang. Teknik geometrik dipilih karena jauh lebih umum dan sering

digunakan daripada metode aritmatik maupun metode eksponensial. Rumus proyeksi penduduk menggunakan model geometrik sebagai berikut :

$$P_t = P_o (1 + r)^t$$

Dimana :

P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t proyeksi

t = Waktu (tahun)

r = Rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun

Berdasarkan hasil perhitungan pertumbuhan penduduk dari 3 Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang pada tahun 2013-2022 dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4. Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013-2022

No	Tahun	Jumlah (Jiwa)	Pertambahan	
			Jiwa	%
1	2013	151.682	1.387	0,0092
2	2014	153.160	1.478	0,0097
3	2015	154.343	1.183	0,0077
4	2016	155.724	1.381	0,0089
5	2017	156.481	757	0,0049
6	2018	157.691	1.210	0,0077
7	2019	159.078	1.387	0,0088
8	2020	159.048	-30	-0,0002
9	2021	159.581	533	0,0034
10	2022	160.075	494	0,0031
Jumlah			9.780	0,06

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Berikut contoh perhitungan pertumbuhan penduduk berdasarkan 3 Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang sebagai berikut :

Total jumlah penduduk dari 3 Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang pada tahun 2012 = **150.295** (Dapat dilihat pada **Tabel 2.3**).

a. Untuk Tahun 2013

$$\begin{aligned} \text{Pertambahan (Jiwa)} &= \text{Jml. Penduduk 2013} - \text{Jml. Penduduk 2012} \\ &= 151.682 - 150.295 \\ &= 1.387 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio (r)} &= \left(\frac{Pt}{Po}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \\
 &= \left(\frac{151.682}{150.295}\right)^{\frac{1}{1}} - 1 \\
 &= 0,0092 \%
 \end{aligned}$$

b. Untuk Tahun 2014

$$\begin{aligned}
 \text{Pertambahan (Jiwa)} &= \text{Jml. Penduduk 2014} - \text{Jml. Penduduk 2013} \\
 &= 153.160 - 151.682 \\
 &= 1.478 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio (r)} &= \left(\frac{Pt}{Po}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \\
 &= \left(\frac{153.160}{151.682}\right)^{\frac{1}{1}} - 1 \\
 &= 0,0097 \%
 \end{aligned}$$

c. Pertambahan jumlah penduduk dari tahun 2023-2032 adalah :

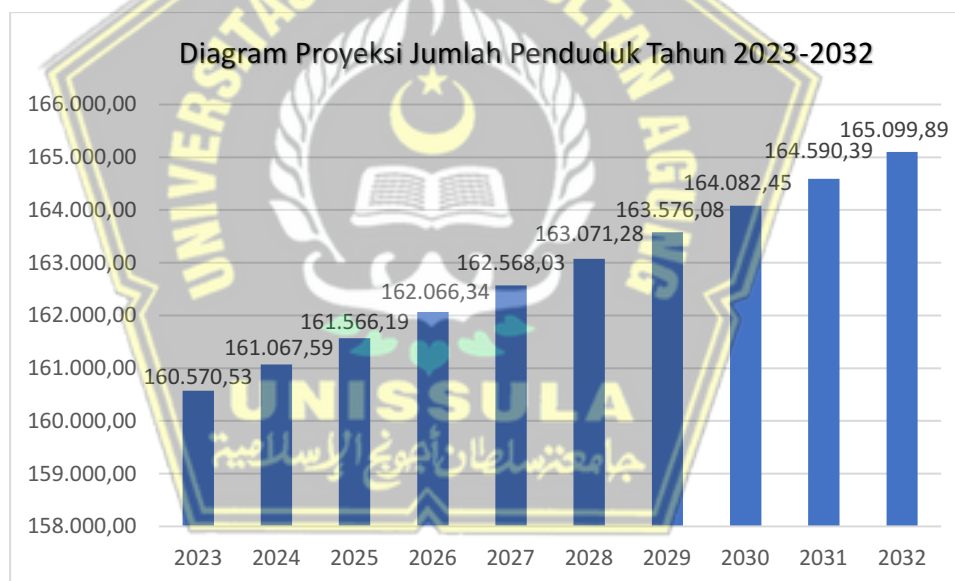
$$\begin{aligned}
 P_{2023} &= P_{2022} (1 + r)^t \\
 &= 160.075 (1 + 0,0031)^1 \\
 &= 160.075 (1,0031)^1 \\
 &= \mathbf{160.570,53 \text{ Jiwa}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk cenderung meningkat. Pada tahun 2023, jumlah penduduk yang tinggal di Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang, adalah 160.570,53 jiwa. Maka proyeksi jumlah penduduk dalam 10 tahun mendatang mengalami peningkatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.5.** dan **Gambar 4.3.**

Tabel 4.5. Proyeksi Jumlah Penduduk 2023 – 2032

No	Tahun	Jumlah (Jiwa)	Pertambahan		Proyeksi Pertambahan Penduduk Tahun 2023-2032		
			Jiwa	%	Aritmatik $P_t = P_o (1 + r \times t)$	Geometrik $P_t = P_o (1 + r)^t$	Eksponensial $P_t = P_o \times e^{r \times t}$
1	2013	151.682	1.387	0,0092	160.570,53	160.570,53	160.571,30
2	2014	153.160	1.478	0,0097	161.067,59	161.067,59	161.069,13
3	2015	154.343	1.183	0,0077	161.566,19	161.566,19	161.568,51
4	2016	155.724	1.381	0,0089	162.066,34	162.066,34	162.069,44
5	2017	156.481	757	0,0049	162.568,03	162.568,03	162.571,92
6	2018	157.691	1.210	0,0077	163.071,28	163.071,28	163.075,96
7	2019	159.078	1.387	0,0088	163.576,08	163.576,08	163.581,56
8	2020	159.048	-30	-0,0002	164.082,45	164.082,45	164.088,73
9	2021	159.581	533	0,0034	164.590,39	164.590,39	164.597,47
10	2022	160.075	494	0,0031	165.099,89	165.099,89	165.107,79
Jumlah			9.780	0,0633	1.628.258,7855	1.628.258,7855	1.628.301,8050

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.3. Diagram Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2023-2032 (Jiwa)

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Berdasarkan nilai Koefisien Korelasi (r) dan Standar Deviasi yang diperoleh dari perhitungan ketiga metode, maka harus dipilih salah satu metode untuk digunakan pada perhitungan proyeksi penduduk. Dengan syarat Standar Deviasi harus nilai yang paling kecil, sedangkan Koefisien Korelasi digunakan untuk menunjukkan hubungan antara 2 variabel yang nilainya mendekati 1.

Selanjutnya hasil Standar Deviasi perhitungan aritmatik, geometrik, dan eksponensial akan disajikan pada **Tabel 4.6 – Tabel 4.9**.

Tabel 4.6. Standar Deviasi Perhitungan Aritmatik

Tahun	Tahun ke (X)	Statistik Jumlah Penduduk (Y)	Perhitungan Aritmatik (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2013	1	151.682,00	160.570,53	3.884,23	15.087.236,71
2014	2	153.160,00	161.067,59	4.381,29	19.195.723,29
2015	3	154.343,00	161.566,19	4.879,89	23.813.368,65
2016	4	155.724,00	162.066,34	5.380,04	28.944.827,27
2017	5	156.481,00	162.568,03	5.881,73	34.594.787,12
2018	6	157.691,00	163.071,28	6.384,98	40.767.969,90
2019	7	159.078,00	163.576,08	6.889,78	47.469.131,24
2020	8	159.048,00	164.082,45	7.396,15	54.703.060,97
2021	9	159.581,00	164.590,39	7.904,09	62.474.583,26
2022	10	160.075,00	165.099,89	8.413,59	70.788.556,95
Jumlah	55	1.566.863,00	1.628.258,79	61.395,79	397.839.245,36
Y mean		156.686,30			
Standar Deviasi					18.832.705

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.7. Standar Deviasi Perhitungan Geometrik

Tahun	Tahun ke (X)	Statistik Jumlah Penduduk (Y)	Perhitungan Geometrik (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2013	1	151.682,00	160.570,53	3.884,23	15.087.236,71
2014	2	153.160,00	161.067,59	4.381,29	19.195.723,29
2015	3	154.343,00	161.566,19	4.879,89	23.813.368,65
2016	4	155.724,00	162.066,34	5.380,04	28.944.827,27
2017	5	156.481,00	162.568,03	5.881,73	34.594.787,12
2018	6	157.691,00	163.071,28	6.384,98	40.767.969,90
2019	7	159.078,00	163.576,08	6.889,78	47.469.131,24
2020	8	159.048,00	164.082,45	7.396,15	54.703.060,97
2021	9	159.581,00	164.590,39	7.904,09	62.474.583,26
2022	10	160.075,00	165.099,89	8.413,59	70.788.556,95
Jumlah	55	1.566.863,00	1.628.258,79	61.395,79	397.839.245,36
Y mean		156.686,30			
Standar Deviasi					18.832.705

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.8. Standar Deviasi Perhitungan Eksponensial

Tahun	Tahun ke (X)	Statistik Jumlah Penduduk (Y)	Perhitungan Ekponensial (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2013	1	151.682,00	160.571,30	3.885,00	15.093.201,68
2014	2	153.160,00	161.069,13	4.382,83	19.209.222,63
2015	3	154.343,00	161.568,51	4.882,21	23.835.993,31
2016	4	155.724,00	162.069,44	5.383,14	28.978.189,96
2017	5	156.481,00	162.571,92	5.885,62	34.640.522,53
2018	6	157.691,00	163.075,96	6.389,66	40.827.734,91
2019	7	159.078,00	163.581,56	6.895,26	47.544.605,14
2020	8	159.048,00	164.088,73	7.402,43	54.795.945,62
2021	9	159.581,00	164.597,47	7.911,17	62.586.603,38
2022	10	160.075,00	165.107,79	8.421,49	70.921.460,29
Jumlah	55	1.566.863,00	1.628.301,80	61.438,80	398.433.479,43
Y mean		156.686,30			
Standar Deviasi					18.875.783

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.9. Perbandingan Nilai Standar Deviasi

Metode	Standar Deviasi
Aritmatik	18.832.705
Geometrik	18.832.705
Eksponensial	18.875.783

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Hasil perhitungan Standar Deviasi memperlihatkan angka yang berbeda untuk ketiga metode proyeksi. Angka terkecil adalah hasil perhitungan proyeksi dengan Metode Aritmatik dan Geometrik. Jadi untuk memperkirakan jumlah penduduk Kecamatan Bulu, Sulang, dan Rembang dengan periode 10 tahun mendatang dipilih metode Geometrik.

4.4 Analisis Data Curah Hujan

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari DAS Karanggeneng Rembang. Pemeriksaan presipitasi diselesaikan dengan menggunakan teknik Poligon Thiessen yang terdiri dari 3 stasiun presipitasi, khususnya Stasiun Bulu, Stasiun Sulang, dan Stasiun Rembang dengan waktu 10 tahun (2013-2022).

Tabel 4.10. Data Stasiun Curah Hujan

No	Stasiun	Ketersediaan Data	Pengelola
1	Bulu	2013 – 2022	DPU Kabupaten
2	Sulang	2013 – 2022	DPU Kabupaten
3	Rembang	2013 – 2022	DPU Kabupaten

Sumber : Badan BMKG Semarang, 2023

4.4.1 Cara Pembagian Wilayah Menggunakan Metode *Polygon Thiessen*

Adapun langkah-langkah menghitung dengan metode *Polygon Thiessen* adalah sebagai berikut :

- Menentukan titik koordinat masing-masing stasiun curah hujan, dapat dilihat pada **Tabel 4.11** dan **Gambar 3.2**.
- Menghitung luas daerah pengaruh dari masing-masing stasiun hujan di DAS Karanggeneng Rembang dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.11. Titik Koordinat dan Lokasi Stasiun Curah Hujan

No	Stasiun	Koordinat	Lokasi
1	Bulu	-6.885974 LS	Kec. Bulu, Kabupaten Rembang
		111.40582 BT	
2	Sulang	-6.80639 LS	Kec. Sulang, Kabupaten Rembang
		111.37993 BT	
3	Rembang	-6.70318 LS	Kec. Rembang, Kabupaten Rembang
		111.33335 BT	

Sumber : Badan BMKG Semarang, 2023

4.4.2 Luas Daerah Pengaruh

Pada analisis curah hujan untuk mendapatkan nilai koefisien optimum didapatkan alat bantu hitung perangkat lunak Microsoft Excel. Luas daerah pengaruh dari masing-masing stasiun hujan di DAS Karanggeneng Rembang, dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12. Luas Daerah Pengaruh DAS Karanggeneng Rembang

No	Segmen DAS	Stasiun Hujan Yang Berpengaruh	Luas Daerah Pengaruh (km ²)
1	Hulu	Stasiun Bulu	34,93
2	Tengah	Stasiun Sulang	66,22
3	Hilir	Stasiun Rembang	30,09
Total DAS			131,24

Sumber : Imam Wahyudi dkk, 2021

4.4.3 Menghitung Curah Hujan Metode *Thiessen*

Setelah mengetahui luas daerah pengaruh dari masing-masing stasiun curah hujan, kemudian dapat dilihat data pos curah hujan tiap stasiun dilihat pada Tabel 4.13 – Tabel 4.15.

Tabel 4.13. Pos Hujan Stasiun Bulu (-6.885974 LS, 111.40582 BT)

Bulan (mm/bln)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	376	396	263	187	338	175	260	185	334	113
Februari	187	250	146	390	297	233	324	220	207	180
Maret	278	152	133	204	452	299	248	219	252	286
April	228	238	189	209	129	103	278	425	115	265
Mei	88	44	26	144	144	47	71	107	96	178
Juni	107	25	12	96	112	4	5	29	102	180
Juli	100	49	0	42	33	4	0	31	0	109
Agustus	0	32	0	5	0	0	0	12	52	10
September	3	0	0	101	73	0	0	29	48	43
Oktober	132	0	0	183	131	4	0	150	110	458
November	114	126	98	435	261	152	152	300	221	374
Desember	213	303	308	214	176	241	241	150	123	452

Sumber : Badan BMKG Semarang, 2023

Tabel 4.14. Pos Hujan Stasiun Sulang (-6.80639 LS, 111.37993 BT)

Bulan (mm/bln)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	495	726	328	237	310	220	212	122	435	111
Februari	180	302	139	254	152	284	193	217	147	121
Maret	305	232	183	235	531	251	240	97	176	381
April	394	220	238	128	148	139	249	339	150	232
Mei	136	79	67	165	239	113	35	79	50	126
Juni	164	81	5	198	206	9	0	22	130	101
Juli	129	17	0	80	37	0	0	33	0	89
Agustus	0	15	0	77	7	0	0	0	40	5
September	0	0	0	105	0	8	0	0	22	13
Oktober	115	0	0	207	134	2	0	52	31	321
November	77	165	60	549	306	195	105	391	156	338
Desember	446	608	377	262	173	208	40	52	109	471

Sumber : Badan BMKG Semarang, 2023

Tabel 4.15. Pos Hujan Stasiun Rembang (-6.70318 LS, 111.33335 BT)

Bulan (mm/bln)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	389	596	719	259	196	108	270	225	260	170
Februari	541	180	272	338	276	185	178	278	294	157
Maret	302	68	193	180	321	136	236	119	86	337
April	358	110	295	202	130	63	228	303	59	112
Mei	190	62	81	108	110	76	84	64	27	127
Juni	137	62	19	194	157	0	0	12	64	145
Juli	206	52	0	41	29	0	0	32	0	136
Agustus	11	23	21	40	0	0	0	33	38	31
September	33	0	8	12	0	8	0	16	34	0
Oktober	75	0	14	243	155	41	0	95	28	239
November	245	204	84	200	145	195	98	252	162	305
Desember	223	557	459	256	0	216	130	310	196	422

Sumber : Badan BMKG Semarang, 2023

Kemudian sebelum melakukan perhitungan curah hujan bulanan perlu menghitung data curah hujan stasiun yang hilang. Perhitungan curah hujan stasiun yang hilang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_x = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Keterangan :

P_n = Curah hujan yang hilang

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = Hujan di stasiun 1,2,3, ..., n

n = Jumlah stasiun hujan

- Curah Hujan Bulan April Tahun 2014

Stasiun Bulu (P_1) = 238 mm/bln

Stasiun Sulang (P_2) = 220 mm/bln

Stasiun Rembang (P_3) = 110 mm/bln

Menghitung data hujan stasiun bulu yang hilang pada Bulan April Tahun 2015?

$$P_x = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

$$P_x = \frac{238 + 220 + 110}{3}$$

$$P_{\text{Bulu}} = \frac{568}{3}$$

$$P_{\text{Bulu}} = 189 \text{ mm/bln}$$

- Curah Hujan Bulan September Tahun 2016

Stasiun Bulu (P1) = 101 mm/bln

Stasiun Sulang (P2) = 105 mm/bln

Stasiun Rembang (P3) = 12 mm/bln

Menghitung data hujan stasiun bulu yang hilang pada Bulan September Tahun 2017 ?

$$P_x = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

$$P_x = \frac{101 + 105 + 12}{3}$$

$$P_{\text{Bulu}} = \frac{218}{3}$$

$$P_{\text{Bulu}} = 73 \text{ mm/bln}$$

Kemudian menghitung rata-rata curah hujan bulanan menggunakan metode *Polygon Thiessen* :

- Curah Hujan Januari Tahun 2013
 - Stasiun Bulu (P1) = 376 mm/bln
 - Stasiun Sulang (P2) = 495 mm/bln
 - Stasiun Rembang (P3) = 389 mm/bln
- Luas Daerah Pengaruh DAS Tiap Stasiun
 - Stasiun Bulu (A1) = 34,93 km²
 - Stasiun Sulang (A2) = 66,22 km²
 - Stasiun Rembang (A3) = 30,09 km²
- Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2013-2022

Maka :

$$\begin{aligned} \sum P \times A / \sum A &= \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + P_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \\ &= \frac{(376 \times 34,93) + (495 \times 66,22) + (389 \times 30,09)}{34,93 + 66,22 + 30,09} \\ &= \frac{57617,59}{131,24} \\ &= \mathbf{439,02 \text{ mm/bln}} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, cenderung ditentukan nilai curah hujan pada bulan Januari setiap tahun, ditemukan pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16. Curah Hujan Metode Thiessen Bulan Januari (mm)

Curah Hujan Metode Thiessen Bulan Januari (mm)						
TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	ΣP.A	ΣA	ΣPxA/ΣA
2013	13133,68	32778,90	11705,01	57617,59	131,24	439,02
2014	13832,28	48075,72	17933,64	79841,64	131,24	608,36
2015	9186,59	21720,16	21634,71	52541,46	131,24	400,35
2016	6531,91	15694,14	7793,31	30019,36	131,24	228,74
2017	11806,34	20528,20	5897,64	38232,18	131,24	291,31
2018	6112,75	14568,40	3249,72	23930,87	131,24	182,34
2019	9081,80	14038,64	8124,30	31244,74	131,24	238,07
2020	6462,05	8078,84	6770,25	21311,14	131,24	162,38
2021	11666,62	28805,70	7823,40	48295,72	131,24	368,00
2022	3947,09	7350,42	5115,30	16412,81	131,24	125,06

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Kemudian dilakukan untuk menghitung rekapitulasi curah hujan wilayah menggunakan metode *Thiessen*, sebagai berikut :

- Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2013
 Stasiun Bulu (P1) = 376 mm/bln
 Stasiun Sulang (P2) = 495 mm/bln
 Stasiun Rembang (P3) = 389 mm/bln
- Luas Daerah Pengaruh DAS Tiap Stasiun
 Stasiun Bulu (A1) = 34,93 km²
 Stasiun Sulang (A2) = 66,22 km²
 Stasiun Rembang (A3) = 30,09 km²

Maka :

$$\begin{aligned}
 \sum P \times A / \sum A &= \frac{P1 A1 + P2 A2 + P3 A3}{A1 + A2 + A3} \\
 &= \frac{(376 \times 34,93) + (495 \times 66,22) + (389 \times 30,09)}{34,93 + 66,22 + 30,09} \\
 &= \frac{57617,59}{131,24} \\
 &= \mathbf{439,02 \text{ mm/bln}}
 \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan untuk menghitung rata-rata curah hujan Pada Bulan Januari Tahun 2013 – 2022 sebagai berikut :

Rata-rata curah hujan Bulan Januari	= Total curah hujan bulan Januari Tahun 2013-2022
	= 439,02 + 608,36 + 400,35 + 228,74 + 291,31 + 182,34 + 238,07 + 162,38 + 368 + 125,06
Rata-rata curah hujan Bulan Januari	= 304,36 mm/bln

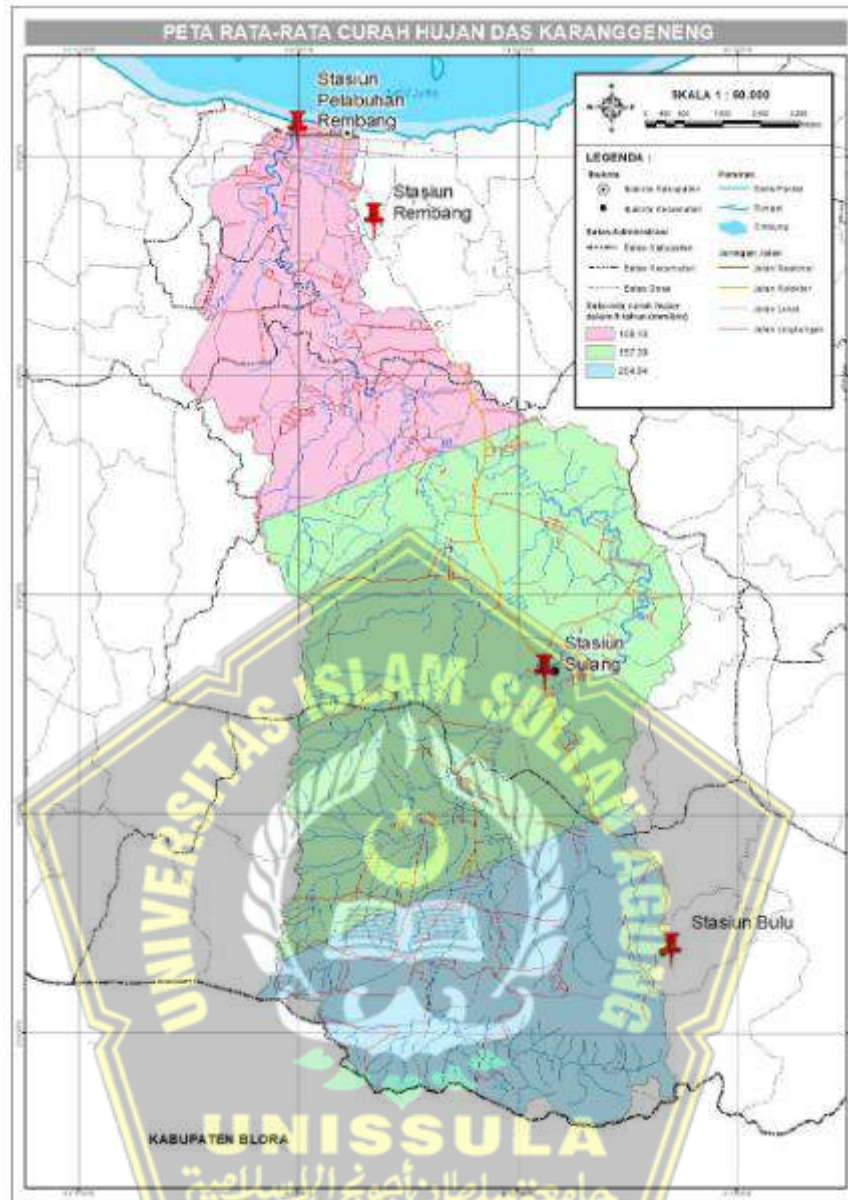
Dengan cara perhitungan yang sama, maka dapat dihitung rekapitulasi curah hujan wilayah menggunakan metode Thiessen, dapat dilihat pada **Tabel 4.17**.



Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Dengan Metode Thiessen

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Dengan Metode Thiessen (mm/bln)												
TAHUN	Jan	Feb	mar	apr	mei	jun	jul	agus	sept	okt	nov	des
2013	439,02	264,63	297,13	341,56	135,61	142,64	138,94	2,52	8,36	110,35	125,37	332,86
2014	608,36	260,19	173,11	199,57	65,79	61,74	33,54	21,36	0,00	0,00	163,56	515,13
2015	400,35	171,36	171,99	238,03	59,30	10,07	0,00	4,81	1,83	3,21	75,62	377,44
2016	228,74	309,46	214,14	166,52	146,34	169,94	60,94	49,35	82,61	208,87	438,64	247,85
2017	291,31	219,02	461,83	138,82	184,14	169,75	34,10	3,53	19,43	138,02	257,11	134,13
2018	182,34	247,73	237,41	111,99	86,95	5,61	1,06	0,00	5,87	11,47	184,35	252,15
2019	238,07	224,43	241,21	251,90	55,82	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	115,90	114,13
2020	162,38	231,78	134,51	353,64	83,01	21,57	32,24	10,76	11,39	87,94	334,91	137,24
2021	368,00	196,67	175,59	119,82	56,97	107,42	0,00	42,74	31,67	51,34	174,68	132,67
2022	125,06	144,96	345,63	213,27	140,07	132,11	105,10	12,29	18,00	338,66	340,02	454,71
RATA-RATA	304,36	227,02	245,25	213,51	101,40	82,22	40,59	14,74	17,92	94,99	221,02	269,83
MAX	608,36	309,46	461,83	353,64	184,14	169,94	138,94	49,35	82,61	338,66	438,64	515,13
MIN	125,06	144,96	134,51	111,99	55,82	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	75,62	114,13

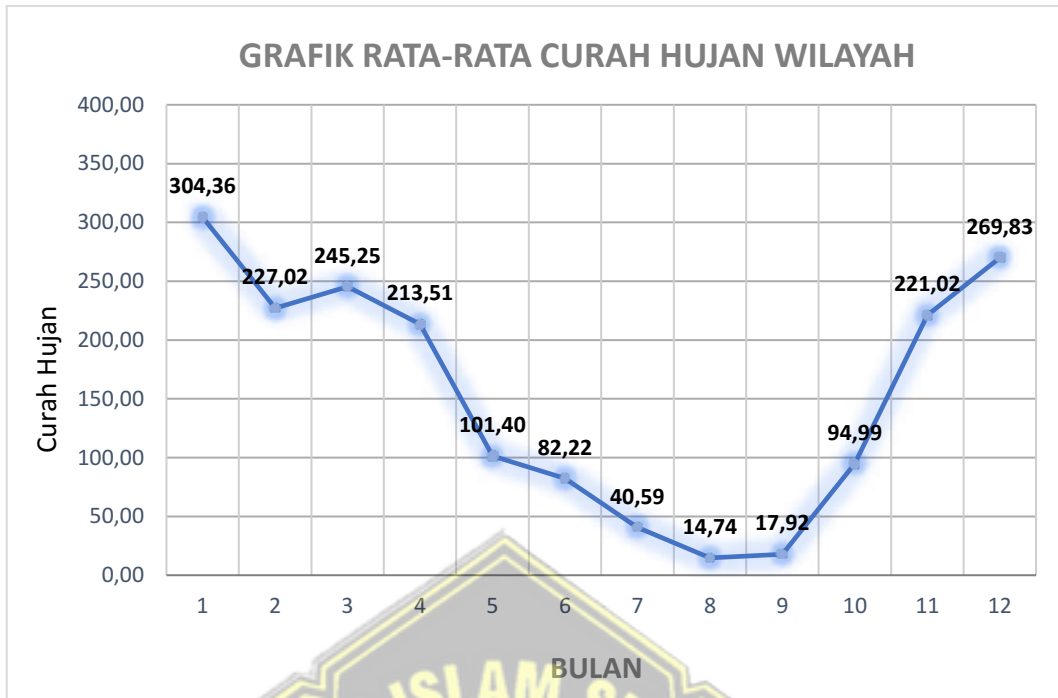
Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.4. Poligon Thiessen DAS Karanggeneng Rembang

Sumber : Imam Wahyudi dkk, 2021

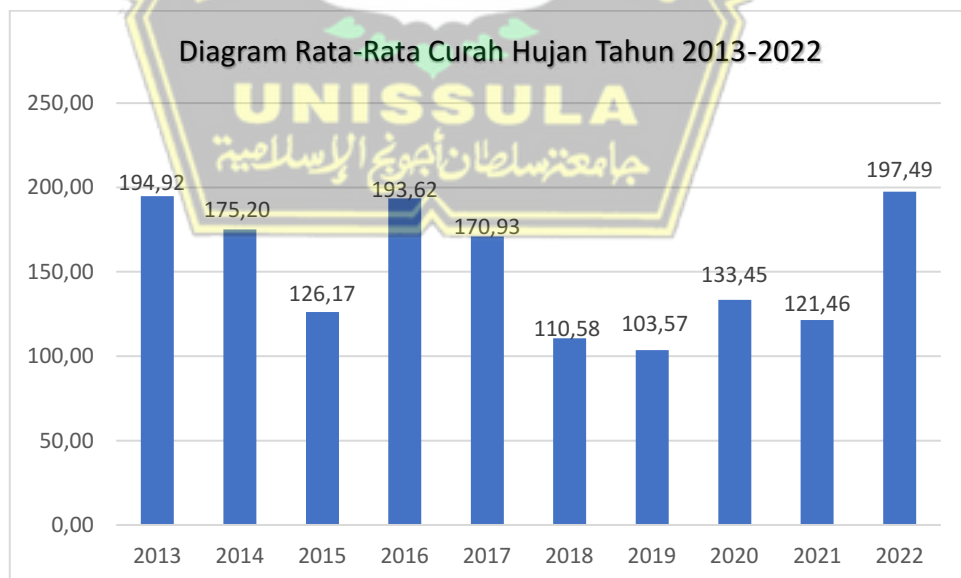
Analisis curah hujan wilayah ini diambil pada tiga titik stasiun hujan, yaitu di Stasiun Bulu, Stasiun Sulang, dan Stasiun Rembang. Dari grafik dibawah ini menunjukkan rata-rata curah hujan wilayah tertinggi pada Bulan Januari, dan rata-rata curah hujan wilayah terendah pada Bulan Agustus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5. Grafik Rata – Rata Curah Hujan Wilayah (mm)

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Dari diagram curah hujan bulanan dibawah ini menunjukkan diagram tersebut didapatkan dari rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan bulanan dan rata-rata curah hujan tahun 2013-2022 dapat dilihat pada **Gambar 4.6.**



Gambar 4.6. Diagram Rata-Rata Curah Hujan Tahun 2013-2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4.5 Analisis Evapotranspirasi

Perlu di analisis evapotranspirasi menggunakan metode Thornthwaite – Matter. Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi dibutuhkan data klimatologi. Data tersebut adalah : Suhu / Temperatur udara, Kelembapan udara, Kecepatan angin, dan Lama penyinaran matahari. Hubungan antara nilai radiasi terestrial (Ra) dan lokasi lintang selatan atau lintang utara juga digunakan dalam perhitungan ETO, dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18. Nilai Radiasi Terestrial (Ra)

Bulan	Lintang Utara (LU)			Lintang Selatan (LS)					
	5	4	2	0	2	4	6	8	10
Januari	13,00	14,30	14,70	15,00	15,30	15,50	15,80	16,10	16,10
Februari	14,00	15,00	15,30	15,50	15,70	15,80	16,00	16,10	16,00
Maret	15,00	15,50	15,60	15,70	15,70	15,60	15,60	15,50	15,30
April	15,20	15,50	15,30	15,10	15,10	14,90	14,70	14,40	14,00
Mei	15,30	14,90	14,60	14,10	14,10	13,80	13,40	13,10	12,60
Juni	15,00	14,40	14,20	13,50	13,50	13,20	12,80	12,40	12,60
Juli	15,10	14,60	14,30	13,70	13,70	13,40	13,10	12,70	11,80
Agustus	15,30	15,10	14,90	14,50	14,50	14,30	14,00	13,70	12,20
September	15,10	15,30	15,30	15,20	15,20	15,10	15,00	14,90	13,30
Oktober	15,70	15,10	15,30	15,50	15,50	15,60	15,70	15,80	14,60
November	14,30	14,50	14,80	15,30	15,30	15,50	15,80	16,00	15,60
Desember	14,60	14,10	14,40	15,10	15,10	15,40	15,70	16,00	16,00
Minimum	13,00	14,10	14,20	13,50	13,50	13,20	12,80	12,40	11,80
Maksimum	15,70	15,50	15,60	15,70	15,70	15,80	16,00	16,10	16,10
Rata-rata	14,80	14,86	14,89	14,85	14,89	14,84	14,80	14,73	14,18

Sumber : Triadmodjo, 2014

Periode waktu dari 2014 hingga 2022 dicakup oleh data klimatologi.

Tabel 4.19. Data Temperatur Rerata Bulanan (°C)

BULAN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	25,82	26,65	27,85	28,52	27,54	28,41	28,45	27,31	28,40
Februari	25,84	26,61	27,40	15,60	27,01	28,83	27,74	27,14	27,73
Maret	25,85	26,46	27,97	14,36	28,01	28,98	28,41	28,18	28,10
April	25,87	26,70	28,32	28,41	28,36	28,89	28,39	28,26	28,75
Mei	25,85	26,01	29,07	29,05	28,65	29,68	29,66	28,45	28,66
Juni	25,94	26,12	27,16	28,02	28,39	28,38	28,50	28,34	27,45
Juli	25,85	26,05	28,30	27,16	28,53	28,33	28,23	28,68	28,42
Agustus	26,33	27,06	28,75	28,00	28,38	28,88	28,59	28,90	28,69
September	25,66	27,43	29,06	27,85	29,09	28,56	29,11	29,20	29,12
Oktober	27,66	27,83	28,61	28,87	29,90	30,49	28,84	29,58	26,68
November	26,57	0,00	28,79	26,26	28,16	29,74	28,12	26,88	28,00
Desember	26,84	27,96	28,03	27,80	28,43	29,39	28,84	28,85	28,37

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.20. Data Kelembapan Udara RH Bulanan (%)

BULAN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	99,00	0,00	96,00	98,00	99,00	96,00	95,00	96,00	98,00
Februari	98,82	0,00	95,00	95,00	99,00	97,00	97,00	97,00	98,00
Maret	99,00	0,00	93,00	98,00	99,00	96,00	97,00	96,00	98,00
April	98,60	0,00	95,00	97,00	97,00	95,00	98,00	98,00	99,00
Mei	99,00	0,00	96,00	98,00	96,00	96,00	0,00	97,00	97,00
Juni	99,00	0,00	0,00	96,00	97,00	95,00	100,00	98,00	93,00
Juli	99,00	0,00	0,00	98,00	95,00	95,00	100,00	92,00	97,00
Agustus	95,00	0,00	0,00	100,00	96,00	95,00	97,00	97,00	97,00
September	91,00	0,00	0,00	95,00	94,00	96,00	96,00	98,00	97,00
Oktober	95,61	0,00	0,00	99,00	95,00	97,00	99,00	98,00	97,00
November	92,00	0,00	0,00	97,00	99,93	97,00	99,00	95,00	99,00
Desember	93,00	0,00	0,00	99,00	96,00	95,00	97,00	98,00	97,00

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.21. Data Kecepatan Angin Rerata Bulanan (km/hari)

BULAN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	71,42	52,84	44,65	54,48	65,42	64,03	64,03	55,29	57,00
Februari	75,39	64,11	41,71	71,68	67,50	49,20	49,59	68,54	61,00
Maret	60,65	50,32	50,71	63,23	62,87	48,71	16,10	55,48	58,00
April	44,20	43,20	42,77	50,53	60,63	45,43	44,07	52,70	42,00
Mei	50,00	47,87	44,03	42,65	49,97	47,81	20,91	47,23	47,00
Juni	49,57	38,50	32,63	51,03	54,27	58,97	0,78	48,30	37,00
Juli	47,03	67,39	52,71	44,55	49,52	67,94	45,45	46,32	42,00
Agustus	71,87	69,39	51,16	64,29	58,68	72,68	69,97	54,55	44,00
September	75,03	0,00	64,50	73,65	76,73	89,27	68,97	54,90	48,00
Oktober	74,55	115,58	56,67	54,39	74,10	96,52	53,42	45,29	40,00
November	55,70	0,00	42,07	46,16	56,57	71,90	45,40	36,39	45,00
Desember	43,32	0,00	55,37	60,13	45,26	58,33	47,23	45,94	52,00

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.22. Data Sinar Matahari Rerata Bulanan (%)

BULAN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	19,00	33,00	35,00	35,00	23,00	38,00	0,00	16,00	27,30
Februari	24,00	38,00	26,00	25,00	29,00	39,00	34,00	23,00	20,50
Maret	47,00	30,00	34,00	31,00	42,00	40,00	0,00	38,00	29,70
April	50,00	27,00	30,00	43,00	51,00	43,00	46,00	44,00	45,60
Mei	58,00	44,00	45,00	53,00	56,00	57,00	46,00	46,00	33,40
Juni	58,00	13,00	40,00	51,00	54,00	55,00	52,00	39,00	31,30
Juli	55,00	0,00	53,00	51,00	60,00	62,00	52,00	51,00	52,80
Agustus	65,00	63,00	56,00	63,00	59,00	63,00	64,00	64,00	56,10
September	65,00	63,00	44,00	59,00	66,00	73,00	65,00	51,00	49,90
Oktober	58,00	56,00	29,00	51,00	63,00	68,00	37,00	50,00	36,70
November	43,00	50,00	29,00	30,00	41,00	62,00	36,00	23,00	28,00
Desember	27,00	0,00	17,00	33,00	30,00	41,00	26,00	26,00	27,00

Sumber : Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Pendekatan Thornthwaite-Matter digunakan dalam analisis ini. Metode Thornthwaite – Matter terdiri dari langkah-langkah berikut untuk menentukan evapotranspirasi DAS Karanggeneng Rembang :

Pada bulan Januari 2014, metode Thornthwaite-Matter digunakan untuk menghitung evapotranspirasi.

a. Data Klimatologi

Kecepatan angin (U) = 71,42

Kelembapan udara (RH) = 99,00 %

Penyinaran matahari (Rn) = 19,00 %

Temperatur udara (T) = 25,82°C

b. Data Nilai Radiasi Terrestrial (Ra)

Ra Bulan Januari = 16,10

c. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ETP)

Langkah 1 : Menghitung indeks panas (i) bulanan

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

t = Suhu udara rata-rata

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

$$i = \left(\frac{25,82}{5}\right)^{1,514}$$

$$i = 12,01$$

Langkah 2 : Menghitung jumlah indeks panas tahunan (I) dari Januari – Desember

$$I = \text{Jumlah 12 bulan dari } \Sigma \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

$$I = \Sigma i \text{ Januari-Desember}$$

$$I = 12,01 + 12,02 + 12,03 + 12,04 + 12,03 + 12,09 + 12,03 + 12,37 + 11,90 + 13,33 + 12,54 + 12,73$$

$$I = 147,11$$

Langkah 3 : Menghitung Koefisien Tempat (a)

$$a = \text{Koefisien tempat / fungsi dari I}$$

$$a = 675 \times 10^{-9} \times (I^3) - 771 \times 10^{-7} \times I^2 + (0,01792 \times I) + 0,44239$$

$$a = 675 \times 10^{-9} \times (147,11^3) - 771 \times 10^{-7} \times 147,11^2 + (0,01792 \times 147,11) + 0,44239$$

$$a = 3,56$$

Langkah 4 : Menghitung Evapotranspirasi Potensial (ETP)

$$ETP = 1,6 \times \left(\frac{10 \times T}{I}\right)^a$$

$$ETP = 1,6 \times \left(\frac{10 \times 25,82}{147,11}\right)^{3,56}$$

$$ETP = 118,48 \text{ mm/bln}$$

Langkah 5 : Menghitung Evapotranspirasi Potensial Koreksi (ETP_{kor})

$$ETP_{kor} = \frac{\Sigma hari}{30} \times \frac{N}{12,1} \times ETP$$

$$ETP_{kor} = \frac{31}{30} \times \frac{16,10}{12,1} \times 118,48$$

$$ETP_{kor} = 162,90 \text{ mm/bln}$$

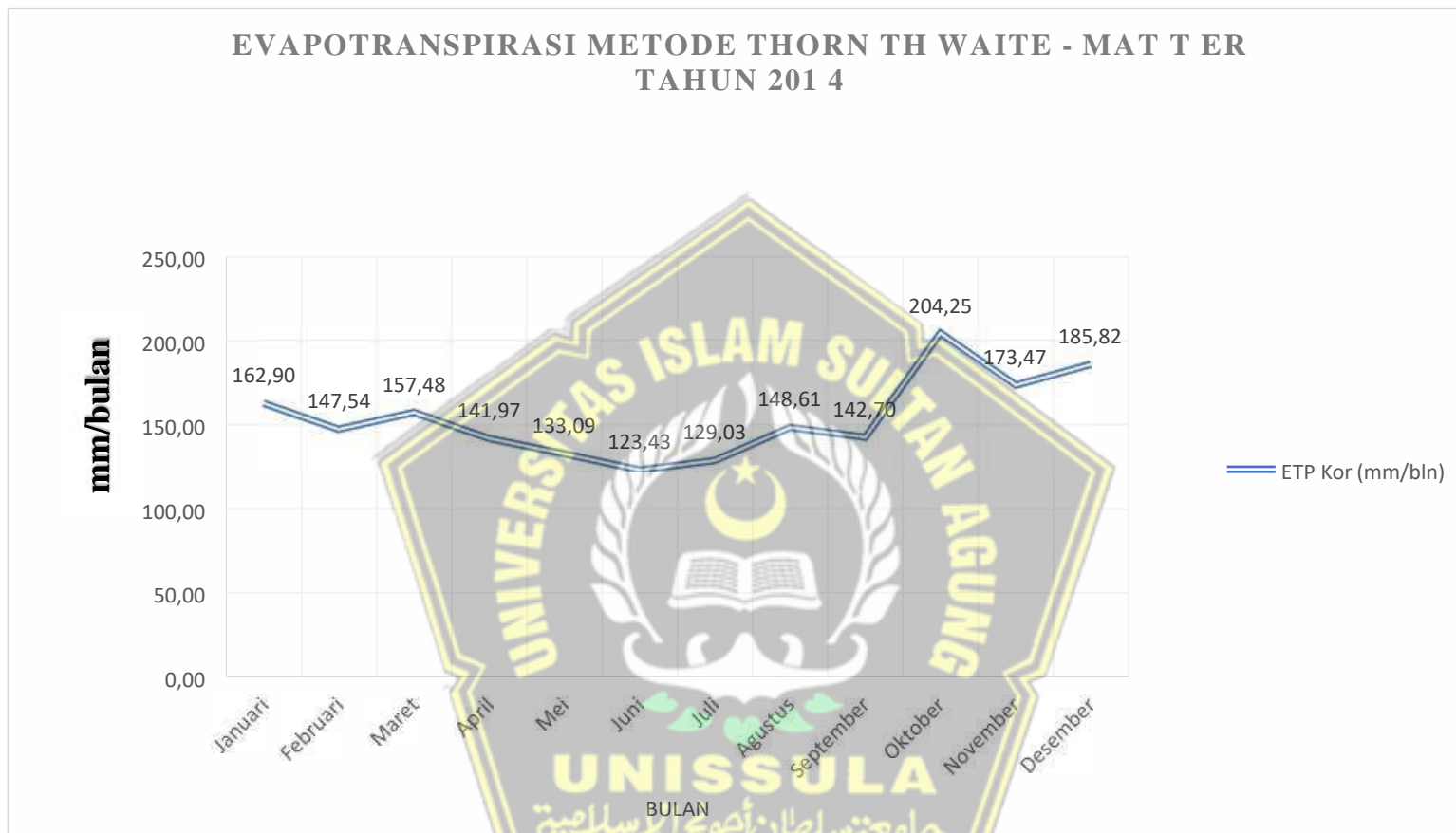
Untuk menghitung bulan selanjutnya dilakukan dengan rumus yang sama, dan untuk melihat hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.23. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Tahun 2014

EVAPOTRANSPIRASI METODE THORNTHWAITE - MATTER TAHUN 2014						
Bulan	Suhu	i	ETP (mm/bln)	Σ hari	N	ETP Kor (mm/bln)
Januari	25,82	12,01	118,48	31	16,10	162,90
Februari	25,84	12,02	118,80	28	16,10	147,54
Maret	25,85	12,03	118,97	31	15,50	157,48
April	25,87	12,04	119,30	30	14,40	141,97
Mei	25,85	12,03	118,97	31	13,10	133,09
Juni	25,94	12,09	120,45	30	12,40	123,43
Juli	25,85	12,03	118,97	31	12,70	129,03
Agustus	26,33	12,37	127,02	31	13,70	148,61
September	25,66	11,90	115,88	30	14,90	142,70
Oktober	27,66	13,33	151,37	31	15,80	204,25
November	26,57	12,54	131,19	30	16,00	173,47
Desember	26,84	12,73	135,99	31	16,00	185,82
	I =	147,11				
	a =	3,56				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Dari data evapotranspirasi metode Thornthwaite - Matter Tahun 2014 dibawah ini, dapat terlihat Pada bulan Agustus, nilai evapotranspirasi meningkat, kemudian menurun sekali lagi pada bulan September. Ini menandakan akhir musim kemarau, dan Oktober menandai awal musim hujan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.23. dan Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Evapotranspirasi Metode Thornthwaite – Matter
Tahun 2014 (mm/bln)

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

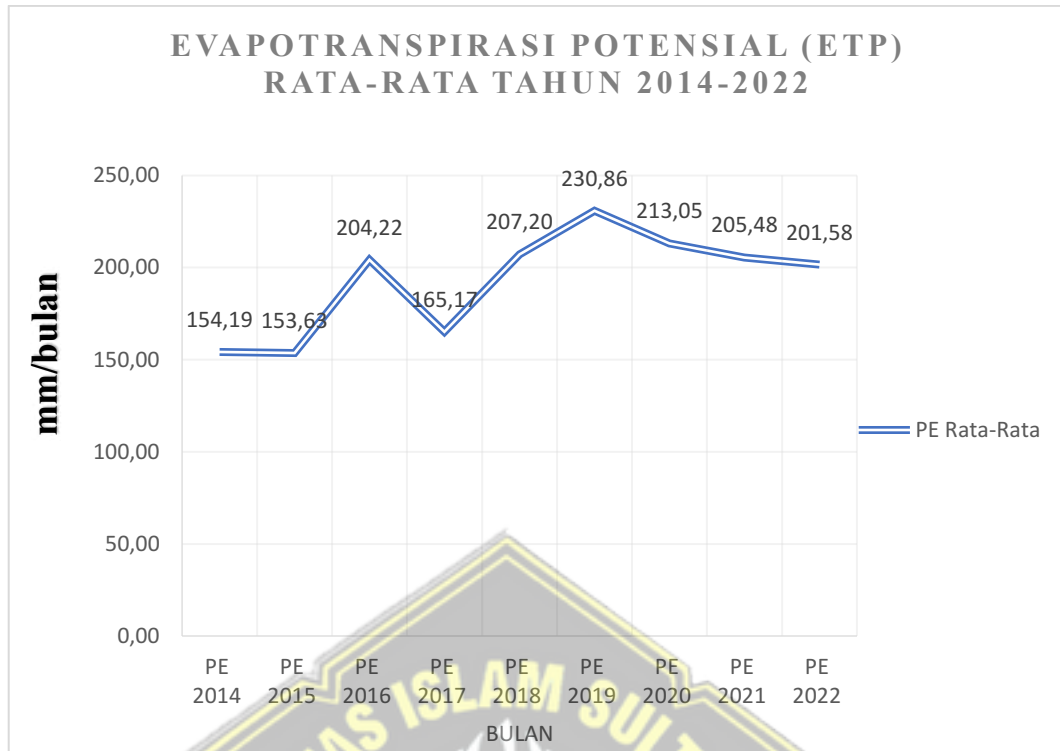
Dari **Tabel 4.24** dapat diketahui bahwa rata-rata Evapotranspirasi potensial bulanan (ETP) yang tertinggi pada Tahun 2019 sebesar 230,86 mm/bln, dan rata-rata Evapotranspirasi potensial bulanan (ETP) yang terendah pada Tahun 2015 sebesar 153,63 mm/bln.

Tabel 4.24. Hasil Rata-Rata Evapotranspirasi Potensial Tahun 2014-2022

RATA - RATA EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (PE) (mm/bulan)										
Bulan	Satuan	PE 2014	PE 2015	PE 2016	PE 2017	PE 2018	PE 2019	PE 2020	PE 2021	PE 2022
Januari	mm/bln	162,90	183,16	212,37	231,76	201,94	230,07	232,66	194,87	231,29
Februari	mm/bln	147,54	164,62	178,70	24,92	167,48	222,62	187,66	171,27	188,45
Maret	mm/bln	157,48	172,24	208,32	19,84	209,41	243,13	222,59	215,14	212,70
April	mm/bln	141,97	159,51	197,70	197,89	198,82	215,43	199,49	195,84	211,07
Mei	mm/bln	133,09	137,59	208,23	201,23	195,44	229,83	228,12	189,56	195,75
Juni	mm/bln	123,43	127,80	141,92	162,30	172,00	170,64	174,78	170,73	148,84
Juli	mm/bln	129,03	134,06	179,62	153,88	186,01	179,10	177,26	190,35	183,01
Agustus	mm/bln	148,61	163,88	207,53	184,82	196,07	211,44	202,38	212,31	205,64
September	mm/bln	142,70	180,35	228,86	190,87	230,01	211,21	230,91	233,76	230,80
Oktober	mm/bln	204,25	207,25	234,31	237,44	284,34	314,52	242,68	271,03	173,32
November	mm/bln	173,47	0,00	235,97	166,58	214,15	274,24	212,37	174,86	209,23
Desember	mm/bln	185,82	213,11	217,05	210,46	230,76	268,07	245,75	246,08	228,81
PE Rata-Rata		154,19	153,63	204,22	165,17	207,20	230,86	213,05	205,48	201,58

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023





Gambar 4.8. Grafik Evapotranspirasi Potensial (ETP) Rata-Rata Tahun 2014-2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4.6 Analisis Ketersediaan Air

Untuk menentukan nilai ketersediaan air pada DAS Karanggeneng Rembang, yang digunakan adalah hasil perhitungan air secara meteorologis.

Data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data curah hujan bulanan rata-rata
2. Data evapotranspirasi potensial.

Langkah-langkah yang diambil untuk mengetahui ketersediaan air meteorologi di DAS Karanggeneng Rembang digambarkan dalam perhitungan bulan Januari. Perhitungan ketersediaan air di DAS Karanggeneng Bulan Januari 2013.

1. Data Meteorologi

Curah hujan bulanan (R) = 439,02 mm/bln

Jumlah hari hujan (n) = 15 hari

Jumlah hari 1 bulan = 31 hari

a. Data Stasiun Curah Hujan Bulan Januari

Stasiun Bulu (P1)	= 376 mm
Stasiun Sulang (P2)	= 495 mm
Stasiun Rembang (P3)	= 389 mm

b. Luas Daerah Pengaruh DAS (km²)

Stasiun Bulu (A1)	= 34,93 km ²
Stasiun Sulang (A2)	= 66,22 km ²
Stasiun Rembang (A3)	= 30,09 km ²

2. Evapotranspirasi Aktual (Ea)

Evapotranspirasi Potensial (Eto)

$$\begin{aligned}
 Eto &= \text{Evapotranspirasi} \times \text{jumlah hari 1 bulan} \\
 &= 3,36 \text{ mm/hari} \times 31 \text{ hari} \\
 &= \mathbf{104,17 \text{ mm/bulan}}
 \end{aligned}$$

3. Analisis Ketersediaan Air Secara Meteorologis, dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Ketersediaan air} &= \frac{Tro \times \text{luas DAS} \times 1000}{31 \times 24 \times 3600} \\
 &= \frac{64,25 \times 131,24 \times 1000}{31 \times 24 \times 3600} \\
 &= \frac{8432170}{2678400} \\
 &= \mathbf{3,20 \text{ m}^3/\text{s}}
 \end{aligned}$$

Ketersediaan air setiap tahunnya semakin meningkat karena penambahan penduduk. Melihat ketersediaan air yang dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan yang harus terpenuhi sepanjang tahun, maka perlu dilakukan perhitungan ketersediaan airnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.25**.

Tabel 4.25. Ketersediaan Air Tahun 2013

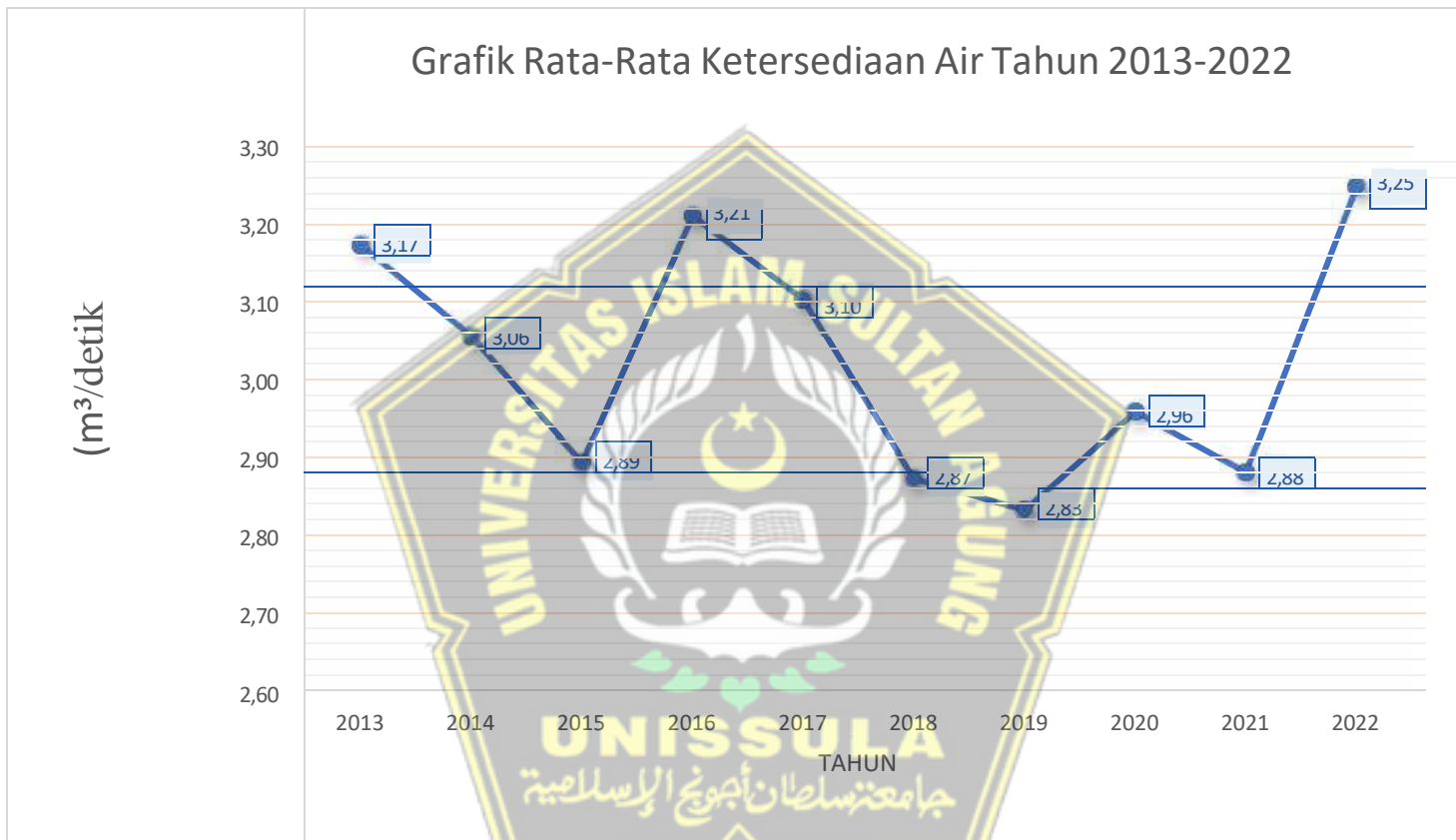
Uraian	Sat	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	439,02	264,63	297,13	341,56	135,61	142,64	138,94	2,52	8,36	110,35	125,37	332,86
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	12,00	8,00	9,00	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	5,00	8,00	12,00
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Data Evapotranspirasi		3,36	3,58	4,07	3,86	4,13	4,15	4,03	4,71	5,67	5,45	4,73	3,90
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	104,16	100,24	126,17	115,80	128,03	124,50	124,93	146,01	170,10	168,95	141,90	120,90
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	9,00	15,00	13,50	21,00	25,50	25,50	27,00	27,00	27,00	19,50	15,00	9,00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	9,37	15,04	17,03	24,32	32,65	31,75	33,73	39,42	45,93	32,95	21,29	10,88
Ea = Eto - Ee	mm/bln	94,79	85,20	109,14	91,48	95,38	92,75	91,20	106,59	124,17	136,00	120,62	110,02
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	344,23	179,43	187,99	250,08	40,23	49,89	47,74	-104,07	-115,81	-25,65	4,76	222,84
Limpasan Badai (PF = 5%)		21,95	13,23	14,86	17,08	6,78	7,13	6,95	0,13	0,42	5,52	6,27	16,64
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	322,28	166,19	173,14	233,00	33,45	42,76	40,79	-104,19	-116,23	-31,17	-1,51	206,20
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	322,28	166,19	173,14	233,00	33,45	42,76	40,79	-104,19	-116,23	-31,17	-1,51	206,20
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	21,95	13,23	14,86	17,08	6,78	7,13	6,95	0,13	0,42	5,52	6,27	16,64
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/bln	8,78	5,29	5,94	6,83	2,71	2,85	2,78	0,05	0,17	2,21	2,51	6,66
Volume Air Tanah (G)		6,59	3,97	4,46	5,12	2,03	2,14	2,08	0,04	0,13	1,66	1,88	4,99
$L = k \cdot (Vn-1)$	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 (Vn)		56,59	53,97	54,46	55,12	52,03	52,14	52,08	50,04	50,13	51,66	51,88	54,99
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-43,41	-46,03	-45,54	-44,88	-47,97	-47,86	-47,92	-49,96	-49,87	-48,34	-48,12	-45,01
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	52,20	51,32	51,49	51,71	50,68	50,71	50,69	50,01	50,04	50,55	50,63	51,66
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	13,17	21,17	23,77	27,32	10,85	11,41	11,12	0,20	0,67	8,83	10,03	26,63
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	65,37	72,49	75,26	79,03	61,53	62,12	61,81	50,21	50,71	59,38	60,66	78,29
Debit Bulanan	m ³ /s	3,20	3,55	3,69	3,87	3,01	3,04	3,03	2,46	2,48	2,91	2,97	3,84

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.26. Perhitungan Rata-Rata Ketersediaan Air Tahun 2013-2022

Tahun	Bulan (m ³ /s)												Rata-rata per tahun (m ³ /s)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Des	
2013	3,20	3,55	3,69	3,87	3,01	3,04	3,03	2,46	2,48	2,91	2,97	3,84	3,17
2014	3,49	3,53	3,17	3,28	2,72	2,71	2,59	2,54	2,45	2,45	3,13	4,60	3,06
2015	3,14	3,16	3,17	3,44	2,70	2,49	2,45	2,47	2,46	2,46	2,76	4,02	2,89
2016	2,84	3,74	3,34	3,14	3,06	3,16	2,70	2,66	2,79	3,32	4,28	3,48	3,21
2017	2,95	3,36	4,37	3,03	3,22	3,16	2,59	2,46	2,53	3,02	3,52	3,01	3,10
2018	2,76	3,48	3,44	2,92	2,81	2,47	2,45	2,45	2,47	2,50	3,22	3,50	2,87
2019	2,86	3,38	3,45	3,50	2,68	2,46	2,45	2,45	2,45	2,45	2,93	2,93	2,83
2020	3,13	2,85	3,01	3,92	2,80	2,54	2,58	2,49	2,50	2,82	3,84	3,02	2,96
2021	3,08	3,27	3,18	2,95	2,69	2,90	2,45	2,63	2,58	2,66	3,18	3,00	2,88
2022	2,66	3,05	3,89	3,34	3,03	3,00	2,89	2,50	2,52	3,86	3,87	4,34	3,25

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.9. Grafik Rata-Rata Ketersediaan Air Tahun 2013 2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4.7 Kebutuhan Air

Jumlah penduduk total yang menduduki DAS Karanggeneng Rembang sampai saat ini adalah 651.704 jiwa. Pada saat ini jumlah penduduk pada DAS Karanggeneng Rembang jika dipandang dari parameter jumlah penduduk termasuk kategori kota besar, dapat dilihat pada **Tabel 2.3**. Akan tetapi kebutuhan dan penggunaan akan air tidak dapat dipandang sama besarnya karena melihat kondisi pertambahan penduduk tiap tahunnya yang semakin meningkat. Adapun persamaan menghitung rumus kebutuhan air domestik sebagai berikut :

$$Kd = \sum Pd \times d$$

Keterangan :

Kd = Kebutuhan air domestik (liter)

d = Asumsi kebutuhan air (100 liter)

$\sum Pd$ = Jumlah penduduk

Tabel 4.27. Perhitungan Kebutuhan Air Tiap Kecamatan

No	kecamatan	jmlh penduduk	asumsi kebutuhan air (liter)	keb.air domestik (lt/dt)	kehilangan air (lt/dt)	rata-rata (lt/dt)
1	Sumber	37.367	100	3.736.700	747.340	2.242.020
2	Bulu	28.401	100	2.840.100	568.020	1.704.060
3	Gunem	24.553	100	2.455.300	491.060	1.473.180
4	Sale	39.053	100	3.905.300	781.060	2.343.180
5	Sarang	61.925	100	6.192.500	1.238.500	3.715.500
6	Sedan	56.277	100	5.627.700	1.125.540	3.376.620
7	Pamotan	50.609	100	5.060.900	1.012.180	3.036.540
8	Sulang	39.608	100	3.960.800	792.160	2.376.480
9	Kaliori	43.264	100	4.326.400	865.280	2.595.840
10	Rembang	92.066	100	9.206.600	1.841.320	5.523.960
11	Pancur	31.396	100	3.139.600	627.920	1.883.760
12	Kragan	65.813	100	6.581.300	1.316.260	3.948.780
13	Sluke	29.863	100	2.986.300	597.260	1.791.780
14	Lasem	51.509	100	5.150.900	1.030.180	3.090.540
	Total	651.704		65.170.400	13.034.080	39.102.240

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Berdasarkan total jumlah penduduk dari 3 kecamatan yaitu Kecamatan Bulu, Sulang, Rembang tahun 2013 – 2022 dihasilkan perhitungan kebutuhan air pada tahun 2013, sebagai berikut :

Data :

Jumlah penduduk tahun 2013 = 151.682 jiwa

Asumsi kebutuhan air = 100 liter

$$Kd = \sum Pd \times d$$

$$\begin{aligned}
 Kd &= \text{Jumlah penduduk 2013} \times \text{asumsi kebutuhan air} \\
 &= 151.682 \times 100 \\
 &= \mathbf{15.168.200 \text{ lt/dt}}
 \end{aligned}$$

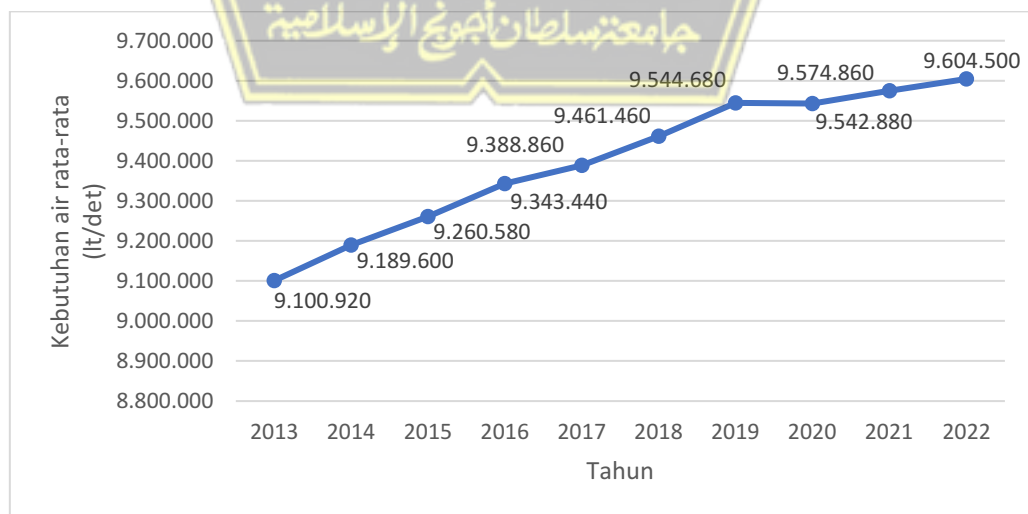
$$\begin{aligned}
 \text{Kehilangan air} &= 20\% \times Kd \\
 &= 20\% \times 15.168.200 \\
 &= \mathbf{3.033.640 \text{ lt/dt}}
 \end{aligned}$$

Untuk tahun berikutnya dengan perhitungan yang sama lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.28.** dan **Gambar 4.10.**

Tabel 4.28. Kebutuhan Air Domestik Tahun 2013-2022 Berdasarkan 3 Stasiun

Tahun	Jmlh Penduduk	Kebutuhan domestik (lt/dt)	Kehilangan air (lt/dt)	Rata-rata (lt/dt)
2013	151.682	15.168.200	3.033.640	9.100.920
2014	153.160	15.316.000	3.063.200	9.189.600
2015	154.343	15.434.300	3.086.860	9.260.580
2016	155.724	15.572.400	3.114.480	9.343.440
2017	156.481	15.648.100	3.129.620	9.388.860
2018	157.691	15.769.100	3.153.820	9.461.460
2019	159.078	15.907.800	3.181.560	9.544.680
2020	159.048	15.904.800	3.180.960	9.542.880
2021	159.581	15.958.100	3.191.620	9.574.860
2022	160.075	16.007.500	3.201.500	9.604.500
Total	1.566.863	156.686.300	31.337.260	94.011.780

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.10. Rata-Rata Kebutuhan Air Tahun 2013-2022

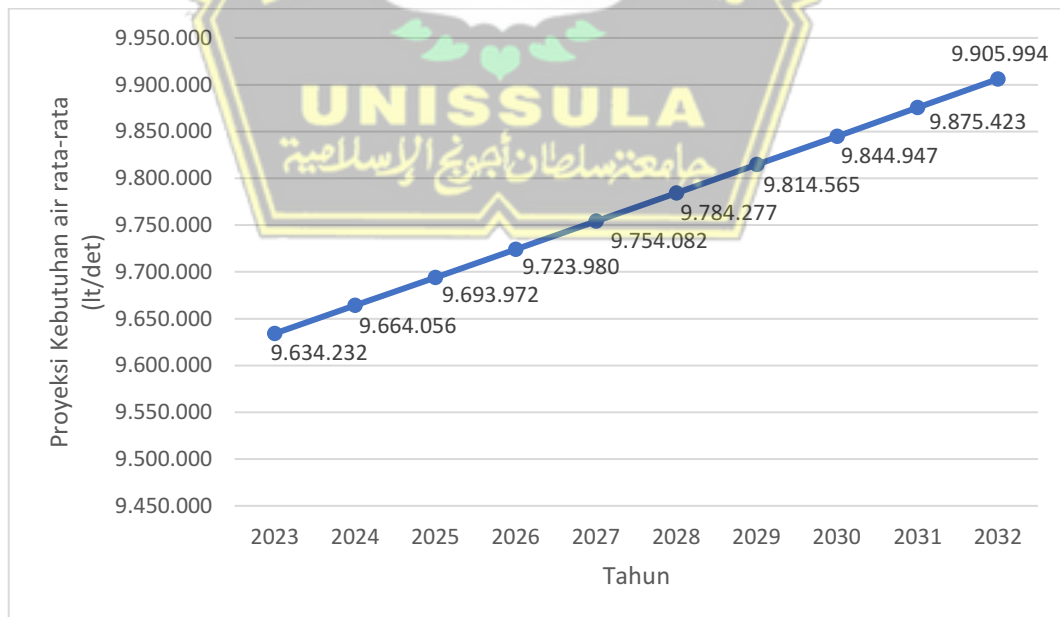
Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik dilakukan dengan cara proyeksi jumlah penduduk dikali dengan jumlah kebutuhan air di DAS Karanggeneng Rembang sebesar 100 lt/hr/org. Dimana kebutuhan air untuk 10 tahun mendatang dapat dilihat pada **Tabel 4.29**.

Tabel 4.29. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Tahun 2023 - 2032

Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Tahun 2023 - 2032				
Tahun	Jmlh Penduduk	Kebutuhan domestik (lt/dt)	Kehilangan air (lt/dt)	Rata-rata (lt/dt)
2023	160.571	16.057.053	3.211.411	9.634.232
2024	161.068	16.106.759	3.221.352	9.664.056
2025	161.566	16.156.619	3.231.324	9.693.972
2026	162.066	16.206.634	3.241.327	9.723.980
2027	162.568	16.256.803	3.251.361	9.754.082
2028	163.071	16.307.128	3.261.426	9.784.277
2029	163.576	16.357.608	3.271.522	9.814.565
2030	164.082	16.408.245	3.281.649	9.844.947
2031	164.590	16.459.039	3.291.808	9.875.423
2032	165.100	16.509.989	3.301.998	9.905.994
Total	1.628.259	162.825.879	32.565.176	97.695.527

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.11. Proyeksi Kebutuhan Air Rata-Rata Tahun 2023-2032

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4.8 Neraca Air

Adapun persamaan untuk menghitung neraca air menggunakan metode Thornthwaite – Matter sebagai berikut :

$$P = Et + ds + Ro$$

Dimana :

P : Presipitasi (Curah Hujan)

Et : Evapotranspirasi

Ds : Perubahan Cadangan Air dalam tanah

Ro : Limpasan

Perhitungan neraca air sebagai berikut :

$$\text{Curah hujan Bulan Januari Tahun 2014 (P)} = 608,36 \text{ mm/bln}$$

$$\text{Evapotranspirasi Potensial (PE)} = 104,17 \text{ mm/bln}$$

$$P - PE = 608,36 - 162,90$$

$$P - PE = 445,46 \text{ mm/bln}$$

a. Perhitungan APWL

Setelah melakukan perhitungan $P - PE$, dilakukan perhitungan APWL dirumuskan sebagai berikut :

$$APWL = - \sum_1^n (P - PE)_{neg}$$

$$APWL = - \sum_1^1 (445,46)_{neg}$$

$$APWL = 445,46$$

$APWL = 0$ (Bernilai positif maka hasilnya 0 dikarenakan masuk pada periode bulan basah)

Apabila hasil $P - PE$ bernilai positif maka dinyatakan masuk pada periode bulan basah. Dan apabila hasil yang didapatkan $P - PE$ bernilai negative maka dinyatakan masuk pada periode bulan kering.

b. Perhitungan ST

Data :

$$\text{Kapasitas Lapang (KL)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Nilai ketetapan} = k, \text{ dimana :}$$

$$k = p_o + p_i / KL$$

$$p_o = 1,00041$$

$$p_i = -1,07381$$

Rumus :

$$\text{Kadar air tanah (KAT)} = \text{KL} \times k^a$$

$$\text{AT} = \text{KL} - \text{TLP}$$

$$\text{Titik layu permanen (TLP)} = 100$$

Jika : $\text{AT} = \text{KL} - \text{TLP}$,

Maka :

$$\text{AT} = 150 - 100 = 50 \text{ mm}$$

Setelah melakukan perhitungan APWL, Kemudian dilanjutkan perhitungan ST dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{ST} = \text{KL} + (\text{P} - \text{PE})$$

$$\text{ST} = 150 + (445,46)$$

$$\text{ST} = 595,46 \text{ (Mencapai KL)}$$

$$\text{ST} = 0$$

Apabila hasil ST mencapai nilai KL maka yang dipakai adalah nilai KL. Dan apabila hasil ST tidak mencapai nilai KL maka yang dipakai adalah hasil ST.

c. Perhitungan ΔST

Nilai ΔST terjadi apabila $\text{P} > \text{PE}$ (musim hujan) dinyatakan apabila hasil ST mencapai KL, maka nilai $\Delta\text{ST} = 0$. Sebaliknya bila $\text{P} < \text{PE}$ atau hasil ST negative, maka seluruh P dan Sebagian ST akan di evapotranspirasikan.

d. Perhitungan Evapotranspirasi Aktual (AE)

Apabila $\text{P} > \text{PE}$, maka $\text{AE} = \text{PE}$ karena AE mencapai maksimum. Sebaliknya jika $\text{P} < \text{PE}$, maka $\text{AE} = \text{P} + \Delta\text{ST}$, karena seluruh P dan ΔST akan di evapotranspirasikan.

e. Perhitungan Defisit (D)

Defisit berarti berkurangnya air untuk di evapotranspirasikan, sehingga :

$$\text{D} = \text{PE} - \text{AE}, \text{ berlangsung pada musim kemarau.}$$

f. Perhitungan Surplus (S)

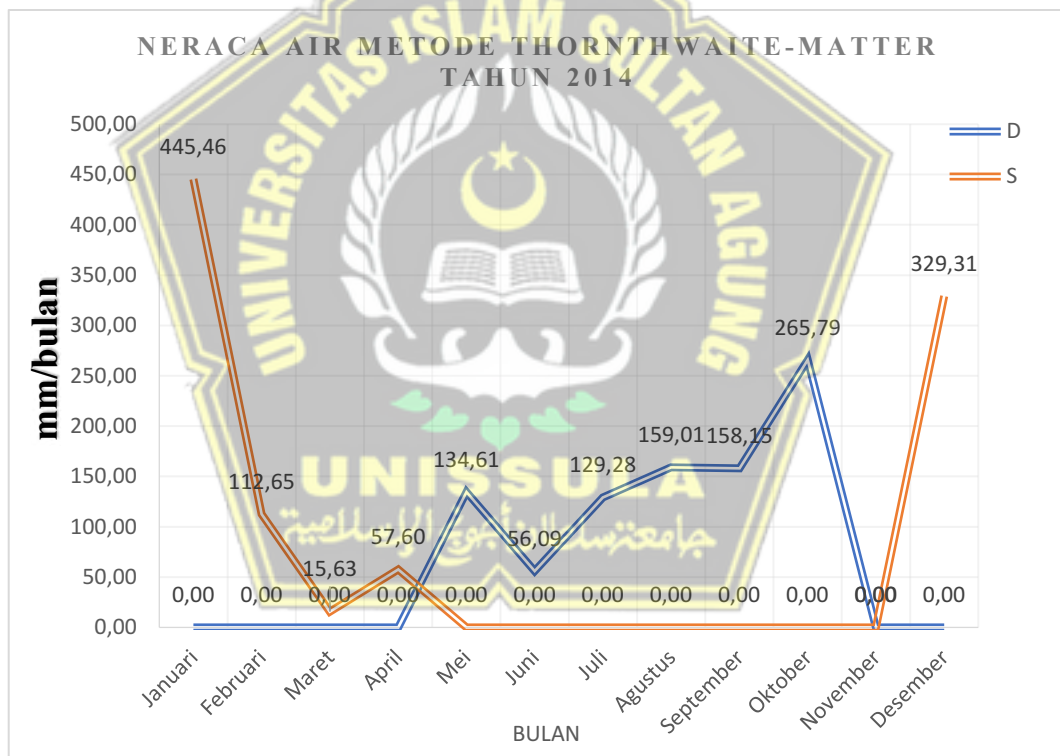
Surplus berarti kelebihan air Ketika $\text{P} > \text{PE}$, sehingga :

$$\text{S} = \text{P} - \text{PE} - \Delta\text{ST}, \text{ berlangsung pada musim hujan.}$$

Tabel 4.30. Neraca Air Metode Thornthwaite - Matter

NERACA AIR METODE THORNTHWAITE & MATHER TAHUN 2014									
Bulan	P	PE	P - PE	APWL	ST	ΔST	AE	D	S
Januari	608,36	162,90	445,46	0	150	0	162,90	0,00	445,46
Februari	260,19	147,54	112,65	0	150	0	147,54	0,00	112,65
Maret	173,11	157,48	15,63	0	150	0	157,48	0,00	15,63
April	199,57	141,97	57,60	0	150	0	141,97	0,00	57,60
Mei	65,79	133,09	-67,30	-67,30	82,70	-67,30	-1,51	134,61	0,00
Juni	61,74	123,43	-61,69	-129,00	88,31	5,61	67,35	56,09	0,00
Juli	33,54	129,03	-95,49	-224,49	54,51	-33,79	-0,25	129,28	0,00
Agustus	21,36	148,61	-127,25	-351,74	22,75	-31,76	-10,40	159,01	0,00
September	0,00	142,70	-142,70	-494,44	7,30	-15,45	-15,45	158,15	0,00
Oktober	0,00	204,25	-204,25	-698,68	-54,25	-61,54	-61,54	265,79	0,00
November	163,56	173,47	-9,91	-708,59	140,09	0	173,47	0,00	0,00
Desember	515,13	185,82	329,31	0	150	0	185,82	0,00	329,31

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



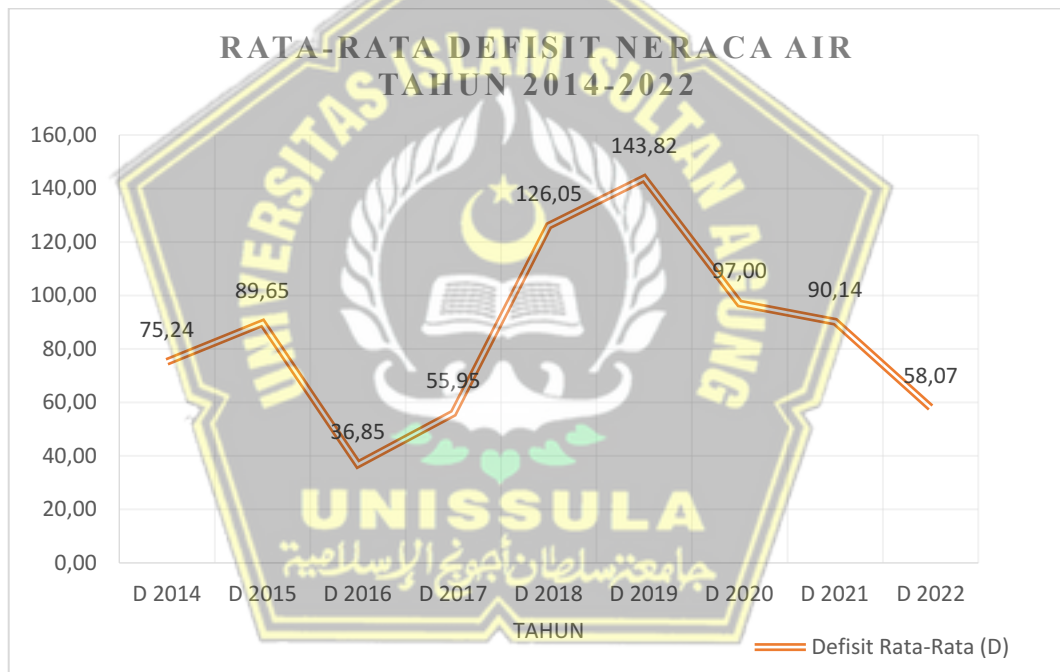
Gambar 4.12. Grafik Neraca Air Tahun 2014

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.31. Rata-Rata Defisit Neraca Air Metode Thornthwaite-Matter

RATA - RATA DEFISIT NERACA AIR METODE THORNTHWAITE-MATTER										
Bulan	Satuan	D 2014	D 2015	D 2016	D 2017	D 2018	D 2019	D 2020	D 2021	D 2022
Januari	mm	0,00	0,00	16,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	mm	0,00	0,00	130,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maret	mm	0,00	0,00	5,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	mm	0,00	0,00	31,18	0,00	173,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	mm	134,61	156,58	61,89	0,00	130,15	348,02	290,22	149,62	0,00
Juni	mm	56,09	157,16	28,02	0,00	224,30	164,60	161,31	5,97	0,00
Juli	mm	129,28	150,40	118,68	239,56	203,51	188,90	136,83	317,39	155,81
Agustus	mm	159,01	184,07	39,50	242,80	207,18	243,78	238,22	148,78	308,80
September	mm	158,15	197,98	11,93	161,60	252,22	210,98	247,42	234,62	232,24
Oktober	mm	265,79	229,56	25,44	27,40	321,59	417,83	89,96	237,28	0,00
November	mm	0,00	0,00	202,67	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00
Desember	mm	0,00	0,00	30,80	0,00	0,00	149,61	0,00	0,00	0,00
Defisit Rata-Rata (D)		75,24	89,65	36,85	55,95	126,05	143,82	97,00	90,14	58,07

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



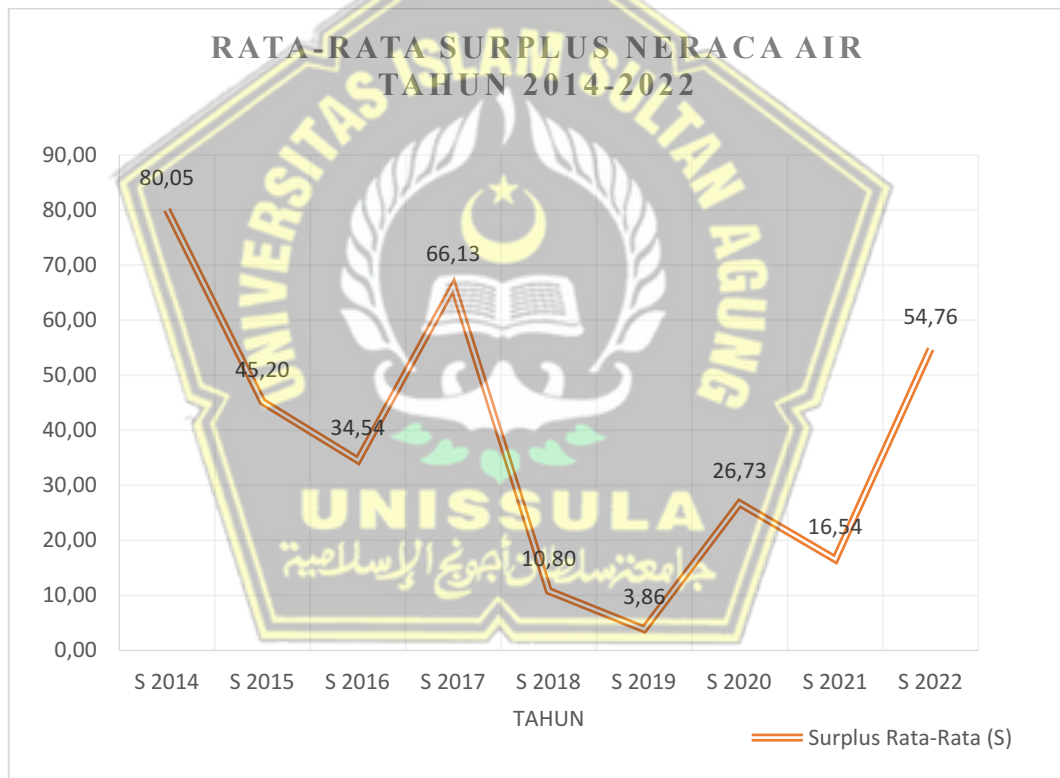
Gambar 4.13. Grafik Rata-Rata Defisit Neraca Air Tahun 2014-2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4.32. Rata-Rata Surplus Neraca Air Metode Thornthwaite-Matter

RATA - RATA SURPLUS NERACA AIR METODE THORNTHWAITE-MATTER										
Bulan	Satuan	S 2014	S 2015	S 2016	S 2017	S 2018	S 2019	S 2020	S 2021	S 2022
Januari	mm	445,46	217,19	16,37	59,55	0,00	8,00	0,00	173,13	0,00
Februari	mm	112,65	6,74	130,76	194,10	80,25	1,81	44,12	25,40	0,00
Maret	mm	15,63	0,00	5,82	441,99	28,00	0,00	0,00	0,00	132,93
April	mm	57,60	78,52	0,00	0,00	0,00	36,47	154,15	0,00	2,20
Mei	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juni	mm	0,00	0,00	28,02	7,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juli	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agustus	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
September	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktober	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	165,34
November	mm	0,00	75,62	202,67	90,53	0,00	0,00	122,54	0,00	130,79
Desember	mm	329,31	164,33	30,80	0,00	21,39	0,00	0,00	0,00	225,90
Surplus Rata-Rata (S)		80,05	45,20	34,54	66,13	10,80	3,86	26,73	16,54	54,76

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.14. Grafik Rata-Rata Surplus Neraca Air Tahun 2014-2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4.9 Indeks Kekritisan Air

Adapun persamaan untuk menghitung indeks kekritisan air menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks Kekritisan (IK)} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Ketersediaan Air}} 100\%$$

Keterangan :

- Bila nilai IK didapatkan apabila kebutuhan air lebih besar dibandingkan ketersediaan air, maka dapat dikatakan kritis.
- Bila nilai IK didapatkan apabila kebutuhan air lebih kecil dibandingkan ketersediaan air, maka dapat dikatakan tidak kritis.

Maka :

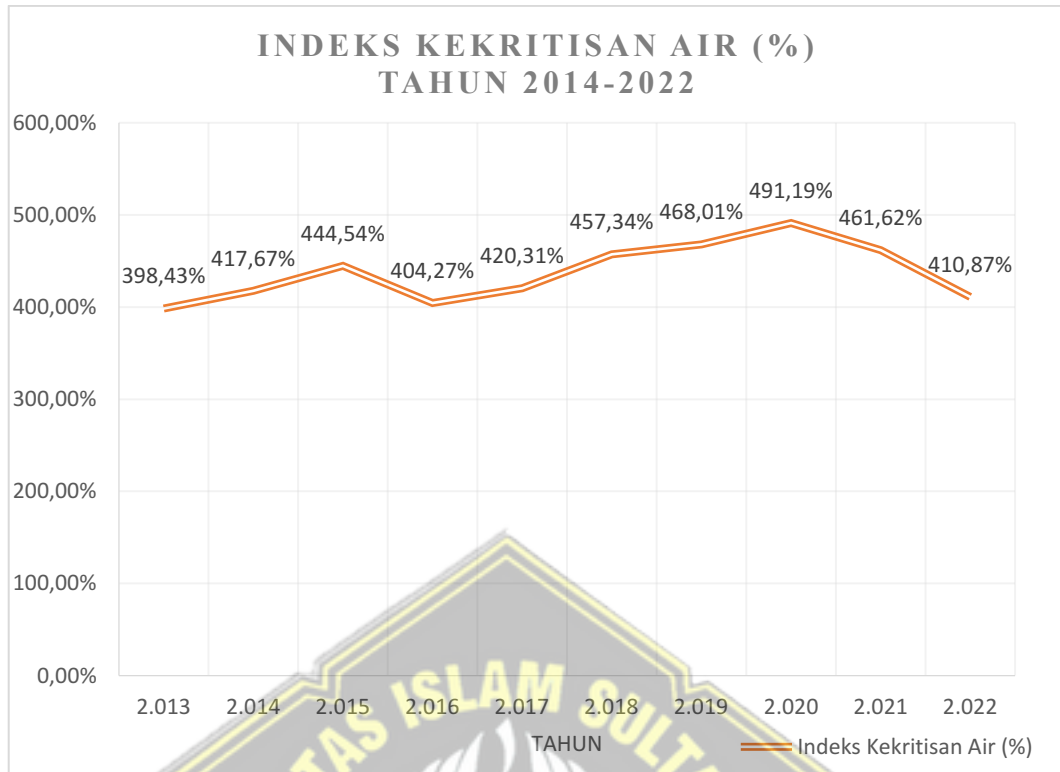
Total kebutuhan air 2013-2022 dan Total ketersediaan air tahun 2013-2022

Tahun	Kebutuhan Domestik (lt/dt)	Ketersediaan Air (m ³ /ds)
2013	15.168.200	38,07
2014	15.316.000	36,67
2015	15.434.300	34,72
2016	15.572.400	38,52
2017	15.648.100	37,23
2018	15.769.100	34,48
2019	15.907.800	33,99
2020	15.904.800	32,38
2021	15.958.100	34,57
2022	16.007.500	38,96
Total	156.686.300 lt/dt	359,58 m ³ /ds

Tabel 4.33. Perhitungan Indeks Kekritisan Air

Tahun	Kebutuhan Domestik (m ³ /ds)	Ketersediaan Air (m ³ /ds)	Indeks Kekritisan Air (%)	Klasifikasi
2013	15.168,2	38,07	398,43 %	Sangat Kritis
2014	15.316	36,67	417,67 %	Sangat Kritis
2015	15.434,3	34,72	444,54 %	Sangat Kritis
2016	15.572,4	38,52	404,27 %	Sangat Kritis
2017	15.648,1	37,23	420,31 %	Sangat Kritis
2018	15.769,1	34,48	457,34 %	Sangat Kritis
2019	15.907,8	33,99	468,01 %	Sangat Kritis
2020	15.904,8	32,38	491,19 %	Sangat Kritis
2021	15.958,1	34,57	461,62 %	Sangat Kritis
2022	16.007,5	38,96	410,87 %	Sangat Kritis
Total	156.686,3 m ³ /ds	359.580 lt/dt		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4.15. Indeks Kekritisian Air Tahun 2014 – 2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Jadi indeks kekritisian air pada suatu wilayah DAS Karanggeneng Rembang dari tahun 2013-2022 dinyatakan sangat kritis karena kebutuhan air lebih besar dibandingkan ketersediaan air.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam upaya untuk mengetahui jumlah kebutuhan air dan ketersediaan air di DAS Karanggeneng Rembang guna mengetahui indeks kekritisian air dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan perhitungan curah hujan di DAS Karanggeneng Rembang ini diambil pada tiga titik stasiun hujan, yaitu di Stasiun Bulu, Stasiun Sulang, dan Stasiun Rembang. Perhitungan curah hujan wilayah dengan metode Poligon Thiessen didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada bulan Januari sebesar 304,36 m³/s, dan rata-rata terendah pada bulan Agustus sebesar 14,74 m³/s.
2. Berdasarkan perhitungan evapotranspirasi pada tahun 2014-2022 didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada bulan September sebesar 5,94 mm/bln dan rata-rata terendah pada bulan April sebesar 4,05 mm/bln.
3. Untuk ketersediaan air pada tahun 2013-2022 didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada tahun 2022 sebesar 3,25 m³/s dan rata-rata terendah pada tahun 2018 sebesar 2,87 m³/s.
4. Untuk kebutuhan air pada tahun 2013-2022 didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada tahun 2022 sebesar 9.604.500 lt/dt dan rata-rata terendah pada tahun 2013 sebesar 9.100.920 lt/dt. Berdasarkan proyeksi kebutuhan air pada tahun 2023-2032 didapatkan hasil rata-rata pada tahun 2032 sebesar 9.905.994 lt/dt dan rata-rata terendah pada tahun 2023 sebesar 9.634.232 lt/dt.
5. Indeks kekritisian air di DAS Karanggeneng Rembang di tahun 2013-2022 dinyatakan sangat kritis karena nilai indeksnya melebihi 100%. Jumlah kebutuhan air lebih besar dibandingkan jumlah ketersediaan air. Tingkat indeks kekritisian air tertinggi pada tahun 2020 sebesar 491,19% dan terendah pada tahun 2013 sebesar 398,43%.

5.2 Saran

1. Dengan kondisi yang ada sekarang, hasil analisa ini sebaiknya dapat dijadikan bahan acuan bagi instansi terkait dalam mengembangkan potensi sumber daya sungai yang tersedia di Daerah Aliran Sungai Kabupaten Rembang.
2. Untuk mendapat hasil perhitungan yang lebih akurat diperlukan data-data hidrologi yang mendukung dan terbaru.
3. Hasil analisa ini juga dapat dijadikan landasan/acuan untuk perhitungan curah hujan berikutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000. *Pedoman Perencanaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai (Buku 1 s/d 10)*, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Anonim, 2008. *Undang-Undang Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fokusmedia, Bandung.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- BAPPENAS. 2006. *Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa (Buku 2)*,. *Prakarsa Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa*. BAPPENAS, Jakarta.
- Cahya & Fauzi, Ahmad. 2021. *Analisa Debit Andalan Bendungan Randuguntig Guna Mengatasi Kekeringan di Kabupaten Rembang*. Laporan Tugas Akhir. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Chairani, Rizky. 2019. *Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode F.J. Mock pada Daerah Aliran Sungai Babura*. Laporan Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara, Indonesia.
- Kadir. 2014. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai untuk Pengendalian Banjir di Catchment Area Jaing Sub DAS Negara Provinsi Kalimantan Selatan*. Disertai Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya, Malang.
- Kusuma, Z. 2007. *Pengembangan Daerah Aliran Sungai*. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya, Malang.
- Limantara, L. M. 2009. *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air*. Citra, Malang.
- Lonsley, Ray K. 1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Erlangga, Jakarta.
- Mutjahiddin, Muhamad Iid. 2014. *Analisa Spasial Indeks Kekeringan di Kabupaten Indramayu*. Bandung : Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol. 15 No. 2 Tahun 2014 : 99-107.

- M. M. Mahzum dan M. A. Mardyanto. 2015. *Analisis Ketersediaan Sumber Daya Air dan Upaya Konservasi Sub DAS Brantas Hulu Wilayah Kota Batu. Laporan Tugas Akhir*. Institut Sepuluh November, Indonesia.
- Purbawa, I Gede A, I Nyoman G W. 2009. *Analisis Spasial Normal Ketersediaan Air Tanah Bulanan di Provinsi Bali*. Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Volume 5 no. 2 Juni 2009.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Solin, Yustiana E. W. 2012. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Secara Meteorologis di Daerah Aliran Sungai Deli Provinsi Sumatera Utara*, Jurnal Teknik Sipil, Medan.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.

