

TUGAS AKHIR
ANALISIS KETERSEDIAAN AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI
KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Della Wahyu Jatiningrum

NIM : 3.02.017.00054

Dita Dwi Amalia

NIM : 3.02.017.00060

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2021



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jalan Raya Kaligawe KM. 04 PO. BOX 1054 Telp. 089608181018 Semarang (50112)

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI
KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK**

Oleh :



Della Wahyu Jatiningrum

3.02.017.00054



Dita Dwi Amalia

3.02.017.00060

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Desember 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Muhammad Rusli Ahyar ST., M.Eng.



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Kaligawe KM. 04 PO. BOX 1054 Telp. 089608181018 Semarang (50112)

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor : 01 / A. 2 / GA-T / XI / 2021

Pada hari ini tanggal 16 Maret 2021 berdasarkan surat keputusan rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing :

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

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

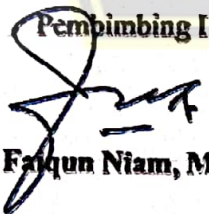
Nama : Della Wahyu Jatiningrum Nama : Dita Dwi Amalia
NIM : 3.02.017.00054 NIM : 3.02.017.00060

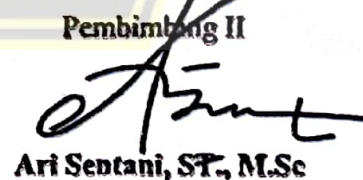
Judul : Analisis Debit Andalan Daerah Aliran Sungai Karanggeneng Dengan Metode Mock

Dengan tahapan sebagai berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pembimbing	16 Maret 2021	
2.	Pengumpulan data	20 April 2021	
3.	Penyusunan laporan	9 Juni 2021	
4.	Selesai laporan	15 November 2021	

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

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Muhammad Rusli Ahyar ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS

PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Della Wahyu Jatiningrum

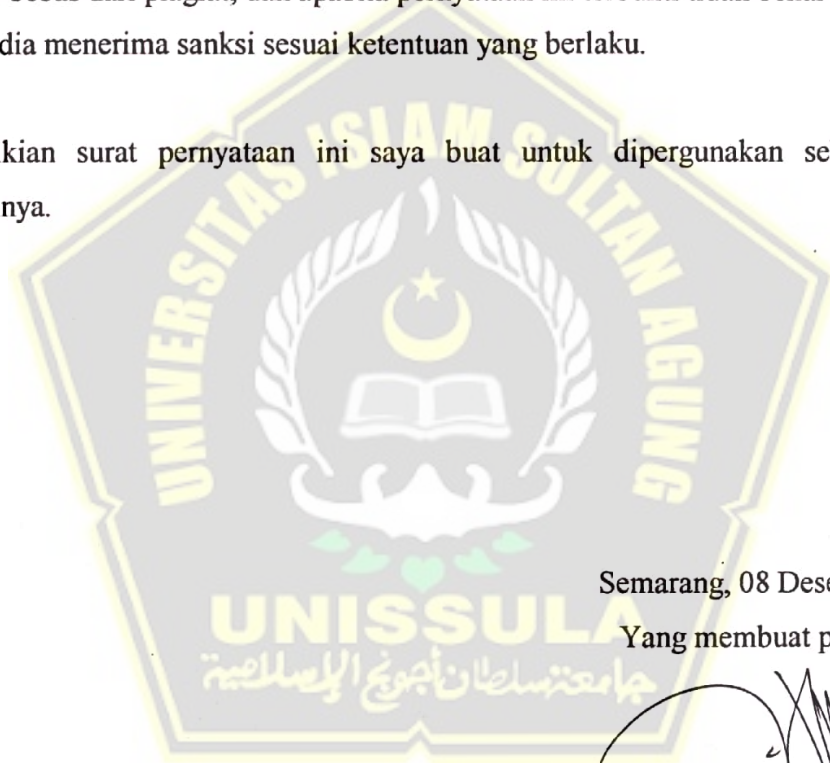
NIM : 3.02.017.00054

Degan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**“ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI
KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK”**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 08 Desember 2021

Yang membuat pernyataan

Della Wahyu Jatiningrum

**PERNYATAAN BEBAS
PLAGIASI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Dita Dwi Amalia

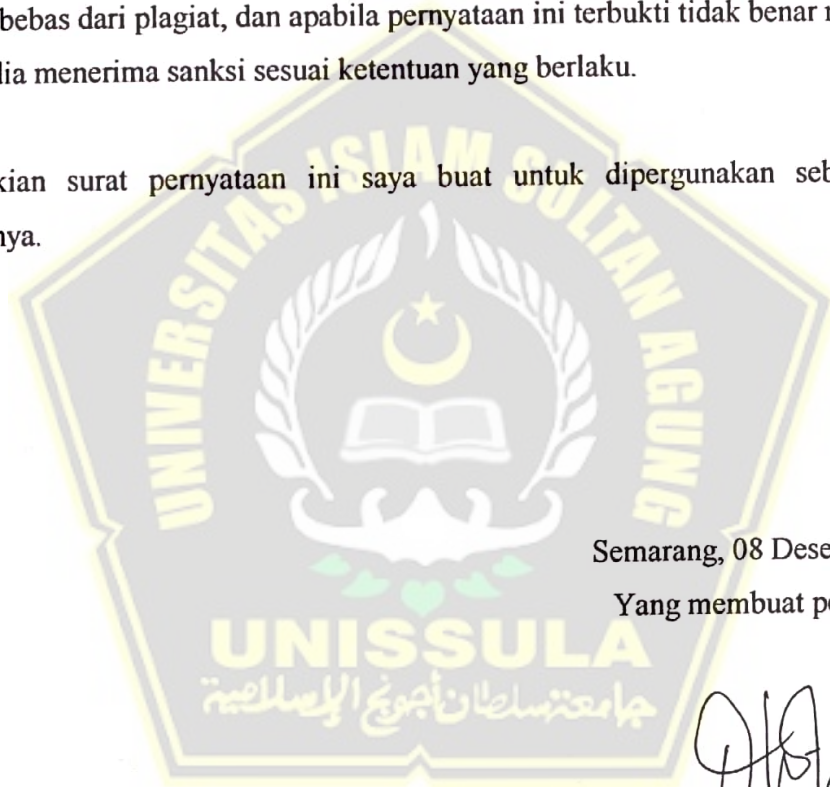
NIM : 3.02.017.00060

Degan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**“ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI
KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK”**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 08 Desember 2021

Yang membuat pernyataan

Dita Dwi Amalia

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : Della Wahyu Jatiningrum

NIM : 3.02.017.00054

JUDUL SKRIPSI: **ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN
SUNGAI KARANGGENENG DENGAN METODE
MOCK**

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 08 Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Della Wahyu Jatiningrum

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : Dita Dwi Amalia

NIM : 3.02.017.00060

JUDUL SKRIPSI: **ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN
SUNGAI KARANGGENENG DENGAN METODE
MOCK**

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 08 Desember 2021

Yang membuat pernyataan


Dita Dwi Amalia

MOTTO

- Jangan biarkan kesulitan membuat dirimu gelisah, karena bagaimanapun juga hanya di malam yang paling gelap bintang-bintang tampak bersinar lebih terang. **(Ali Bin Abi Thalib)**
- مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَبْتَغِي فِيهِ عِلْمًا سَلَكَ اللَّهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ وَإِنَّ الْمَلَائِكَةَ لَتَضَعُ أَجْنَحَتَهَا رِضَاءً لِطَالِبِ الْعِلْمِ (رواه الترميذی)

"Barang siapa menempuh jalan mencari ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga. Sesungguhnya para malaikat menaungkan sayap-sayapnya kepada orang yang menuntut ilmu karena senang (terhadap apa yang diperbuat)" **(HR. Tirmidzi dari Abi Dardak)**

- عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَوَضِيعُ الْعِلْمِ عِنْدَ غَيْرِ أَهْلِهِ كَمَقْلَدِ الْخَنَازِيرِ الْجَوْهَرَ وَاللُّؤْلُؤَ وَالذَّهَبَ (رواه ابن ماجه)

Dari Anas bin Malik, ia berkata: Rasulullah SAW bersabda, ”mencari ilmu itu wajib bagi setiap muslim dan memberikan ilmu kepada orang yang bukan ahlinya seperti orang yang mengalungi babi dengan permata, mutiara atau emas. **(HR.Ibnu Majah)**

أَفْضَلُ النَّاسِ الْمُؤْمِنُ الْعَالِمُ الَّذِي إِنْ اْحْتِيَجَ إِلَيْهِ نَفَعَ وَإِنْ اسْتُعْجِيَ عَنْهُ أَغْنَى نَفْسَهُ رَوَاهُ الْبَيْهَقِيُّ

- “Seutama-utama manusia ialah seorang mukmin yang berilmu. Jika ia dibutuhkan, maka ia memberi manfaat. Dan jika ia tidak dibutuhkan maka ia dapat memberi manfaat pada dirinya sendiri”. **(HR. Al-Baihaqi)**

PERSEMBAHAN

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

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua saya yang saya sayangi yaitu Bapak Sugiarto dan Ibu Hartatik yang telah memberi support sangat besar untuk saya selama ini berupa segenap kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat dan do'anya untuk keberkahan saya dalam mencari ilmu yang bermanfaat serta memotivasi saya untuk mengejar impian dan cita-cita.
5. Kakak dan Adik saya Rif'an Widyanoto, Vina Zahtulia I , Mahardhika Rahmadhani Safitri yang selalu memberikan dukungan do'a, motivasi dan kasih sayang.
6. Dita Dwi Amalia yang selalu sabar, setia, membimbing dan semangat sebagai partner dan keluarga dalam berjuang dalam suka duka dari awal semester hingga saat ini bersama menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir .
7. Melisa Novi Triani orang terdekat dan keluarga saya yang selalu memberi semangat dan dorongan dalam meraih cita-cita.
8. Teman-teman Fakultas Teknik Unissula angkatan 2017 yang juga sedang berjuang menyelesaikan tugas akhir dan turut memberikan semangat kepada saya khususnya teman-teman kelas sipil A 2017.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terlibat dan telah membantu penyusun Laporan Tugas Akhir ini, Terima kasih atas segalanya.

Della Wahyu Jatinigrum

3.02.017.00054

PERSEMBAHAN

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

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua saya yang saya sayangi yaitu Bapak Munasirudin dan Ibu Sri Hartati yang telah menjadi support system yang sangat besar untuk saya selama ini berupa segenap kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat dan do'anya untuk keberkahan saya dalam mencari ilmu yang bermanfaat serta memotivasi saya untuk mengejar impian dan cita-cita.
5. Kakak saya Ikha Zulaikha yang selalu memberikan dukungan do'a, motivasi dan kasih sayang.
6. Della Wahyu Jatiningrum yang selalu sabar, setia, membimbing dan semangat sebagai partner dalam berjuang bersama menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Hanif Idi Ridwan yang selalu membantu, memberi semangat dan dorongan kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dan selalu memotivasi untuk mengejar impian dan cita-cita.
8. Bagas Noor Cahyono dan teman-teman Fakultas Teknik Unissula angkatan 2017 yang juga sedang berjuang menyelesaikan tugas akhir dan turut memberikan semangat kepada saya khususnya teman-teman kelas sipil A 2017.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terlibat dan telah membantu penyusun Laporan Tugas Akhir ini, Terima kasih atas segalanya.

Dita Dwi Amalia

NIM : 3.02.017.00060

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmannirohiim,

Alhamdulillahirobbil'aalaamiin Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK" guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

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

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph. D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan serta motivasi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada saya selama berkuliah di Universitas Islam Sultan Agung. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SIMBO DAN NOTASI	xvi
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Sistematika Penyusunan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Siklus Hidrologi	5
2.2 Daerah Aliran Sungai	6
2.3 Curah Hujan Rencana	7
2.3.1 Curah Hujan Area	7
2.3.2 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata	12
2.4 Evapotranspirasi	13
2.4.1 Evaporasi	13
2.4.2 Transpirasi	14
2.4.3 Evapotranspirasi	14
2.5 Ketersediaan Air	18
2.6 Koefisien Limpasan	19
2.7 Debit Air	20
2.8 Debit Andalan	21
2.9 Metode Mock	24
BAB III METODOLOGI	32
3.1 Lokasi Penelitian	32
3.2 Pengumpulan Data	32
3.2.1 Data Primer	33
3.2.2 Data Sekunder	33
3.3 Metode Penelitian	33

3.4 Data dan Alat Penelitian	34
3.5 Analisis Data	37
3.5.1 Analisis Curah Hujan	37
3.5.2 Analisis Evapotranspirasi	37
3.5.3 Analisis Ketersediaan Air	37
3.5.4 Analisis Debit Andalan	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	38
4.2 Analisis Curah Hujan	38
4.1.1 Pembagian Wilayah Metode Thiessen	39
4.1.2 Analisa Koefisien Luasan	41
4.1.3 Menghitung Curah Hujan Metode Thiessen	42
4.2 Analisis Evapotranspirasi	46
4.3 Analisis Ketersediaan Air	52
4.4 Analisis Debit Andalan	62
BAB V PENUTUP	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	xx
LAMPIRA	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Radiasi Ekstra Terrestrial	16
Tabel 2.2 Tekanan Uap Jenuh	17
Tabel 2.3 Pengaruh Suhu Udara	17
Tabel 2.4 Angka Koreksi Penman	17
Tabel 2.5 Faktor Koreksi Terhadap Radiasi	18
Tabel 2.6 Koefisien Aliran Permukaan	19
Tabel 2.7 Nilai Dbit Andalan Berbagai Kegiatan	21
Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan	39
Tabel 4.2 Titik Koordinat dan Lokasi Stasiun Curah Hujan.....	39
Tabel 4.3 Cakupan Area Stasiun Curah Hujan	42
Tabel 4.4 Curah Hujan Metode Thiessen Bulan Januari	43
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Bulanan	44
Tabel 4.6 Data Temperatur Rerata Bulanan	46
Tabel 4.7 Data Sinar Matahari Rerata Bulanan	46
Tabel 4.8 Data Kecepatan Angin Rerata Bulanan	46
Tabel 4.9 Data Kelembaban Udara RH Bulanan	47
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi 2011	50
Tabel 4.11 Rata-Rata Evapotranspirasi	51
Tabel 4.12 Perhitungan Debit Air DAS Karanggeneng Th. 2011	55
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Debit Air 2011-2020	58
Tabel 4.14 Ketersediaan Air DAS Karanggeneng 2020-2055	59
Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Andalan	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Kabupaten Rembang	1
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi	5
Gambar 2.2 Bentuk Corak Aliran DAS	7
Gambar 2.3 Poligon Thiessen pada DAS	10
Gambar 3.1 Peta DAS Karanggeneng	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1 Menghubungkan Garis Antar Stasiun	40
Gambar 4.2 Menarik Garis Menuju Stasiun	40
Gambar 4.3 Area Stasiun Curah Hujan	41
Gambar 4.4 Rata-Rata Curah Hujan Bulanan	45
Gambar 4.5 Evapotranspirasi Metode Penman	51
Gambar 4.6 Perhitungan Debit Bulanan DAS Karanggeneng 2011	55
Gambar 4.7 Debit Rata-Rata DAS Karanggeneng 2011-2020	58
Gambar 4.8 Ketersediaan Air DAS Karanggeneng 2020-2055	60
Gambar 4.9 Debit Andalan Probabilitas 80%	64
Gambar 4.10 Debit Andalan Probabilitas 90%	64

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

R	= Curah Hujan Wilayah
n	= Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan
R _n	= Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)
C	= Koefisien Thiessen
A _i	= Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan i
A _{total}	= Luas total dari DAS
P	= Tinggi curah hujan rata-rata daerah
P _n	= curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan
A _n	= Curah hujan di garis Isohyet
ET ₀	= Evapotranspirasi potensial
c	= Faktor penyesuaian
1 – W	= Faktor temperatur dan ketinggian
R _n	= Radiasi netto
f(u)	= Faktor kecepatan angin
e _a	= Tekanan uap udara
e _d	= Tekanan uap jenuh
W	= Faktor penimbang berdasarkan suhu udara rata-rata
R _s	= Radiasi yang Datang
R _a	= radiasi ekstra terretrial
R _h	= kelembapan udara
R _{ns}	= Radiasi Netto Gelombang Pendek
α	= Koefisien Limpasan Radiasi Tajuk
f(e _d)	= Fungsi Tekanan Uap Nyata
f(n/N)	= Fungsi Rasio Lama Penyinaran
R _{nl}	= Radiasi Netto Gelombang Panjang
f(T)	= Pengaruh Suhu Udara Pada Panjang Gelombang Radiasi
P	= Curah hujan rata-rata tahunan
E _t	= Evapotranspirasi rata-rata tahunan

R_o	= Aliran rata-rata tahunan
ΔSt	= Perubahan simpanan (legas tanah, air tanah, dan air genangan) air dalam DAS
R_{80}	= Debit yang terjadi < R_{80} adalah 20%
E_{to}	= Evapotranspirasi potensial
d	= $27 - \left(\frac{3}{2}\right) \times n$
m	= Perbandingan permukaan tanah yang tidak tertutup dengan tumbuhan penahan hujan koefisien yang tergantung jenis areal dan musiman dalam %.
ΔS	= Keseimbangan air dipermukaan tanah
WS	= Water Surplus
s	= $R - E_a$
i	= Infiltrasi (koefisien infiltrasi, $(i) = 0$ s/d $1,0$)
GS	= Zona tampungan air tanah
k	= Konstanta resesi aliran bulanan
V_n	= Volume simpanan air tanah periode n
i_n	= Infiltrasi bulan ke- n
q_t	= Aliran tanah pada waktu t
q_o	= Aliran tanah pada awal
ΔV_n	= Perubahan volume aliran dalam tanah
BF	= Aliran dasar
D_{ro}	= Limpasan Langsung
R_{on}	= Limpasan periode
Q_n	= Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya
A	= Luas daerah tangkapan
Q	= Debit andalan
F	= Catchment area

ANALISIS DEBIT ANDALAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KARANGGENENG DENGAN METODE MOCK

Oleh :

Della Wahyu Jatiningrum¹⁾, Dita Dwi Amalia¹⁾

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

Abstrak

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan di segala bidang, maka jumlah kebutuhan air yang digunakan tentu saja meningkat. Pemanfaatan air suatu daerah tentunya berkaitan erat dengan ketersediaan dan jenis pemanfaatan air seperti peternakan, perikanan, pertanian (irigasi), kebutuhan rumah tangga, dan lain-lain di wilayah tersebut. Dilihat dari peristiwa sebelumnya, Kabupaten Rembang mengalami penurunan debit sumber air yang mengakibatkan bencana kekeringan. Hal tersebut menjadi konflik di masyarakat berkaitan dengan ketersediaan air yang menghambat kegiatan masyarakat setempat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kekeringan di wilayah Rembang dengan cara menghitung debit andalan DAS Karanggeneng dan ketersediaan air sungai Karanggeneng untuk penanganan jangka panjang.

Analisis ini meliputi perhitungan curah hujan dengan ketersediaan data jangka 10 tahun yaitu 2011-2020 menggunakan metode Poligon Thiessen, perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman, serta perhitungan ketersediaan air dan debit andalan menggunakan metode Mock. Perhitungan ini menggunakan 3 stasiun penakar curah hujan diantaranya stasiun Rembang, stasiun Sumber, dan stasiun Sale dan data-data terkait yang diperoleh dari beberapa instansi tertentu.

Dari perhitungan didapatkan nilai debit air tahun 2011 sampai dengan 2020 dimana rata-rata debit air tertinggi di bulan Januari yaitu $8,30 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terendah di bulan Agustus yaitu $2,54 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan proyeksi ketersediaan air 10 tahun mendatang sebesar $1393,55 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasil penelitian menunjukkan angka koefisien 90% dengan total debit $32,74 \text{ m}^3/\text{detik}$. Besarnya debit air dengan probabilitas 80% untuk irigasi didapatkan total debit sebesar $33,97 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Kata kunci : DAS Karanggeneng, ketersediaan air, debit andalan, metode Mock

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

²⁾Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

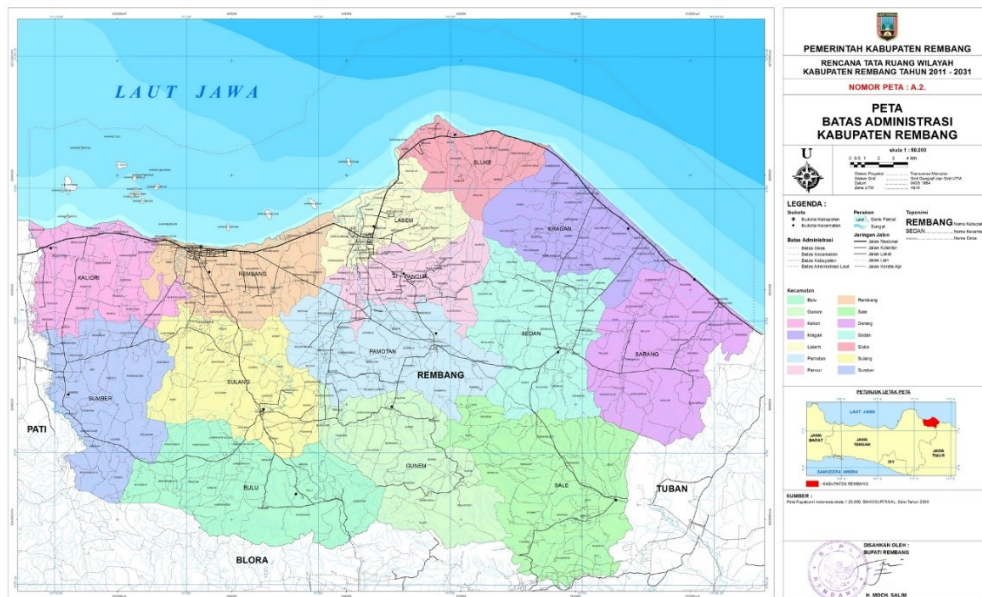
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pengelolaan sumber daya air seperti perlindungan dan pelestarian, penatagunaan, serta penyediaan sumber daya air merupakan upaya penting dalam terwujudnya kemanfaatan sumber daya air bagi kesejahteraan masyarakat. Jumlah penduduk, aktivitas, kebutuhan ekonomi dan sosial budaya yang semakin meningkat menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan air dengan pasokan air yang tersedia. Penyediaan sumber daya air dimaksudkan untuk memenuhi air dan daya air serta memenuhi berbagai keperluan sesuai dengan kualitas dan kuantitas masyarakat. Manajemen daerah aliran sungai (DAS) merupakan pendekatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan manfaat dari tanah, air, dan vegetasi dalam meringankan kekeringan, banjir, pencegahan erosi tanah, serta meningkatkan ketersediaan air secara berkelanjutan (Rao 2000).

Rembang merupakan kabupaten paling timur di propinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah 101,408 hektar yang terbagi menjadi beberapa lahan pertanian, perhutanan, perairan, dan lain-lain.



Gambar 1.1 Peta Kabupaten Rembang
Sumber : Pemerintah Kabupten Rembang

Kabupaten Rembang memiliki sumber air permukaan berupa sungai dan dam. Sungai yang melewati Kabupaten Rembang diantaranya sungai Randugunting, Karanggeneng, Babagan, Kening, Telas, Kalipang, Sudo, dan sungai Patiyan. Namun, walaupun banyak sungai yang melewati wilayah Rembang, Rembang merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana kekeringan ketika musim kemarau tiba yang berdampak pada sumber air di masyarakat. Pada tahun 2020, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mencatat 63 desa yang tersebar dalam 14 kecamatan rawan kekeringan. Bencana tersebut tidak dapat dihindari, melainkan harus diprediksi dan direncanakan pengelolaan sumber daya air agar seimbang antara pasokan air dengan kebutuhan air di masyarakat.

Daerah Aliran Sungai Karanggeneng merupakan salah satu aliran sungai yang digunakan untuk pengelolaan sumber daya air yang bersumber dari pegunungan Kapur Utara, kabupaten Rembang dan bermuara di desa Tanjungsari, kecamatan Rembang dengan panjang sungai 48,17 km. Debit aliran suatu sungai memiliki sifat fluktuatif, artinya dapat berubah-ubah sepanjang waktu tergantung dengan peristiwa alam yang sedang terjadi. Ketika hujan turun maka keadaan debit akan meningkat, sedangkan ketika musim kemarau debit sungai akan menurun. Ketika musim kemarau panjang tiba, beberapa wilayah akan terancam terhadap bencana kekeringan. Hal tersebut dapat diatasi dengan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan. Salah satu upaya penanggulangan terhadap bencana kekeringan adalah perlu adanya perencanaan debit andalan, yaitu debit aliran sungai yang diperkirakan tetap tersedia dengan keandalan tertentu dalam waktu yang lama dan dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Debit andalan diperlukan untuk perencanaan pemanfaatan air seperti air minum, irigasi, PLTA, dan lain-lain, serta data yang diolah merupakan data jangka panjang. Perhitungan ini digunakan agar pemenuhan kebutuhan air sesuai dengan potensi yang tersedia. Potensi air yang ada diharapkan dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air untuk komunitas wilayah, sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan pengembangan sumber daya air perlu dilaksanakan dengan tepat.

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 pada Daerah Aliran Sungai Karanggeneng?
2. Berapa hasil debit andalan dari sumber air Daerah Aliran Sungai Karanggeneng?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini menganalisis debit andalan dengan menggunakan metode Mock dan jumlah ketersediaan air pada DAS Karanggeneng sebagai pasokan air yang tetap tersedia setiap saat dengan resiko yang sudah diperhitungkan. Analisa yang diterapkan adalah perhitungan curah hujan rata-rata, analisis evapotranspirasi, analisis ketersediaan air, analisis debit andalan.

1.4 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir dengan judul Kajian Debit Andalan DAS Karanggeneng adalah :

1. Untuk mengetahui debit andalan yang tersedia dari Daerah Aliran Sungai Karanggeneng,
2. Untuk mengetahui berapa ketersediaan pada DAS Karanggeneng.

Sedangkan maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk meminimalisir resiko yang tidak terduga di musim kemarau panjang dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan, yaitu bencana kekeringan sehingga kebutuhan air di masyarakat sesuai dengan potensi sumber air yang tersedia.

1.5 Sistematika Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Debit Andalan DAS Karanggeneng” ini tersusun dalam lima bab, dimana pokok pembahasan setiap bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang yang menjadi alasan utama dalam pemilihan judul Tugas Akhir, rumusan masalah yang berisi pertanyaan-pertanyaan mengenai masalah dalam penelitian, batasan masalah, maksud dan tujuan, serta sistematika penyusunan laporan yang berisi pokok-pokok pembahasan setiap babnya.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai teori-teori dan rumusan-rumusan yang berkaitan dengan judul laporan Tugas Akhir, serta memuat keterangan dari buku atau referensi yang mendukung.

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan dan perhitungan yang berdasar pada sumber-sumber yang telah tersedia meliputi perhitungan curah hujan, evapotranspirasi, ketersediaan air, dan debit andalan.

BAB V PENUTUP

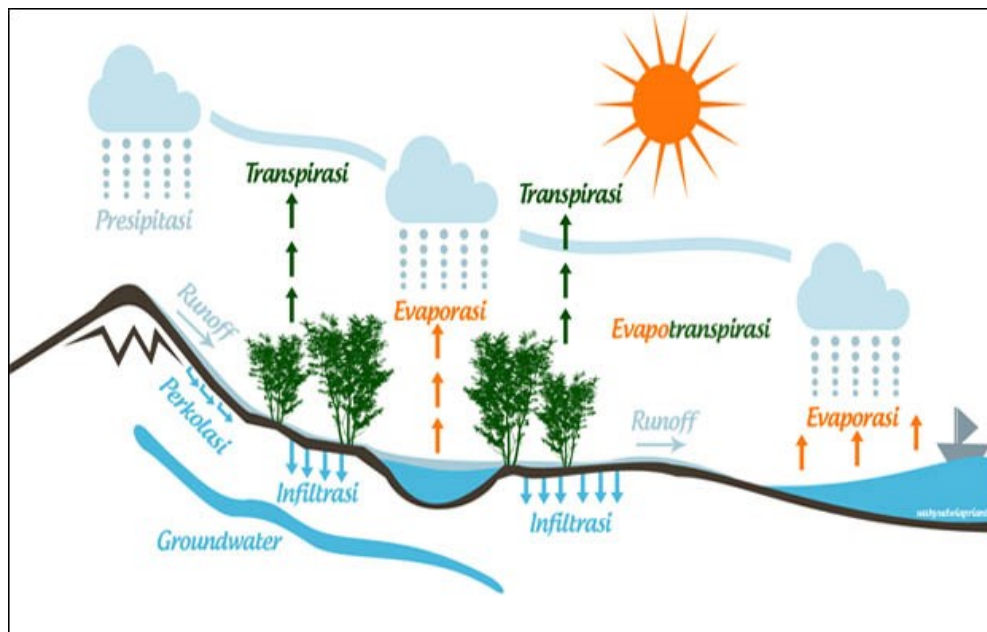
Bagian penutup dari penyusunan Tugas Akhir berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah pernyataan singkat, jelas serta sistematis dari keseluruhan hasil penelitian, sedangkan saran berisi pendapat atau usulan yang dikemukakan untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah bagian inti dari hidrologi yang tidak mempunyai awal dan akhir, dimana siklus hidrologi merupakan gerakan air di permukaan bumi. Selama berlangsungnya siklus hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut dan tidak pernah habis. Air tersebut akan tertahan sementara di sungai, waduk atau danau, dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk lain (Asdak, 1995). Jumlah air di bumi sekitar 97% adalah air asin sedangkan sisanya berupa air tawar, hal ini tentu saja menjadi perhatian yang sangat penting mengingat keberadaan air yang bisa dimanfaatkan terbatas sedangkan kebutuhan manusia tidak terbatas sehingga perlu suatu pengelolaan yang baik agar air dapat dimanfaatkan secara lestari (Soemarto, 1987).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber : www.ebilog.net

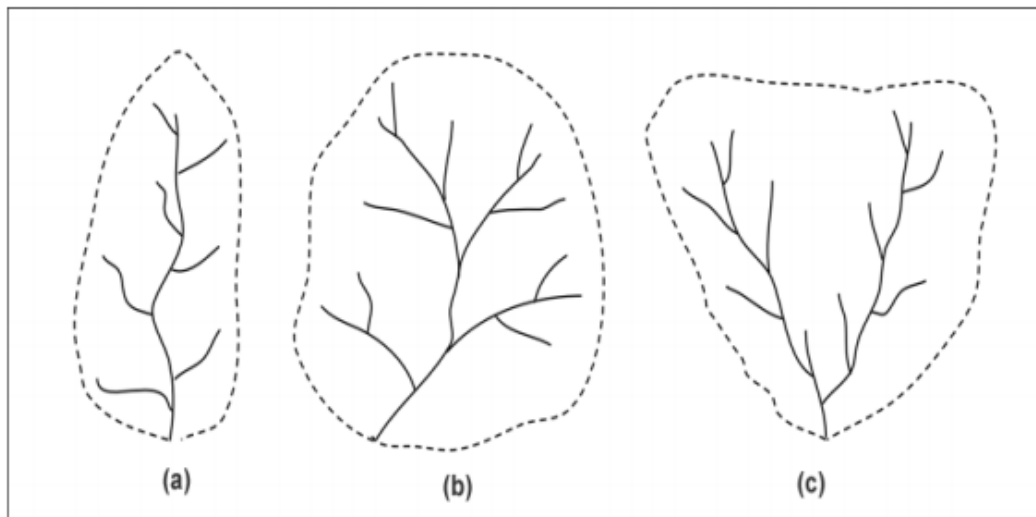
Siklus hidrologi merupakan rangkaian proses berpindahnya air permukaan bumi dari suatu tempat ke tempat lainnya hingga kembali ke tempat asalnya. Air naik ke udara dari permukaan laut atau dari daratan melalui evaporasi. Air di atmosfer

dalam bentuk uap air atau awan bergerak dalam massa yang besar di atas benua dan dipanaskan oleh radiasi tanah. Panas membuat uap air lebih naik lagi sehingga cukup tinggi dan dingin untuk terjadi kondensasi. Uap air berubah jadi embun dan seterusnya jadi hujan atau salju. Curahan (*precipitation*) turun ke bawah, ke daratan atau langsung ke laut. Air yang tiba di daratan kemudian mengalir di atas permukaan sebagai sungai, terus kembali ke laut (Limantara, L.M., 1986).

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan istilah yang merujuk pada suatu kawasan dimana air hujan, salju dan gletser mengalir menuju penampungan air seperti kali, sungai, danau, dan rawa-rawa. Penampungan air tersebut tersebut pada akhirnya akan menyalurkan air ke tempat yang lebih rendah hingga mencapai laut. Daerah aliran sungai bisa berupa kawasan kecil atau kawasan besar hingga mencapai areal ribuan kilometer persegi atau disebut *watersheds* (Jeff Conant dan Pam Fadem, 2008).

Peraturan Pemerintah RI No. 38 tahun 2011, suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan disebut dengan daerah aliran sungai (DAS). Undang-undang No. 7 Tahun 2004 tentang SDA memaparkan bahwa DAS memiliki bagian yang disebut dengan sub DAS yaitu yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Menurut Asdak (2007: 4), DAS merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya kelaut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (*catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem yang unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam.



Gambar 2.2 Bentuk Corak Pada Pola Aliran DAS

Sumber : Ensiklopedi Jurnal Bumi (1977)

- a. Corak Bulu Burung
 Disebut bulu burung karena bentuk aliran anak sungainya menyerupai ruas-ruas tulang dari bulu burung. Anak-anak sungai langsung mengalir ke sungai utama. Corak seperti ini resiko banjirnya relatif kecil karena air dari anak sungai tiba di sungai utama pada waktu yang berbeda-beda.
- b. Corak Radial
 Disebut juga menyebar. Anak sungai menyebar dan bertemu di titik-titik tertentu. Wilayahnya berbentuk kipas atau lingkaran. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik-titik pertemuan anak sungai.
- c. Corak Pararel
 Memiliki dua jalur sub daerah aliran sungai yang sejajar dan bergabung di bagian hilir. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik hilir aliran sungai.

2.3 Curah Hujan Rencana

2.3.1 Curah Hujan Area

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan debit andalan. Ketetapan dalam memilih lokasi dan peralatan baik curah hujan maupun debit merupakan faktor yang

menentukan kualitas data yang diperoleh. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan area dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 2003). Curah hujan area ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan.

Untuk mendapatkan gambaran penyebaran hujan di seluruh daerah aliran sungai, maka dipasang alat penakar hujan di berbagai tempat tersebar merata di seluruh daerah tersebut. Pada daerah aliran sungai yang kecil banyak terjadi hujan yang merata di seluruh daerah, tetapi pada daerah aliran sungai yang luas hujan jarang terjadi merata. Itu dikarenakan besarnya hujan diberbagai tempat di daerah aliran sungai tersebut tidak sama (Soemarto, 1995). Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung rata-rata hujan kawasan, yaitu : Metode Rata-Rata Aljabar, Metode Poligon Thiessen, dan Metode Isohyet.

a. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran curah hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut dengan mengasumsikan bahwa semua stasiun hujan mempunyai pengaruh yang setara. Metode ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika topografi rata atau datar, stasiun hujan banyak dan tersebar secara merata di area tersebut serta hasil penakaran masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh area.

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Nilai curah hujan wilayah ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini (Sosrodarsono dan Takeda, 2003) :

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

Dimana :

- R = curah hujan wilayah (mm)
- n = jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

R1, R2, Rn = curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)

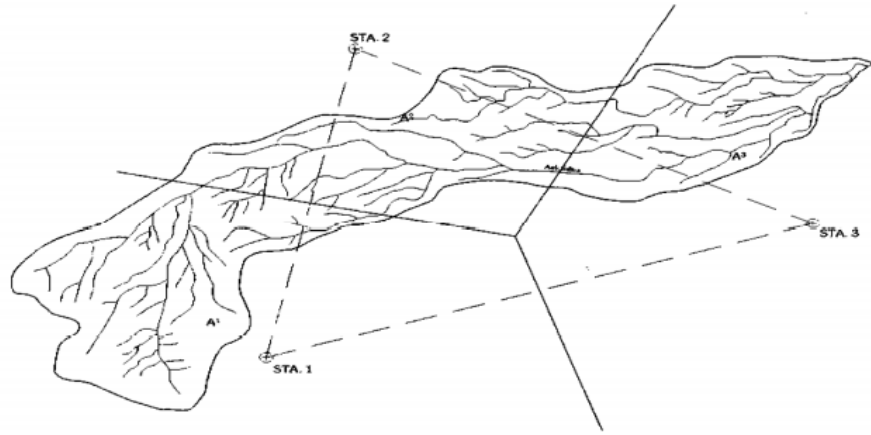
Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila (Triatmodjo, 2008) :

1. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS
2. Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS

b. Metode Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen dikenal juga sebagai Metode Rata-Rata Timbang (*Weighted Mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa variasi hujan antara stasiun hujan yang satu dengan lainnya adalah linear dan stasiun hujannya dianggap dapat mewakili kawasan terdekat (Suripin, 2004).

Metode ini cocok jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya. Metode Poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Pada Gambar 2.3 menunjukkan contoh posisi stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 dari skema Polygon Thiessen dalam daerah aliran sungai.



Gambar 2.3 Poligon Thiessen pada Daerah Aliran Sungai

Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan yang lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat. Hasil Metode Poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata – rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5.000 km² , dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya (Suripin, 2019). Besarnya koefisien Thiessen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (CD.Soemarto, 1999) :

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

Dimana :

C = Koefisien Thiessen

A_i = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan i (km²)

A_{total} = Luas total dari DAS (km²)

Sedangkan hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus :

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

Dimana :

- P = tinggi curah hujan rata-rata daerah
- P1, P2,..., Pn = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan
- A1, A2,..., An = luas daerah pengaruh pos penakar hujan
- n = banyaknya pos penakar hujan

Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru (Triatmodjo, 2008)

c. Metode Isohyet

Metode perhitungan dengan memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap stasiun hujan dengan kata lain asumsi metode Thiessen yang menganggap bahwa tiap-tiap stasiun hujan mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur (Suripin, 2004). Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya (Triatmodjo, 2008). Curah hujan dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

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

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di garis Isohyet (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian yang dibatasi oleh Isohyet-Isohyet
(km²)

Jika stasiun hujannya relatif lebih padat dan memungkinkan untuk membuat garis Isohyet maka metode ini akan menghasilkan hasil yang lebih teliti. Peta Isohyet harus mencantumkan sungai-sungai utamanya, garis-garis kontur dan mempertimbangkan topografi, arah angin, dan lain-lain di daerah bersangkutan. Jadi untuk membuat peta Isohyet yang baik, diperlukan pengetahuan, keahlian dan pengalaman yang cukup (Sosrodarsono, 2003).

2.3.2 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Metode/cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata DAS adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan.
- b. Cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- c. Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih.
- d. Tentukan hujan maksimum harian (seperti langkah 1) pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- e. Ulangi langkah 2 dan 3 setiap tahun.

Dari hasil rata-rata yang diperoleh (sesuai dengan jumlah pos hujan) dipilih yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan (Suripin, 2004).

2.4 Evapotranspirasi

2.4.1 Evaporasi

Evaporasi (penguapan) merupakan peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan air ke udara (Sosrodarsono,1976,57). Evaporasi merupakan faktor penting dalam studi tentang pengembangan sumber-sumber daya air. Evaporasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif untuk tanaman dan lain-lain.

Besarnya faktor meteorologi yang mempengaruhi besarnya evaporasi adalah sebagai berikut (Soemarto, 1986: 43):

1. Radiasi matahari

Evaporasi merupakan konversi air ke dalam uap air. Proses ini terjadi hampir tanpa berhenti di siang hari dan kerap kali juga di malam hari. Perubahan dari keadaan cair menjadi gas ini memerlukan energi berupa panas latent untuk evaporasi. Proses evaporasi akan sangat aktif jika ada penyinaran langsung dari matahari.

2. Angin

Jika air menguap ke atmosfer maka lapisan batas antara permukaan tanah dan udara menjadi jenuh oleh uap air sehingga proses evaporasi berhenti. Agar proses berjalan terus lapisan jenuh harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu hanya dimungkinkan jika ada angin. Jadi, kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evaporasi.

3. Kelembaban relatif

Faktor lain yang mempengaruhi evaporasi adalah kelembaban relatif udara. Jika kelembaban relatif naik, maka kemampuan udara untuk menyerap air akan pada batas tanah dan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak berkurang sehingga laju evaporasinya akan menurun. Pergantian lapisan udara akan menolong untuk memperbesar laju

evaporasi. Ini hanya dimungkinkan jika diganti dengan udara yang lebih kering.

4. Suhu (temperatur)

Energi sangat diperlukan agar evaporasi berjalan terus. Jika suhu udara dan tanah cukup tinggi, proses evaporasi akan berjalan lebih cepat dibandingkan jika suhu udara dan tanah rendah karena adanya energi panas yang tersedia. Karena kemampuan udara untuk menyerap uap air akan naik jika suhunya naik, maka suhu udara mempunyai efek ganda terhadap besarnya evaporasi, sedangkan suhu tanah dan air hanya mempunyai efek tunggal.

2.4.2 Transpirasi

Transpirasi adalah proses kehilangan air dari tubuh tumbuhan dalam bentuk uap air. Daun memegang kendali dan berperan penting atas berlangsungnya proses transpirasi pada tumbuhan. Besar kecilnya laju transpirasi secara tidak langsung ditentukan oleh energi panas matahari melalui membuka dan menutupnya pori-pori pada daun tersebut (Asdak, 1995). Hanya sebagian kecil air saja yang terserap oleh sistem akar tumbuhan yang tetap berada dalam jangkauan pohon, semuanya dilepaskan ke atmosfer sebagai uap melalui transpirasi. Proses ini merupakan suatu fase penting dari siklus (daur) hidrologi karena merupakan mekanisme utama dengan mana hujan yang jatuh dipermukaan tanah dikembalikan ke atmosfer'' (Linsley, 1989: 145).

2.4.3 Evapotranspirasi

Transpirasi (penguapan melalui tanaman) dan evaporasi (proses penguapan bebas) (Suhardjono, 1994: 11) dari permukaan tanah bersama-sama disebut evapotranspirasi atau kebutuhan air (*consumptive-use*). Pada umumnya digunakan 4 rumus untuk menghitung besarnya evapotranspirasi yang didasarkan atas korelasi antara evapotranspirasi yang diukur dengan faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhinya, yaitu Thornthwaite, Blaney-Cridde, Penman, Truoc-Langbein-Wundt (Soemarto, 1986:59). Dasar utama yang harus diperhatikan dalam

memilih metode yang dipergunakan adalah jenis dari data yang tersedia dan tingkat ketelitian yang diperlukan untuk menentukan kebutuhan air.

Besarnya evapotranspirasi potensial (ET₀) yang terjadi dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi yaitu temperatur udara, kelembapan udara, kecepatan angin, dan penyinaran matahari. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung besaran ET₀ adalah Metode Modifikasi Penman (FAO) yang dirumuskan sebagai berikut (Sudjarwadi, 1979) :

$$ET_0 = c (W.R_n + (1 - W)(e_a - e_d) \cdot f(u)) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

ET₀ = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

c = Faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam)

1-W = Faktor temperatur dan ketinggian

R_n = Radiasi netto (mm/hari)

f(u) = Faktor kecepatan angin

e_a = Tekanan uap udara (mbar)

e_d = Tekanan uap jenuh (mbar)

W = Faktor penimbang berdasarkan suhu udara rata-rata

Tahapan perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman adalah sebagai berikut :

1) Menghitung Radiasi yang Datang (R_s)

$$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) R_a \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan : n/N = penyinaran matahari (%)

R_a = radiasi ekstra terretorial (mm/hari)

Tabel 2.1 Radiasi Ekstra Terrestrial (Ra) : (mm/hari)

Lintang Utara												Posisi Lintang
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2
14,3	15,0	15,5	15,4	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16
11,8	13,2	14,7	15,6	16,1	16,0	16,0	15,8	15,0	13,8	12,2	11,4	17
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1	18
11,4	12,9	14,5	15,6	16,2	16,3	16,2	15,9	14,9	13,5	11,8	10,9	19
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8	28
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8	32
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6	36
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1	38
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40
5,9	8,1	11,0	14	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2	42
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7	44
4,9	7,1	10,2	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3	46
4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7	48
3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, 1980

2) Menghitung Tekanan Uap Nyata

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

Keterangan : Rh = kelembapan udara (%)
 ea = tekanan uap jenuh (mbar)

Tabel 2.2 Tekanan Uap Jenuh = ea (mbar)

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

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, 1980.

3) Menghitung Radiasi Netto Gelombang Pendek

$$Rns = rs \cdot (1 - \alpha) \dots\dots\dots(2.8)$$

4) Menghitung Fungsi Tekanan Uap Nyata

$$f(ed) = 0,33 - 0,044 \cdot (ed)^{0.5} \dots\dots\dots(2.9)$$

5) Menghitung Fungsi Rasio Lama Penyinaran

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N \dots\dots\dots(2.10)$$

6) Menghitung Radiasi Netto Gelombang Panjang

$$Rnl = f(T) \cdot f(ed) \cdot f(n/N) \dots\dots\dots(2.11)$$

Tabel 2.3 Pengaruh Suhu Udara Pada Panjang Gelombang Radiasi = f(T)

Suhu Udara (°C)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	21	22	24	26	28	30	32	34	36
f(T) = c Ta 4	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	14,8	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

Sumber: Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, 1980

7) Menghitung Radiasi Netto

$$Rn = Rns - Rnl \dots\dots\dots(2.12)$$

8) Menghitung Evapotranspirasi

$$ET0 = c (W \cdot Rn + (1 - W)(ea - ed) \cdot f(u)) \dots\dots\dots(2.13)$$

Tabel 2.4 Angka Koreksi Penman

Bulan	Angka C	Bulan	Angka C
Januari	1,10	Juli	0,90
Februari	1,10	Agustus	1,00
Maret	1,00	September	1,10
April	0,90	Oktober	1,10
Mei	0,90	November	1,10
Juni	0,90	Desember	1,10

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, 1980

Tabel 2.5 Faktor Koreksi Terhadap Radiasi

Suhu (°C)	ea (mbar)	w el.
24	29.8	0.74
25	31.7	
26	33.6	0.76
27	35.7	
28	37.8	0.78
29	40.1	
30	42.4	0.79
31	44.9	
32	47.6	0.81
33	50.3	
34	53.2	0.82
35	56.2	
36	59.4	0.84
37	62.8	
38	66.3	0.85
39	69.9	
40		0.86

Sumber : Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, 1980

2.5 Ketersediaan Air

Ketersediaan air dalam pengertian 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) atau Wilayah Sungai (WS) 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. Ketersediaan air diasumsikan dengan tersedianya air di sungai, meskipun dalam pengkajian irigasi, curah hujan efektif juga termasuk dalam ketersediaan air. Perhatian utama dalam ketersediaan air adalah pada aliran sungai, tetapi dengan beberapa pertimbangan hujan termasuk di dalamnya (Dep. PU, 1983).

Ketersediaan air dapat dihitung dengan pendekatan neraca air secara meteorologis (Seyhan, 1977), sebagai berikut :

$$P = R_o + E_t \pm \Delta St \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

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

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

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

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

2.6 Koefisien Limpasan

Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006). Faktor utama yang mempengaruhi koefisien adalah laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan tingkat kejenuhan tanah (Suripin, 2004). Nilai koefisien limpasan berdasarkan SNI 03-2415-1991 dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban

Jenis Daerah	Koefisien C
Daerah Perdagangan	
Kota	0.70 - 0.95
Sekitar Kota	0.50 - 0.70
Daerah Pemukiman	
Satu Rumah	0.30 - 0.50
Banyak Rumah, terpisah	0.40 - 0.50
Banyak Rumah, rapat	0.60 - 0.75
Pemukiman, pinggiran kota	0.25 - 0.40
Apartemen	0.50 - 0.70
Daerah Industri	
Ringan	0.50 - 0.80
Padat	0.60 - 0.90
Lapangan, kuburan dan sejenisnya	0.10 - 0.25
Halaman, jalan kereta api dan sejenisnya	0.20 - 0.35
Lahan tidak terpelihara	0.10 - 0.30

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1991.

2.7 Debit

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai perunit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (cross section). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air. Debit (kecepatan aliran) merupakan komponen penting yang berhubungan dengan permasalahan DAS seperti erosi, sedimentasi, banjir dan longsor. Oleh karena itu, pengukuran debit harus dilakukan dalam monitoring DAS (Rahayu, 2009).

Lengkung aliran debit (Discharge Rating Curve), adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit pada lokasi tertentu. Debit volume air yang melalui penampang basah sungai dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan m^3/s . Data pengukuran aliran tersebut digambarkan pada kertas aritmatik atau kertas logaritmik, tergantung pada kondisi lokasi yang bersangkutan. Tinggi muka air digambarkan pada sumbu vertical sedang debit sumbu horizontal (Rahayu, 2009).

Debit aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Sungai dari satu atau beberapa aliran sumber air yang berada di ketinggian, umpamanya di sebuah puncak bukit atau gunung yang tinggi, dimana air hujan sangat banyak jatuh di daerah itu, kemudian terkumpul di bagian yang cekung, lama kelamaan dikarenakan sudah terlalu penuh, akhirnya mengalir keluar melalui bagian bibir cekungan yang paling mudah tergerus air. Selanjutnya air itu akan mengalir di atas permukaan tanah yang paling rendah, mungkin mula-mula merata, namun karena ada bagian-bagian dipermukaan tanah yang tidak begitu keras, maka mudahlah terkikis, sehingga menjadi alur-alur yang tercipta makin hari makin panjang, seiring dengan makin deras dan makin seringnya air mengalir di alur itu. Semakin panjang dan semakin dalam, alur itu akan berbelok, atau bercabang, apabila air mengalir disitu terhalang oleh batu sebesar alur itu, atau batu yang banyak, demikian juga dengan sungai di bawah permukaan tanah, terjadi dari air yang mengalir dari atas, kemudian

menemukan bagian-bagian yang dapat di tembus kebawah permukaan tanah dan mengalir kearah dataran rendah yang rendah. Lama kelamaan sungai itu akan semakin lebar.

2.8 Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yan tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek – proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Soemarto,1987). Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% (Soemarto, 1987).

Tabel 2.7 Nilai debit andalan untuk berbagai macam kegiatan

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

Sumber : Soemarto, 1995

Data debit andalan pada umumnya diperlukan untuk perencanaan pengembangan air irigasi, air baku dan pembangkit tenaga listrik tenaga air (PLTA), yaitu untuk menentukan perhitungan persediaan air pada bangunan pengambilan. Agar mendapatkan perhitungan debit andalan yang baik, untuk itu diperlukan data penatatan debit dengan jangka waktu panjang, hal ini untuk mengurangi teradinya penyimpangan data perhitungan yang terlalu besar. Pada perhitungan debit andalan, pada umumnya dilakukan dengan cara merangking

atau debit rata-rata bulanan, setengah bulanan atau debit rata-rata sepuluh harian, yang ditetapkan berdasarkan pola operasi bendung atau bendungan. (Nugroho Hadisusanto, 2010).

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

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

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu :

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

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

1. Metode Debit Rata–Rata Minimum

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

2. Metode *Flow Characteristic*

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

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

3. Metode Tahun Dasar Perencanaan

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

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

n = Kala ulang pengamatan yang diinginkan

R80 = Debit yang terjadi < R80 adalah 20%

4. Metode Bulan Dasar Perencanaan

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

Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% (Soemarto, 1987). Semakin besar persentase andalan menunjukkan penting pemakaiannya dan menunjukkan prioritas yang makin awal yang harus diberi air. Dengan demikian debit andalan dapat disebut juga sebagai debit minimum pada tingkat peluang tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan penyediaan air. Jadi perhitungan debit andalan ini diperlukan untuk menghitung debit dari sumber air yang dapat diandalkan untuk suatu keperluan tertentu.

2.7 Metode Mock

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

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

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

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

Prinsip metode Dr. F. J. Mock adalah :

1. Data Meteorologi

Dalam hal ini data yang digunakan yaitu :

- a) Data presipitasi dalam hal ini adalah data curah hujan bulanan dan data curah hujan harian. Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan serta salju di daerah beriklim sedang. Curah hujan rata-rata bulanan dapat di hitung dengan menggunakan metode rata-rata aljabar, metode ishyet, dan metode theissen.
- b) Data klimatologi berupa data kecepatan angin, kelembapan udara, temperatur udara dan penyinaran matahari untuk menentukan Evapotranspirasi Potensial (Eto) yang dihitung berdasarkan metode “Penman Modifikasi”. Evapotranspirasi merupakan faktor penting dalam memprediksi debit dari data curah hujan dan klimatologi dengan menggunakan metoda Mock. Alasannya adalah karena evapotranspirasi ini memberikan nilai yang besar untuk terjadinya debit dari suatu daerah aliran sungai. Evapotranspirasi diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah aliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi. Lebih rinci tentang evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual diuraikan di bawah ini (Bappenas, 2006).

2. Evapotranspirasi Aktual (Ea)

Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang tersedia terbatas. Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (exposed surface) pada musim kemarau dan jumlah hari hujan dalam bulan yang bersangkutan.

Penentuan harga evapotranspirasi aktual ditentukan berdasarkan persamaan :

$$E = E_{to} \times \frac{d}{30} \times m \dots\dots\dots(2.16)$$

$$E = E_{to} \times \frac{m}{20} \times (18 - n) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$E = E_{to} - E \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Ea = Evapotranspirasi aktual (mm)

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm)

$$d = 27 - \left(\frac{3}{2}\right) \times n$$

m = Perbandingan permukaan tanah yang tidak tertutup dengan tumbuhan penahan hujan koefisien yang tergantung jenis areal dan musiman dalam %.

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

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

m = 10-40% untuk lahan yang terisolasi

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

3. Keseimbangan Air Dipermukaan Tanah (ΔS)

a) Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta S = R - E\alpha \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

ΔS = Keseimbangan air dipermukaan tanah

R = Hujan bulanan

$E\alpha$ = Evapotranspirasi aktual

Bila harga positif ($R > E\alpha$) maka air akan masuk ke dalam tanah bila kapasitas kelembapan tanah belum terpenuhi. Sebaliknya, jika kondisi kelembapan tanah sudah tercapai maka akan terjadi limpasan permukaan (*surface run off*). Bila harga tanah ΔS negative ($R > E\alpha$), air hujan tidak dapat masuk ke dalam tanah (infiltrasi) tetapi air tanah akan keluar dan tanah akan kekurangan air (defisit).

b) Perubahan kandungan air tanah (*soil storage*) tergantung dari harga ΔS . Bila ΔS negative, maka kapasitas kelembapan tanah akan kekurangan dan bila harga ΔS positif akan menambah kekurangan kapasitas kelembapan tanah bulan sebelumnya.

c) Kapasitas kelembapan tanah (*soil moisture capacity*)

Di dalam memperkirakan kapasitas kelembapan tanah awal diperlukan pada saat dimulainya perhitungan dan besarnya tergantung dari kondisi porositas lapisan tanah atas dari daerah pengaliran. Biasanya diambil 50 sampai dengan 250 mm, yaitu kapasitas kandungan air di dalam tanah per m^3 . Semakin besar porositas tanah maka kelembapan tanah akan besar pula.

d) Kelebihan Air (*Water Surplus*)

Water surplus didefinisikan sebagai air hujan (presipitasi) yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*). Water surplus ini berpengaruh langsung pada infiltrasi atau perkolasi dan total runoff yang merupakan komponen debit. Rumus water surplus adalah sebagai berikut: (Standar Perencanaan Irigasi KP 01:221)

$$WS = \Delta S - \text{Tampungan tanah} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

WS = Water Surplus

S = R – Ea

Tampungan tanah = Perbedaan kelembapan tanah

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

a) Infiltrasi (i)

Infiltrasi ditaksir berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Daya infiltrasi ditentukan oleh permukaan lapisan atas dari tanah. Misalnya kerikil mempunyai daya infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah liat yang kedap air. Untuk lahan yang terjal dimana air sangat cepat menipis diatas permukaan tanah sehingga air tidak dapat sempat berinfiltrasi yang menyebabkan daya infiltrasi lebih kecil. Rumusan dari infiltrasi adalah sebagai berikut :

$$i = \text{koefisien infiltrasi} \times \text{WS} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

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

WS = Kelebihan air

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

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

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

1) Infiltrasi (i)

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

2) Konstanta resesi aliran bulanan (k)

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

3) *Groundwater storage* bulan sebelumnya (GSom). Nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa *water balance* merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama rentang waktu menerus tahunan tertentu. Dengan demikian maka nilai asumsi awal bulan pertama tahun pertama harus dibuat sama dengan nilai bulan terakhir tahun terakhir.

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

$$V_n = k (v_{n-1}) + 1^{1/2} (1+k) i_n \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

V_n = Volume simpanan air tanah periode n (m³)

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

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

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

q_0 = Aliran tanah pada awal (bulan ke 0)

i_n = Infiltrasi bulan ke n (mm)

Untuk mendapatkan perubahan volume aliran air dalam tanah mengikuti persamaan :

$$\Delta V_n = V_n - V_{n-1} \dots\dots\dots(2.23)$$

c) Limpasan (*run off*)

Limpasan permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah baik sebagai aliran tipis di permukaan tanah atau sebagai aliran disaluran (Basak, 1999). Limpasan permukaan berasal dari Water surplus yang telah mengalami infiltrasi.

Air hujan atau presipitasi akan menempuh tiga jalur menuju ke sungai. Satu bagian akan mengalir sebagai limpasan permukaan dan masuk ke dalam tanah lalu mengalir ke kiri dan kanannya membentuk aliran antara. Bagian ketiga akan ber-perkolasi jauh ke dalam tanah hingga mencapai lapisan air tanah. Aliran permukaan tanah serta aliran antara sering digabungkan sebagai limpasan langsung (*direct run off*). Untuk memperoleh limpasan, maka persamaan yang digunakan adalah :

$$BF = I - (\Delta V_n) \dots\dots\dots (2.24)$$

$$Dro = WS - I \dots\dots\dots (2.25)$$

$$Ron = BF + Dro \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

- BF = Aliran dasar (m³/dtk/km)
- I = Infiltrasi (mm)
- ΔV_n = Perubahan volume aliran tanah (m³)
- Dro = Limpasan langsung (mm)
- WS = Kelebihan air
- Ron = Limpasan periode n (m³/dtk/km³)

d) Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya

Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_n = Ron \times A \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

- Q_n = Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya
- A = Luas daerah tangkapan (*catchment area*) km²

Neraca air metode F.J. Mock dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = (Dro + Bf) F \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

- Q = Debit andalan (m³ /dtk)
- Dro = Direct run off (m³ /dtk/km²)
- Bf = Base flow (m³ /dtk/km²)
- F = Catchment area (km²)

Dalam menentukan besarnya debit andalan Metode Basic Month digunakan probabilitas metode Weibull (Soewarno,1986) dengan rumus:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

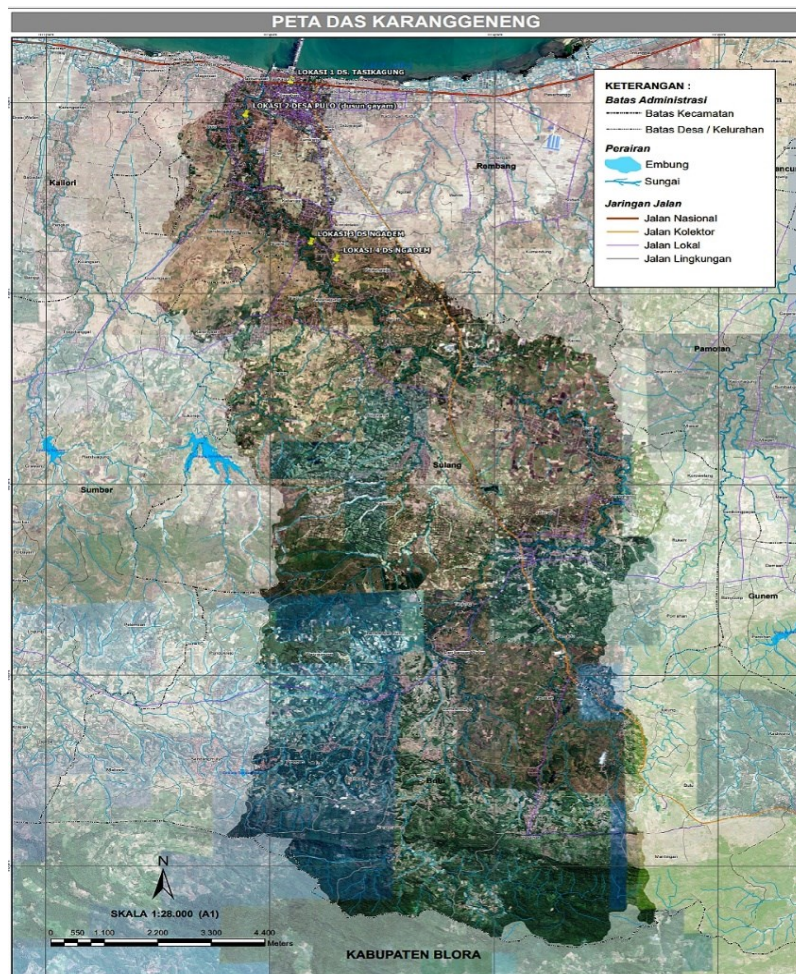
- P = peluang (%)
- m = nomor urut data
- n = jumlah data

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di wilayah Daerah Aliran Sungai Karanggeneng yang terbentang dari kawasan Tanjungsari hingga Bulu (Kabupaten Rembang). Peta lokasi DAS Karanggeneng dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Peta DAS Karanggeneng

3.2 Pengumpulan Data

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

3.2.1 Data Primer

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

3.2.2 Data Sekunder

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

a. Data Hidrologi

Data ini berupa data curah hujan. Data hujan bisa didapatkan dari stasiun-stasiun hujan disekitar lokasi proyek atau didapatkan dari instansi-instansi yang mengelola data hujan. Untuk keperluan analisis hidrologi diperlukan minimal data curah hujan jam-jaman minimal 2 tahun atau data hujan bulanan minimal 10 tahun terakhir. Data hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi hanyalah data hujan dari stasiun hujan yang berada didekat proyek/wilayah yang kita tinjau.

b. Data Klimatologi

Data Klimatologi meliputi :

1. Data temperatur bulanan rata-rata (°C)
2. Kecepatan angin rata-rata (m/det)
3. Kelembaman udara relative rata-rata (%)
4. Lama penyinaran matahari rata-rata (%)
5. Peta wilayah digunakan untuk menunjukkan lokasi dimana perhitungan debit andalan akan dilaksanakan.

3.3 Metode Penelitian

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

Proses kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahanan, yaitu :

1. Tahapan Pendahuluan

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

2. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan ini data yang diambil berupa data sekunder, meliputi : data curah hujan daerah penelitian, data klimatologi, peta wilayah penelitian.

3. Tahapan Analisa

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

4. Tahapan Penyusunan Laporan

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

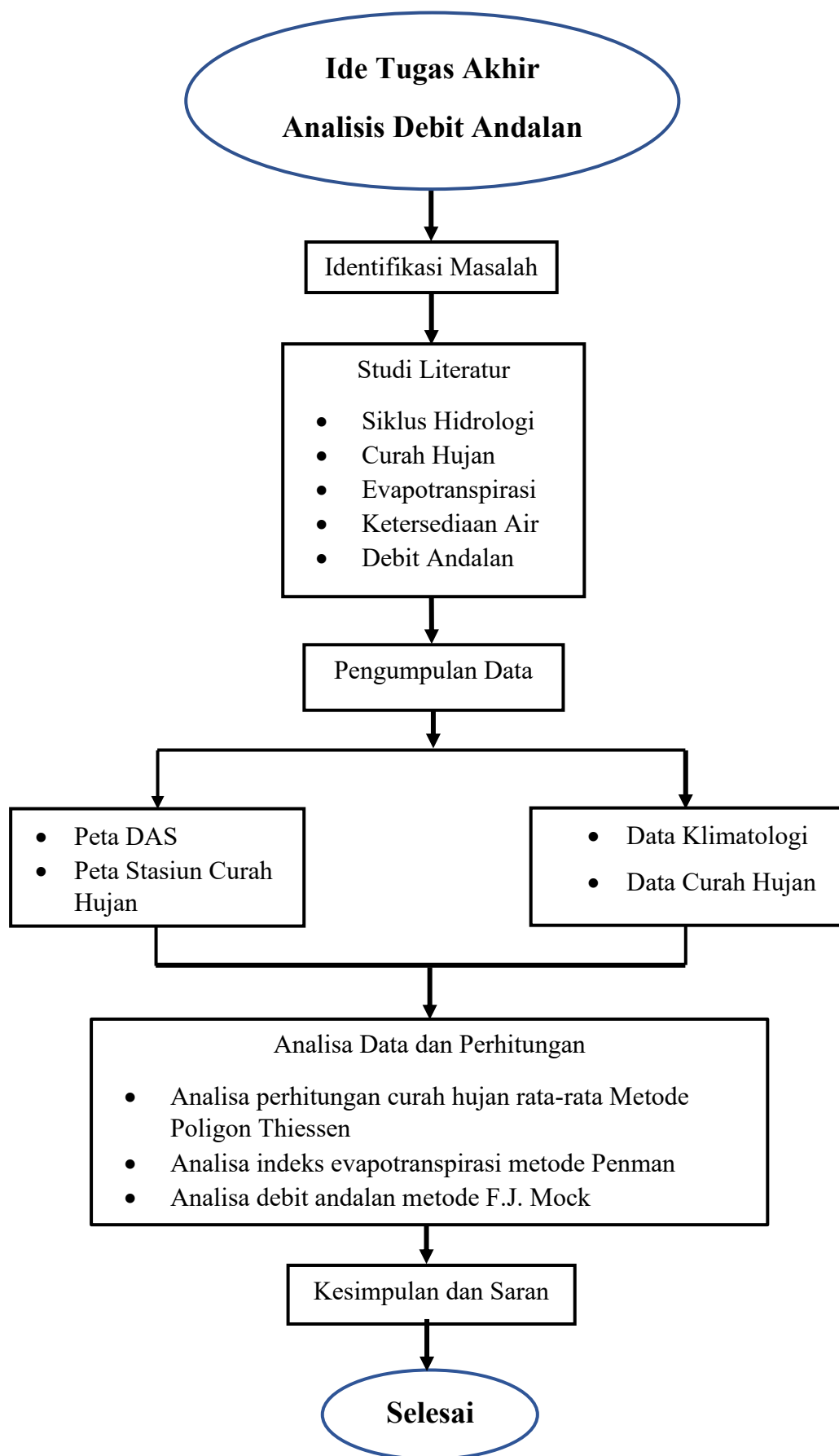
3.4 Data dan Alat Penelitian

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

Adapun data sekunder dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Peta DAS Karanggeneng yang diperoleh dari PU SDA TARU
2. Peta stasiun penakar curah hujan yang diperoleh dari BPSDA Seluna Kudus
3. Data curah hujan bulanan tahun 2011-2020 yang diperoleh dari BPSDA Seluna Kudus
4. Data klimatologi yang diperoleh dari BMKG Semarang

Alat yang digunakan dalam menganalisis data-data di atas digunakan adalah suatu perangkat alat berupa perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Dimulai dari pemasukan data (*Input*) sampai dengan pencetakan hasil (*Output*). Dimana perangkat keras (*Hardware*) terdiri dari: komputer, printer, dan alat tulis. Sedangkan perangkat lunak (*Software*) terdiri dari: *Microsoft Word 2010*, *Microsoft Excel 2010*, *ArcGIS*, dan *Autocad*.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Curah Hujan

Luas daerah tangkapan hujan akan dihitung dengan Metode Poligon Thiessen. Dengan menggambar Poligon Thiessen pada DAS Karanggeneng, akan diperoleh luas tangkapan hujan stasiun curah hujan. Setelah diketahui luas areal tangkapan masing-masing stasiun curah hujan, maka dapat dihitung curah hujan rata-rata tiap stasiun per bulan (Januari - Desember). Untuk cara yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.2 dan 2.3.

3.5.2 Analisis Evapotranspirasi

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi, dibutuhkan data-data klimatologi, yaitu : temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin. Evapotranspirasi potensial (ET₀) dihitung dengan Metode Modifikasi *Penman* (FAO). Untuk langkah-langkah analisis menggunakan persamaan 2.5 sampai dengan persamaan 2.13.

3.5.3 Analisis Ketersediaan Air

Untuk menghitung ketersediaan air pada DAS Karanggeneng, yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air DAS dengan menggunakan metode F. J. Mock. Maka, digunakan data-data yang dijadikan sebagai parameter dalam menghitung debit air sungai, antara lain : data curah hujan bulanan rata-rata, dan data evapotranspirasi potensial. Analisis ini menggunakan persamaan 2.16 sampai dengan persamaan 2.27.

3.5.4 Analisis Debit Andalan

Untuk menghitung debit andalan yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air DAS Karanggeneng dengan memasukan faktor koreksi sebesar 80% - 90%.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

DAS Karanggeneng merupakan salah satu daerah aliran sungai yang berada di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah dengan luas DAS 134,14 km². Kali Karanggeneng melewati beberapa wilayah dari Gunung Kapur Utara, kecamatan Bulu bermuara ke Laut Jawa di pesisir Kabupaten Rembang. Secara administratif lokasi penelitian terletak di kecamatan Sumber, Kabupaten Rembang, Propinsi Jawa Tengah dan terletak pada koordinat 6°47'49"S dan 111°15'41"E.

Rembang merupakan daerah yang memiliki potensi besar terhadap bencana kekeringan pada musim kemarau namun rawan banjir ketika musim penghujan tiba. Data dari BPBD Kabupaten Rembang sampai tahun 2014, terdapat 154 desa rawan kekeringan, 129 desa rawan banjir, 65 desa rawan longsor, 39 desa rawan abrasi, 154 desa rawan kekeringan, 32 desa rawan hutan/lahan, 3 desa rawan kebakaran bangunan, 27 desa rawan puting beliung, dan 2 desa rawan konflik sosial. Kabupaten Rembang memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata sebesar 23°C. Pada saat tertentu, suhu maksimum dapat mencapai 33°C. Sumber air di wilayah Kabupaten Rembang berasal dari air permukaan, yang berasal dari sungai yang dibendung, air tanah, dan mata air.

4.2 Analisis Curah Hujan

Pada penelitian ini, sumber air yang digunakan berasal dari Daerah Aliran Sungai Karanggeneng. Analisa curah hujan dilakukan menggunakan Metode *Polygon Thiessen* yang terdiri 3 stasiun curah hujan, yaitu Stasiun Rembang, Stasiun Sumber, dan Stasiun Sale dengan periode 10 tahun (tahun 2011-2020).

Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Ketersediaan Data	Pengelola
1	Rembang	2011-2020	DPU Kabupaten
2	Sumber	2011-2020	DPU Kabupaten
3	Sale	2011-2020	DPU Kabupaten

Sumber : Balai PSDA Seluna

4.1.1 Cara Pembagian Wilayah Menggunakan Metode *Polygon Thiessen*

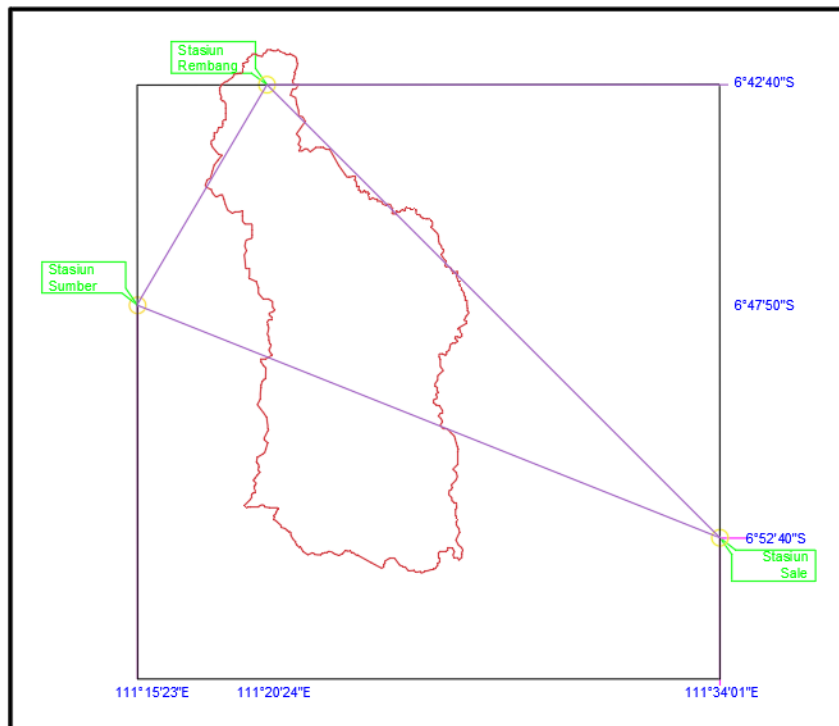
Adapun langkah-langkah menghitung dengan metode *Polygon Thiessen* adalah sebagai berikut :

- A. Menentukan titik koordinat masing-masing stasiun curah hujan dan tarik garis lurus antar stasiun curah hujan

Tabel 4.2 Titik Koordinat dan Lokasi Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Koordinat	Lokasi
1	Rembang	X : 6° 44' 55"	Desa Sumberejo, Kec. Rembang, Kab. Rembang
		Y : 111° 15' 29"	
2	Sumber	X : 6° 47' 23"	Desa Sumber, Kec. Sumber, Kab. Rembang
		Y : 111° 15' 23"	
3	Sale	X : 6° 52' 40"	Desa Mrayun, Kec. Sale, Kab. Rembang
		Y : 111° 34' 01"	

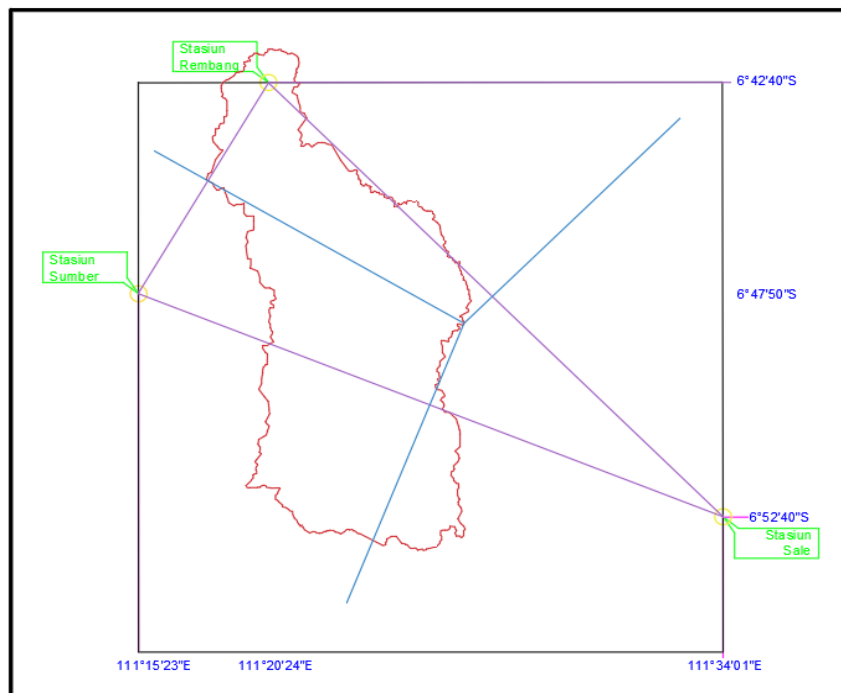
Sumber : Balai PSDA Seluna



Gambar 4.1 Menghubungkan Garis Antar Stasiun

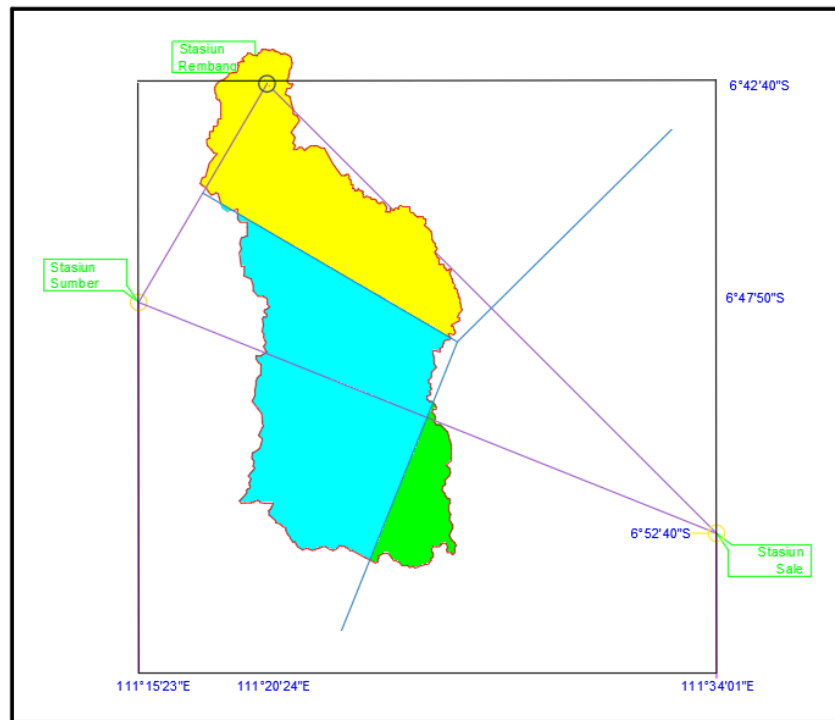
B. Cari titik tengah masing-masing garis

C. Dari titik tengah tersebut kemudian ditarik garis tegak lurus



Gambar 4.2 Menarik Garis Menuju Titik Stasiun

D. Kemudian menggunakan *software* Autocad dapat diketahui luasan masing-masing wilayah persebaran curah hujan



Gambar 4.3 Area Stasiun Curah Hujan

4.1.2 Analisa Koefisien Luasan (Ci)

$$C_i = \frac{A}{\Sigma A} \times 100 \%$$

Keterangan :

C_i : Koefisien luasan

A : Luas area stasiun curah hujan

Σ : Total luas area stasiun curah hujan

1. Koefisien Luas Area Stasiun Rembang

$$\begin{aligned} C_i &= \frac{A_1}{\Sigma A} \times 100 \% \\ &= \frac{2,84}{14,37} \times 100\% \\ &= 0,198 \end{aligned}$$

2. Koefisien Luas Area Stasiun Sumber

$$\begin{aligned} C_i &= \frac{A_2}{\Sigma A} \times 100 \% \\ &= \frac{1,82}{14,37} \times 100 \% \\ &= 0,127 \end{aligned}$$

3. Koefisien Luas Area Stasiun Sale

$$\begin{aligned} C_i &= \frac{A_3}{\Sigma A} \times 100 \% \\ &= \frac{9,70}{14,37} \times 100 \% \\ &= 0,675 \end{aligned}$$

4. Total Koefisien Luasan (ΣC_i)

$$\begin{aligned} \Sigma C_i &= C_{i1} + C_{i2} + C_{i3} \\ &= 0,198 + 0,127 + 0,675 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Cakupan Area Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Luasan (A)	Ci
1	Rembang	47,20	0,198
2	Sumber	73,12	0,127
3	Sale	13,82	0,675
Total		134,14	1,00

Sumber : Perhitungan, 2021

4.1.3 Menghitung Curah Hujan Metode Thiessen

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

Diketahui :

- Curah Hujan bulan Januari tahun 2011.
 Stasiun Rembang (P1) = 104 mm/hari
 Stasiun Sumber (P2) = 292 mm/hari
 Stasiun Sale (P3) = 167 mm/hari
- Luas Area Tangkapan Curah Hujan
 Stasiun Rembang (A1) = 47,20 km²
 Stasiun Sumber (A2) = 73,12 km²
 Stasiun Sale (A3) = 13,82 km²

Maka :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$= \frac{(104 \times 47,20) + (292 \times 73,12) + (167 \times 13,82)}{47,20 + 73,12 + 13,82}$$

$$= 212,97 \text{ mm}$$

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

Tabel 4.4 Curah Hujan Metode Thiessen Bulan Januari (mm)

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	ΣP.A	ΣA	ΣPxA/ΣA
2011	4908.80	21351.04	2307.94	28567.78	134.14	212.97
2012	8732.00	22447.84	2142.10	33321.94	134.14	248.41
2013	16897.60	41605.28	3441.18	61944.06	134.14	461.79
2014	27517.60	44237.60	5375.98	77131.18	134.14	575.01
2015	12791.20	11772.32	4989.02	29552.54	134.14	220.31
2016	4814.40	10748.64	2501.42	18064.46	134.14	134.67
2017	5711.20	19084.32	3662.30	28457.82	134.14	212.15
2018	13819.68	12576.64	1920.98	28317.30	134.14	211.10
2019	7363.20	21424.16	2791.64	31579.00	134.14	235.42
2020	7032.80	10163.68	2694.90	19891.38	134.14	148.29

Sumber : Perhitungan, 2021

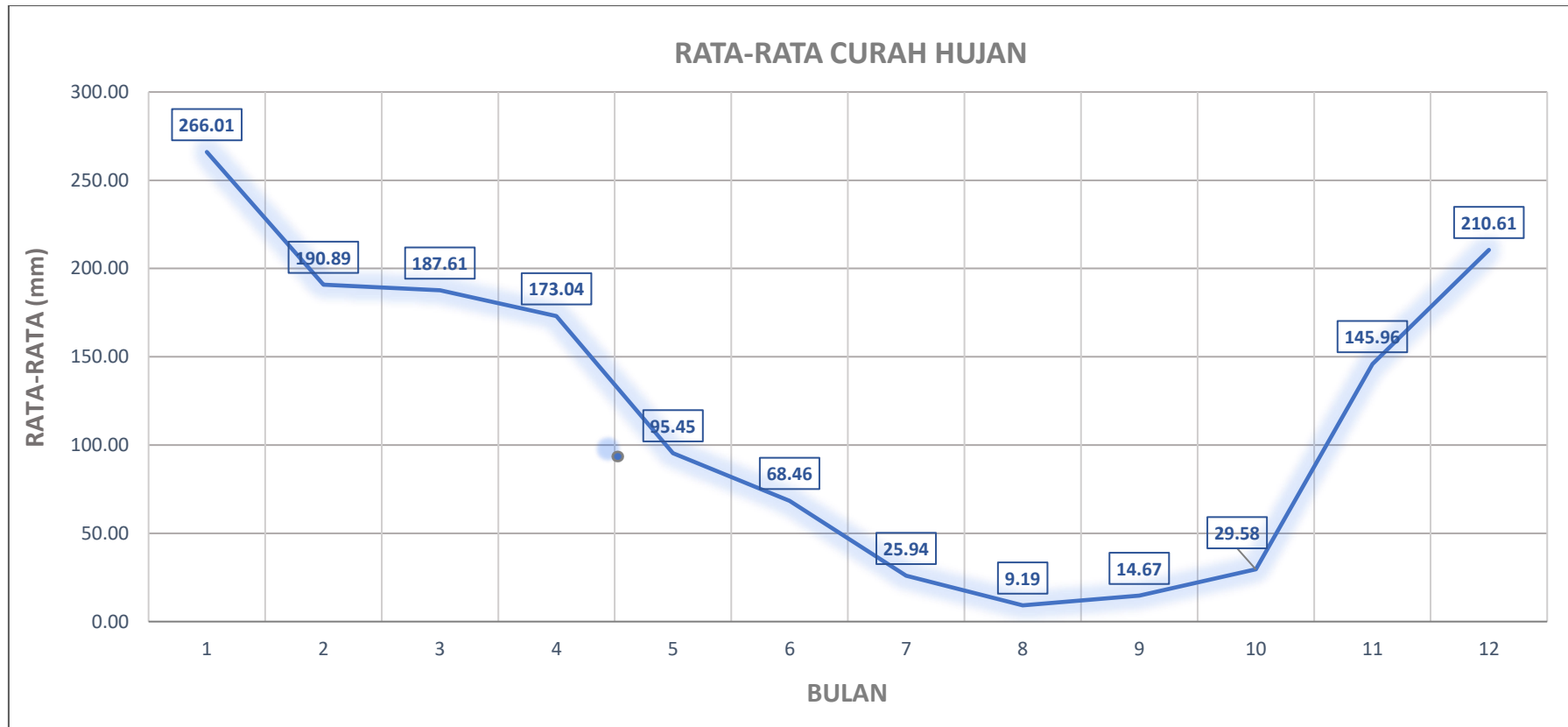
Dan untuk bulan Februari sampai dengan Desember dan curah hujan rata-rata tiap tahunnya dilakukan dengan cara yang sama. Hasil rekapitulasi curah hujan kawasan dengan metode Thiessen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Bulanan dengan Metode Thiessen

TAHUN	BULAN											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
2011	212.97	213.06	183.92	231.41	167.47	35.55	10.56	0.00	6.54	20.06	242.62	175.63
2012	248.41	144.15	214.30	85.75	5.01	20.26	0.00	0.00	0.00	57.09	177.62	211.63
2013	461.79	95.38	161.39	316.87	182.82	166.19	92.86	0.00	8.09	18.53	89.22	407.29
2014	575.01	280.22	99.08	111.89	23.47	78.75	26.18	0.16	0.00	1.55	146.67	350.50
2015	220.31	86.39	102.98	134.81	42.63	3.30	0.00	0.00	0.00	0.52	22.42	137.99
2016	134.67	249.28	123.90	159.16	167.25	178.87	61.66	78.53	84.39	72.68	150.90	154.26
2017	212.15	251.31	310.65	148.51	117.37	170.46	26.72	0.00	3.38	76.79	158.32	95.25
2018	211.10	278.92	219.37	65.89	63.05	7.52	0.00	0.00	1.96	0.93	124.81	132.86
2019	235.42	87.77	303.46	208.07	82.57	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	122.86	94.68
2020	148.29	222.38	157.04	268.02	102.90	22.68	41.47	13.24	42.38	47.62	224.15	345.98
Rata - Rata	266.01	190.89	187.61	173.04	95.45	68.46	25.94	9.19	14.67	29.58	145.96	210.61

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.1 Rata-Rata Curah Hujan Bulanan (mm)



Sumber : Perhitungan, 2021

4.2 Analisis Evapotranspirasi

Pada analisa evapotranspirasi menggunakan Metode Penman Modifikasi FAO. Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi dibutuhkan data-data klimatogi. Data tersebut adalah : 1. Suhu

2. Kelembaban

3. Kecepatan angin

4. Lama penyinaran

Dengan data yang tersedia adalah kurun waktu tahun 2010 sampai dengan 2014.

Tabel 4.6 Data Temperatur Rerata Bulanan (°C)

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	26.12	25.60	25.78	25.75	25.82	25.83	25.85	25.83	26.00	27.00	25.87	25.82
2012	25.80	25.90	25.90	25.90	25.90	25.80	25.90	25.80	25.80	25.90	25.90	25.80
2013	25.75	25.87	25.86	25.82	25.78	25.88	25.82	25.89	25.88	25.83	25.81	25.85
2014	25.82	25.84	25.85	25.87	25.85	25.89	25.85	26.33	25.66	27.66	27.45	26.84

Sumber :Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.7 Data Sinar Matahari Rerata Bulanan (%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	18.15	27.00	31.91	38.18	55.05	72.78	74.19	71.18	72.33	67.00	36.97	39.41
2012	29.60	36.70	34.10	46.70	62.30	66.00	67.50	68.60	71.70	61.80	43.80	31.50
2013	37.95	42.27	40.32	39.39	54.22	48.39	54.04	66.94	61.01	62.27	42.40	27.41
2014	19.16	23.50	46.79	50.05	58.30	57.54	57.25	65.26	65.44	59.72	42.96	27.14

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.8 Data Kecepatan Angin Rerata Bulanan (km/hari)

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	70.19	75.56	58.00	49.90	44.81	51.13	64.68	63.67	55.00	47.00	43.73	55.03
2012	78.50	51.20	71.00	52.50	50.80	49.10	49.80	63.50	68.40	87.80	46.30	49.80
2013	98.19	60.14	42.74	40.23	36.10	30.17	46.84	68.39	67.37	59.97	30.33	45.00
2014	23.81	30.45	13.52	11.57	45.90	52.00	54.13	63.61	71.03	63.68	27.70	10.52

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Tabel 4.9 Data Kelembaban Udara RH Bulanan (%)

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2011	97.58	98.25	97.42	97.13	98.13	97.23	97.35	97.90	95.00	96.00	98.67	98.45
2012	99.00	98.50	98.90	98.40	98.40	98.80	98.80	99.00	99.20	99.20	98.30	98.30
2013	98.94	98.86	98.71	98.93	98.32	98.70	98.71	98.74	98.80	98.90	98.60	98.90
2014	98.68	98.82	98.61	98.60	98.74	98.73	98.55	94.61	91.27	95.87	95.07	93.29

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, 2020

Analisa ini menggunakan tabel ketentuan yang telah di modifikasi. Langkah-langkah perhitungan evapotranspirasi DAS Karanggenengg dengan metode Penman dapat dilihat pada contoh perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman pada bulan Januari 2011.

a. Data klimatologi

Kecepatan angin (U)	= 70,19 km/hari
Kelembaban relatif (RH)	= 97,58 %
Penyinaran matahari (Rn)	= 18,15 %
Temperatur udara (T)	= 26,12 °C

b. Perhitungan evapotranspirasi (ET₀)

Langkah 1 : Menghitung Radiasi yang Datang

$$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) R_a$$

Dengan kondisi geografis Kec. Rembang yang terletak pada posisi lintang (latitude) = 6° 42' 13,3" , maka :

$$\begin{aligned} \text{Daerah pengamatan} &= 6 + \left(\frac{42}{60}\right) + \left(\frac{13.3}{3600}\right) \\ &= 6,70^\circ \text{ LS} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, daerah pengamatan terletak pada 6,70° LS. Dikarenakan terletak pada LintangSelatan (LS), maka sesuai Tabel 2.2, terletak diantara LS1 = 6 dan LS2 = 8 dengan Ra1 = 15,8 dan Ra2 = 16,1, maka nilai radiasi ekstra terresial (Ra) sebagai berikut.

$$Ra = 15,8 + \frac{6,70-6}{8-6} (16,10 - 15,8)$$

$$= 15,8 + 0,35 (0,3)$$

$$= 15,90 \text{ mm/hari}$$

$$Rs = (0,25 + 0,5 n/N) Ra$$

$$= (0,25 + 0,5 \times 18,15\%) \times 15,90$$

$$= 5,42 \text{ mm/hari}$$

Langkah 2 : Menghitung Tekanan Uap Nyata (Ed)

$$Ed = Rh \times ea$$

$$= (97,58/100) \times 33,6$$

$$= 32,79 \text{ mbar}$$

Langkah 3 : Menghitung Fungsi Tekanan Uap Nyata (f(ed))

$$f(ed) = 0,33 - 0,044 \times (ed)^{0,5}$$

$$= 0,33 - 0,044 \times (32,78)^{0,5}$$

$$= 0,33 - 0,044 \times (5,72)$$

$$= 0,08 \text{ mbar}$$

Langkah 4 : Menghitung Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns)

Nilai koefisien pantulan radiasi tajak (α) digunakan 0,23 karena berdasarkan SNI-7745:2012 "Tata cara perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan metode Penman-Monteith" nilai 0,23 untuk tanaman rumput, padi dan sejenisnya.

$$Rns = Rs \times (1 - \alpha) ; \alpha = 0,23$$

$$Rns = 5,42 \times (1 - 0,23)$$

$$= 4,17 \text{ mm/hari}$$

Langkah 5 : Menghitung Fungsi Rasio Lama Penyinaran

$$F(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N$$

$$= 0,1 + 0,9 \times 18,15$$

$$= 0,26$$

Langkah 6 : Menghitung Radiasi Netto Gelombang Panjang (Rnl)

$$Rnl = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$\begin{aligned} F(T) &= 1,99 \times 10^{-9} \times (T + 273)^4 \\ &= 1,99 \times 10^{-9} \times (26,12 + 273)^4 \\ &= 15,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rnl &= f(T) \times f(ed) \times f(n/N) \\ &= 15,90 \times 0,08 \times 0,26 \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

Langkah 7 : Menghitung Radiasi Netto

$$\begin{aligned} Rn &= Rns - Rnl \\ &= 4,17 - 0,33 \\ &= 3,84 \end{aligned}$$

Langkah 8 : Menghitung Evapotranspirasi Aktual (Et*)

$$Et^* = C. [W. Rn + (1-W). f(U). (ea-ed)]$$

$$\begin{aligned} f(U) &= 0,27 \times (1 + U/100) \\ &= 0,27 \times (1 + 70,19/100) \\ &= 0,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Eto &= C. [W. Rn + (1-W). f(U). (ea-ed)] \\ &= 1,1 [0,76 \times 3,67 + (1 - 0,76) \times 0,46 \times (33,6 - 32,79)] \\ &= 1,1 [0,76 \times 3,67 + 0,24 \times 0,46 \times 0,82] \\ &= 3,25 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

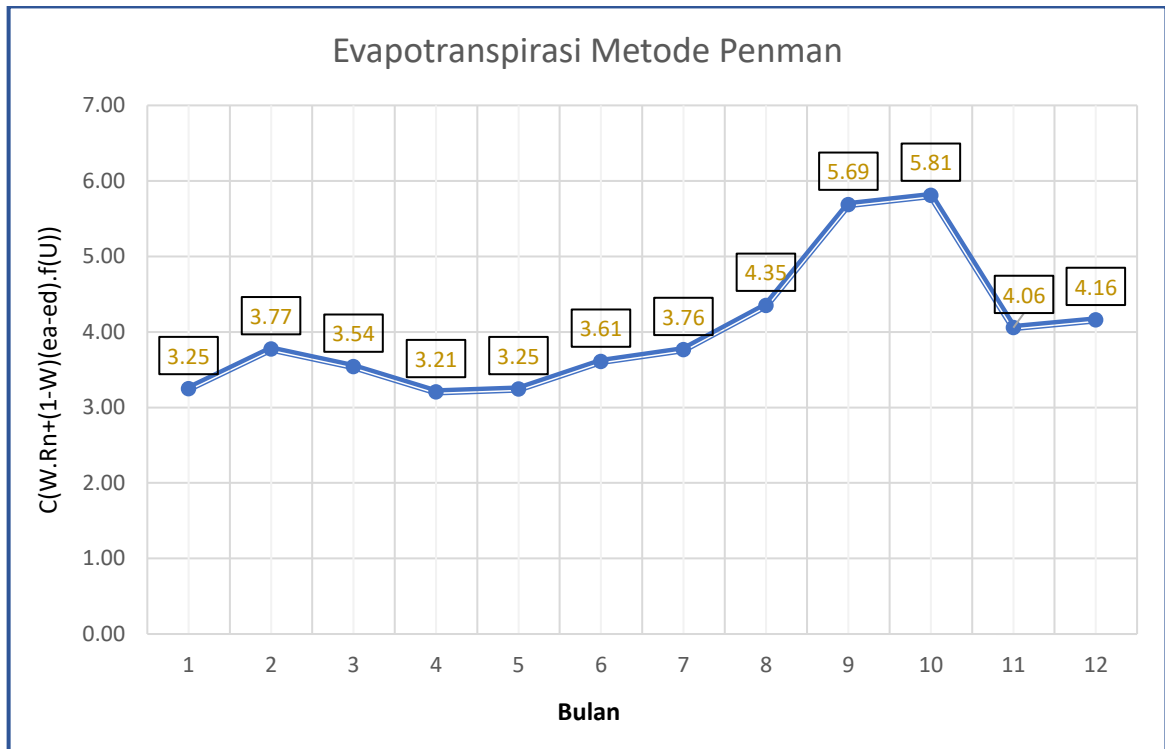
Untuk menghitung bulan selanjutnya dilakukan dengan rumus yang sama, dan untuk melihat hasil dari perhitungan dapat dilihat **Tabel 4.10** di bawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi 2011

PARAMETER	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur, (T)	°C	26.12	25.60	25.78	25.75	25.82	25.83	25.85	25.83	26.00	27.00	25.87	25.82
Kecepatan angin, (U)	km/hari	70.19	75.56	58.00	49.90	44.81	51.13	64.68	64.67	55.00	47.00	43.73	55.03
Fungsi angin, (f(U))	km/hari	0.46	0.47	0.43	0.40	0.39	0.41	0.44	0.44	0.42	0.40	0.39	0.42
Penyinaran matahari, ((n/N)%)	%	18.15	27.00	31.19	38.18	55.05	72.78	74.19	71.18	72.33	67.00	36.97	39.41
Kelembaban relatif, (RH)	%	97.58	98.25	97.42	97.13	98.13	97.23	97.35	97.90	95.00	96.00	98.67	98.45
Tekan uap jenuh, (ea) (mbar) (Tabel)	Kpa	33.60	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	33.60	35.70	31.80	31.80
Tekan uap nyata, (ed) = ea x RH/100	Kpa	32.79	31.24	30.98	30.89	31.21	30.92	30.96	31.13	31.92	34.27	31.38	31.31
Perbedaan Tekan uap, (ea - ed)	Kpa	0.81	0.56	0.82	0.91	0.59	0.88	0.84	0.67	1.68	1.43	0.42	0.49
faktor Penggali, (W) (Tabel)		0.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.76	0.77	0.75	0.75
Faktor pembobotan, (1 - W)	eI.	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.25	0.25
Radasi ekstra terestrial, (Ra) (Tabel)	mm/hari	15.90	16.07	15.60	14.63	13.26	12.66	13.00	13.89	14.96	15.73	15.90	15.80
Radasi sinar matahari, (Rs) = (0.25+0.5 n/N)Ra	mm/hari	5.42	6.19	6.33	6.45	6.96	7.77	8.07	8.42	9.15	9.20	6.91	7.06
Radasi netto gel. Pendek, (Rns) = (1 - α)Rs, α=0,23	mm/hari	4.17	4.76	4.88	4.97	5.36	5.98	6.22	6.48	7.05	7.09	5.32	5.44
Fungsi Suhu, (f(T))		15.90	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.90	16.10	15.80	15.80
Fungsi tekan uap nyata, f(ed) = 0.33 - 0.044 ed^0.5		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
Fungsi Penyinaran, f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N		0.26	0.34	0.38	0.44	0.60	0.76	0.77	0.74	0.75	0.70	0.43	0.45
Radasi gel. Panjang netto, (Rnl) = f(T).f(ed).f(n/N)	mm/hari	0.33	0.45	0.50	0.59	0.79	1.00	1.01	0.98	0.95	0.80	0.57	0.60
Radasi netto, (Rn) = Rns - Rnl	mm/hari	3.84	4.31	4.37	4.38	4.58	4.99	5.20	5.50	6.10	6.29	4.75	4.84
Faktor koreksi (C)		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10
Evapotranspirasi, Et* = C(W.Rn+(1-W)(ea-ed).f(U))	mm/hari	3.25	3.77	3.54	3.21	3.25	3.61	3.76	4.35	5.69	5.81	4.06	4.16

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.2 Evapotranspirasi Metode Penman Tahun 2011 (mm/hari)



Hasil rekapitulasi evapotranspirasi dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2014.

Tabel 4.11 Rata-Rata Evapotranspirasi (2011-2014)

Bulan	Satuan	ET0 2011	ET0 2012	ET0 2013	ET0 2014	ET0 Rata-Rata
Januari	mm/hari	3.57	3.75	4.11	3.31	3.25
Februari	mm/hari	4.15	4.12	4.31	3.52	3.93
Maret	mm/hari	3.54	3.51	3.73	3.95	3.68
April	mm/hari	2.89	3.35	3.08	3.4	3.26
Mei	mm/hari	2.92	3.42	3.2	3.28	3.29
Juni	mm/hari	3.52	3.3	2.86	3.1	3.22
Juli	mm/hari	3.39	3.44	3.1	3.2	3.38
Agustus	mm/hari	4.35	4.61	4.13	4.6	4.42
September	mm/hari	6.26	4.69	4.71	5.67	5.19
Oktober	mm/hari	6.39	5.05	5.01	5.54	5.35
November	mm/hari	4.46	4.27	4.27	4.78	4.35
Desember	mm/hari	4.58	3.85	3.62	4.11	3.94

Sumber : Perhitungan, 2021

4.3 Analisis Ketersediaan Air

Untuk menentukan nilai ketersediaan air pada DAS Karanggeneng, yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air pada DAS Karanggeneng dengan menggunakan Metode Mock.

Data yang menjadi parameter dalam menghitung debit air antara lain:

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

Adapun langkah untuk menghitung debit air pada DAS Karanggeneng dengan Metode Mock dapat dilihat pada contoh perhitungan pada bulan Januari sebagai berikut:

Debit air DAS Karanggeneng bulan Januari 2011.

1. Data Meteorologi

$$\text{Curah hujan bulanan (R)} = 212,97 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah hari hujan (n)} = 15 \text{ hari}$$

$$\text{Jumlah hari 1 bulan} = 31 \text{ hari}$$

2. Evaporasi Aktual (Ea)

a. Evapotranspirasi Potensial (Eto)

$$Eto = \text{Evapotranspirasi} \times \text{jumlah hari 1 bulan}$$

$$= 3,25 \text{ mm/hari} \times 31 \text{ hari}$$

$$= 100,46 \text{ mm/bulan}$$

b. Permukaan lahan terbuka (m) = 30%

$$c. Eto/Ea = (m/20) \times (18 - n)$$

$$= (30/20) \times (18 - 15)$$

$$= 4,5\%$$

d. Evapotranspirasi terbatas (Ee)

$$Ee = Eto \times (m/20) \times (18 - n)/100$$

$$= 100,46 \times (30/20) \times (18 - 15)/100$$

$$= 4,53 \text{ mm/bulan}$$

e. $Ea = Eto - Ee$

$$= 100,46 - 4,53$$

$$= 96,11 \text{ mm/bulan}$$

3. Keseimbangan Air

a. $\Delta S = R - E_a$

$$= 212,97 - 96,11$$

$$= 116,86 \text{ mm/bulan}$$

b. Limpasan Badai (PF = 5%)

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

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

Jadi, PF yang digunakan adalah 0

c. Kandungan Air Tanah (SS)

Jika $R > E_a$, maka SS = 0

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

Jadi, SS yang digunakan adalah 0

d. Kapasitas Kelembaban Air Tanah (SMC)

Jika SS = 0, maka kelembaban air tanah = 200

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

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

e. Kelebihan Air (WS)

$$WS = \Delta S - SS$$

$$= 116,86 - 0$$

$$= 116,86 \text{ mm/bulan}$$

4. Limpasan dan Penyimpanan Air

a. Faktor infiltrasi (i) diambil 0,4

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

c. Infiltrasi (I)

$$I = i \times WS$$

$$= 0,4 \times 116,86$$

$$= 46,74 \text{ mm/bulan}$$

d. Volume Air Tanah (G)

$$G = 0,5 (1 + k) I$$

$$= 0,5 (1 + 0,5) 46,74$$

$$= 35,06 \text{ mm/bulan}$$

- e. Penyimpanan Volume Air Tanah (L)
- $$\begin{aligned} L &= k (V_n - 1) \\ &= 0,5 (100) \\ &= 50,0 \end{aligned}$$
- f. Total Volume Penyimpanan Air Tanah (V_n)
- $$\begin{aligned} V_n &= G + L \\ &= 35,06 + 50,0 \\ &= 85,06 \end{aligned}$$
- g. Perubahan Volume Aliran dalam Tanah (ΔV_n)
- $$\begin{aligned} \Delta V_n &= V_n - V_{n-1} \\ &= 85,06 - 100 \\ &= -14,94 \end{aligned}$$
- h. Aliran Dasar (BF)
- $$\begin{aligned} BF &= I - \Delta V_n \\ &= 46,74 - (-14,94) \\ &= 61,69 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$
- i. Limpasan Langsung (Dro)
- $$\begin{aligned} Dro &= WS - I \\ &= 116,86 - 46,74 \\ &= 70,12 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$
- j. Total Limpasan (Ron)
- $$\begin{aligned} Ron &= BF + Dro \\ &= 61,69 + 70,12 \\ &= 131,80 \text{ mm/bulan} \end{aligned}$$
- k. Debit Air (Q)
- $$\begin{aligned} Q &= (Ron \times A)/n \\ &= (64,04 \times 134,14 \times 1000)/(31 \times 24 \times 3600) \\ &= 6,60 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Menghitung debit air sungai pada bulan dan tahun selanjutnya, digunakan cara yang sama seperti contoh perhitungan di atas dan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil perhitungan debit air pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Perhitungan Debit Air DAS Karanggeneng Tahun 2011

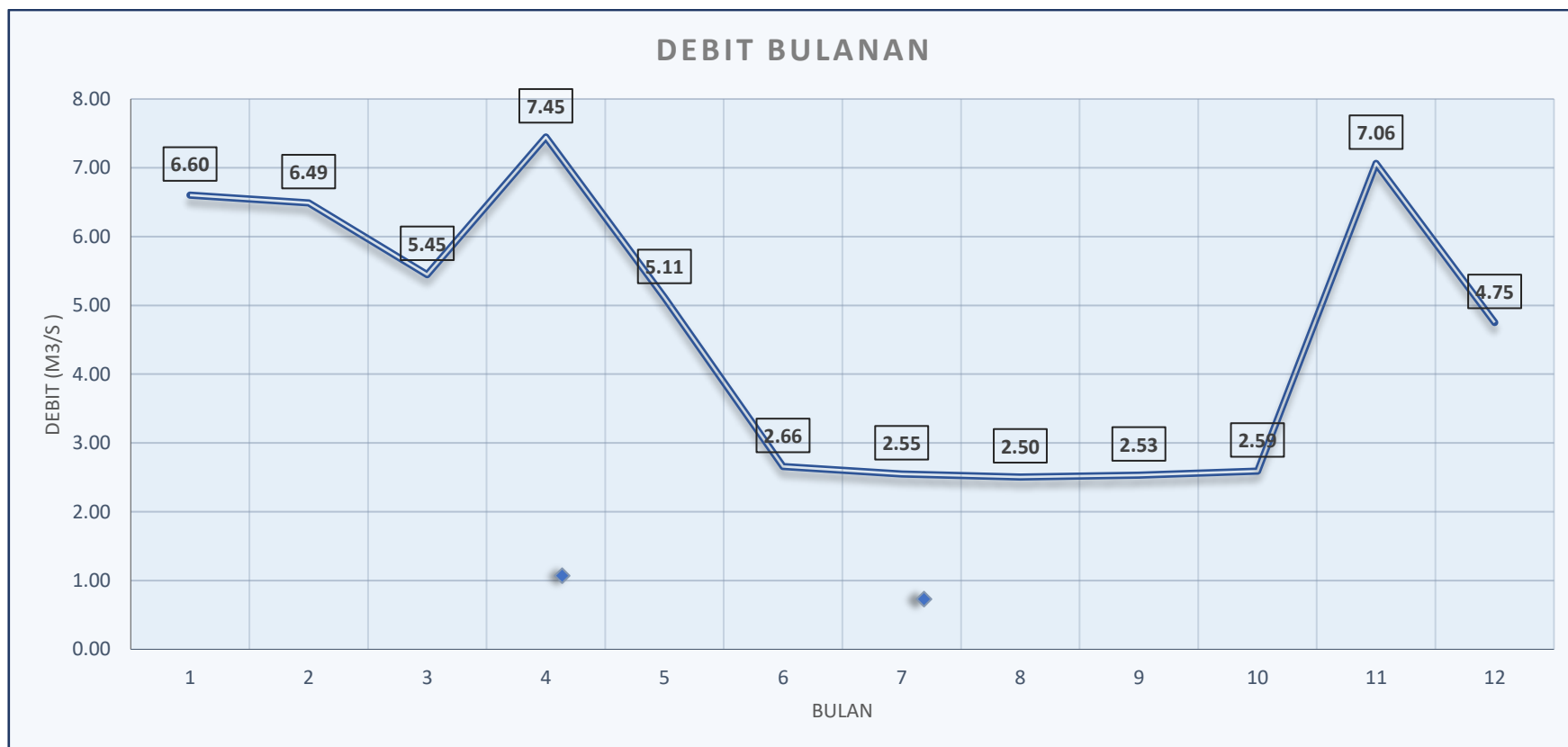
Uraian	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	212.97	213.06	183.92	231.41	167.47	35.55	10.56	0.00	6.54	20.06	242.62	175.63
Jumlah Hari Hujan (n)	Hari	15	14	12	14	13	2	0	0	1	1	13	9
Jumlah Hari 1 Bulan	Hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.25	3.77	3.54	3.21	3.25	3.61	3.76	4.35	5.69	5.81	4.06	4.16
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	100.64	105.68	109.82	96.19	100.63	108.27	116.69	134.82	170.62	180.01	121.68	129.01
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
$(Eto/Ea) = m/20 \times (18-n)$	%	4.50	6.00	9.00	6.00	7.50	24.00	27.00	27.00	25.50	25.50	7.50	13.50
$Ee = ETo \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	4.53	6.34	9.88	5.77	7.55	25.98	31.50	36.40	43.51	45.90	9.13	17.42
$Ea = Eto - Ee$	mm/bln	96.11	99.33	99.94	90.42	93.08	82.28	85.18	98.42	127.11	134.10	112.56	111.60
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	116.86	113.72	83.98	140.99	74.39	-46.74	-74.62	-98.42	-120.57	-114.04	130.06	64.04
Limpasan Badai (PF = 5%)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	0.53	0.00	0.33	1.00	0.00	0.00
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.51	-75.15	-98.42	-120.90	-115.04	0.00	0.00
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	-48.51	-75.15	-98.42	-120.90	-115.04	200.00	200.00
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	116.86	113.72	83.98	140.99	74.39	1.78	0.53	0.00	0.33	1.00	130.06	64.04

Lanjutan Tabel 4.12

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	46.74	45.49	33.59	56.40	29.76	0.71	0.21	0.00	0.13	0.40	52.03	25.61
Volume Air Tanah (G)		35.06	34.12	25.19	42.30	22.32	0.53	0.16	0.00	0.10	0.30	39.02	19.21
$L = k.(V_n-1)$	$k = 0.5$	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Volume Penyimpanan (V_n)		85.06	84.12	75.19	92.30	72.32	50.53	50.16	50.00	50.10	50.30	89.02	69.21
$\Delta V_n = V_n - V_{n-1}$	ISM = 100	-14.94	-15.88	-24.81	-7.70	-27.68	-49.47	-49.84	-50.00	-49.90	-49.70	-10.98	-30.79
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	61.69	61.37	58.40	64.10	57.44	50.18	50.05	50.00	50.03	50.10	63.01	56.40
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	70.12	68.23	50.39	84.59	44.64	2.84	0.84	0.00	0.52	1.61	78.04	38.42
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	131.80	129.61	108.79	148.69	102.07	53.02	50.90	50.00	50.56	51.71	141.04	94.83
Debit Bulanan	m ³ /s	6.60	6.49	5.45	7.45	5.11	2.66	2.55	2.50	2.53	2.59	7.06	4.75

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.3 Debit Bulanan DAS Karanggeneng Tahun 2011

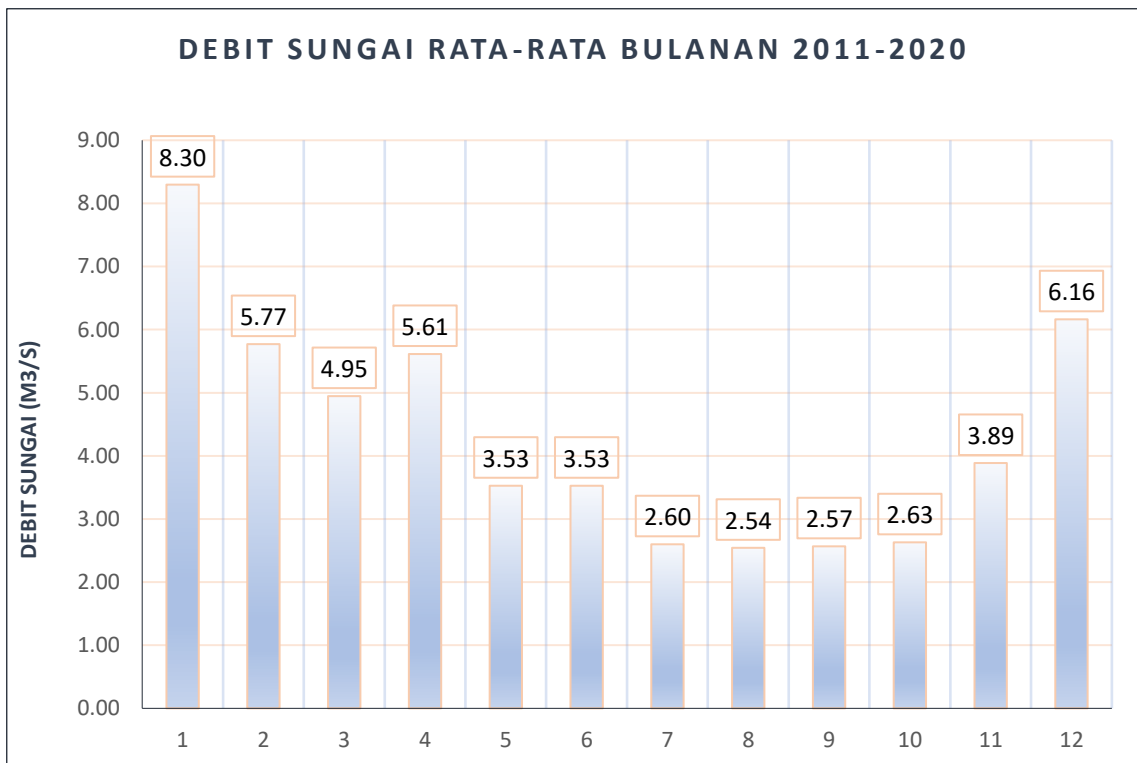


Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Debit Air DAS Karanggeneng Tahun 2011-2020

Tahun	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Des	
2011	6.60	6.49	5.45	7.45	5.11	2.66	2.55	2.50	2.53	2.59	7.06	4.75	55.74
2012	7.51	2.50	2.50	2.50	2.53	2.59	2.50	2.50	2.50	2.75	4.91	6.11	41.42
2013	14.03	2.36	4.66	10.67	6.01	5.69	2.74	2.50	2.54	2.58	2.88	13.09	69.75
2014	18.96	9.08	2.65	3.49	2.60	2.50	2.62	2.50	2.50	2.51	2.50	10.86	62.80
2015	7.01	2.60	2.50	4.24	2.69	2.52	2.50	2.50	2.50	2.51	2.60	3.62	37.79
2016	4.23	7.88	3.27	5.15	5.44	5.86	2.77	2.84	2.86	2.81	3.75	3.78	50.63
2017	6.19	7.86	9.11	4.56	2.50	5.81	2.62	2.50	2.52	2.83	3.40	2.91	52.81
2018	6.64	8.83	6.29	2.78	2.77	2.54	2.50	2.50	2.51	2.51	2.91	3.44	39.58
2019	7.16	2.85	8.86	6.76	2.69	2.51	2.50	2.50	2.50	2.50	2.84	2.91	46.58
2020	4.65	7.26	4.17	8.54	2.92	2.60	2.68	2.56	2.68	2.71	6.01	10.17	56.95
Q Rata-rata	8.30	5.77	4.95	5.61	3.53	3.53	2.60	2.54	2.57	2.63	3.89	6.16	52.07

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.4 Debit Air Rata-rata DAS Karanggeneng Tahun 2011-2020



Sumber : Perhitungan, 2021

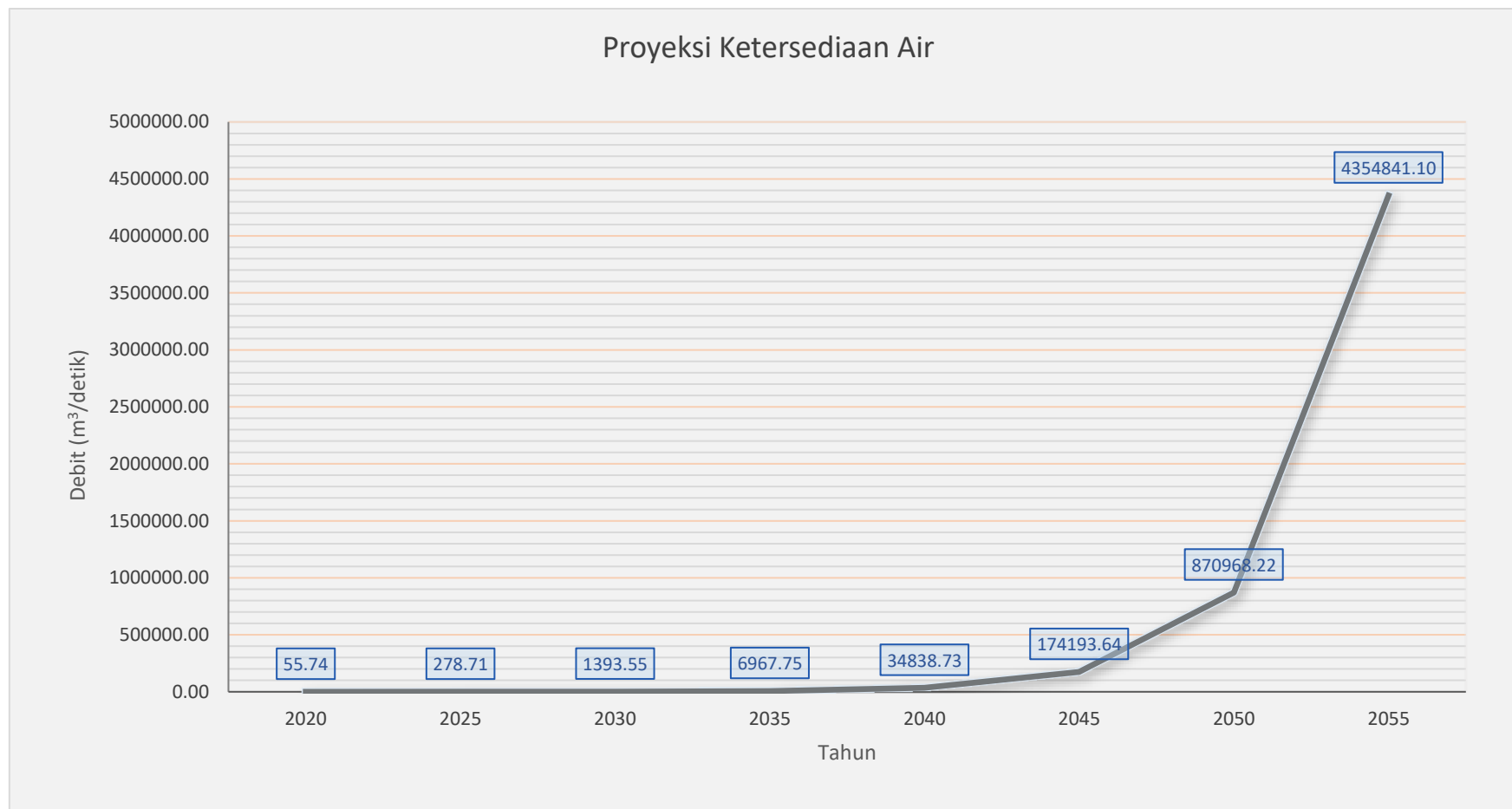
Berdasarkan hasil perhitungan debit air DAS Karanggeneng pada tahun 2020 dapat diproyeksikan ketersediaan air yang diproyeksikan pada 45 tahun mendatang, yaitu hingga tahun 2055 menggunakan metode Mock dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan ketersediaan air **4.14**

Tabel 4.14 ketersediaan Air DAS Karanggeneng Tahun 2020-2055

No.	Tahun	Ketersediaan Air
1	2020	55.74
2	2025	278.71
3	2030	1393.55
4	2035	6967.75
5	2040	34838.73
6	2045	174193.64
7	2050	870968.22
8	2055	4354841.10

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.5 Ketersediaan Air DAS Karanggeneng Tahun 2020 – 2055 (m³/detik)



4.4 Analisis Debit Andalan

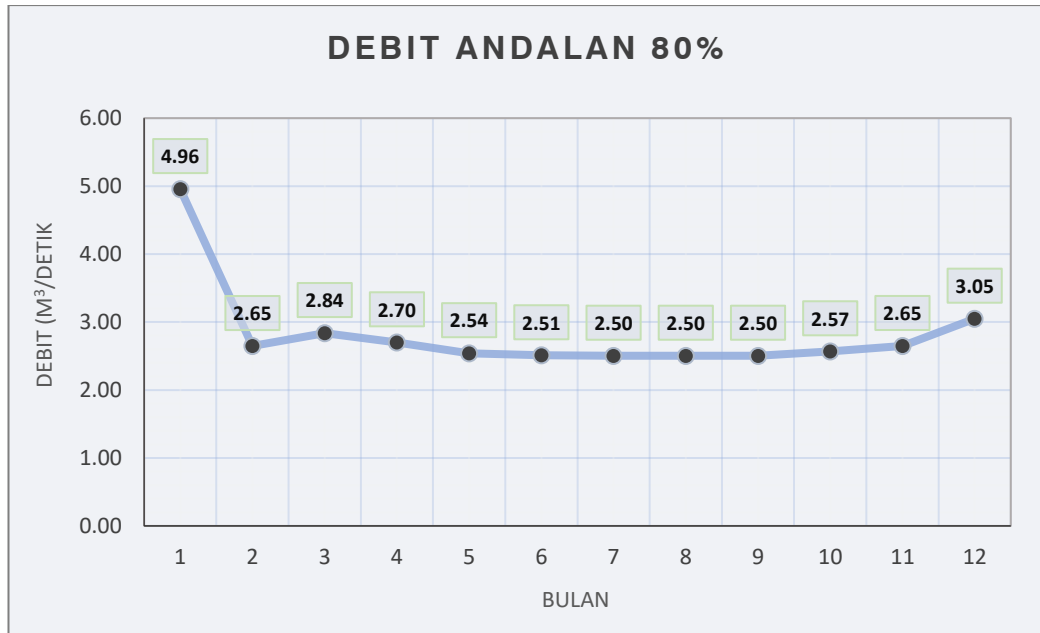
Untuk menghitung debit andalan pada DAS Karanggeneng, yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air DAS Karanggeneng bulanan dari tahun 2011-2020 dengan menggunakan metode Mock untuk menentukan Q80% dan Q90%. Dari hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.15** berikut.

Tabel 4.15 Rekapitulasi hasil Perhitungan Debit Andalan Probabilitas 80% dan 90%

No.	Probabilitas	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9.09%	18.96	9.08	9.11	10.67	6.01	5.86	2.77	2.84	2.86	2.83	7.06	13.09
2	18.18%	14.03	8.83	8.86	8.54	5.44	5.81	2.74	2.56	2.68	2.75	6.01	10.86
3	27.27%	7.51	7.88	2.50	7.45	5.11	5.69	2.68	2.50	2.54	2.71	4.91	10.17
4	36.36%	7.16	7.86	6.29	6.76	2.50	2.66	2.62	2.50	2.53	2.59	3.75	6.11
5	45.45%	7.01	7.26	5.45	5.15	2.92	2.60	2.62	2.50	2.52	2.58	3.40	4.75
6	54.55%	6.64	6.49	4.66	4.56	2.69	2.59	2.55	2.50	2.51	2.51	2.91	3.78
7	63.64%	6.60	2.50	3.27	4.24	2.69	2.54	2.50	2.50	2.50	2.51	2.88	3.44
8	72.73%	6.19	2.85	4.17	3.49	2.60	2.52	2.50	2.50	2.50	2.81	2.84	3.62
9	81.82%	4.65	2.60	2.50	2.50	2.53	2.51	2.50	2.50	2.50	2.51	2.60	2.91
10	90.91%	4.23	2.36	2.65	2.78	2.77	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.91
P	Q80%	4.96	2.65	2.84	2.70	2.54	2.51	2.50	2.50	2.50	2.57	2.65	3.05
	Q90%	4.27	2.38	2.64	2.76	2.75	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.51	2.91

Sumber : Perhitungan, 2021

Grafik 4.6 Debit Andalan Probabilitas 80%



Grafik 4.7 Debit Andalan Probabilitas 90%



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- 1) Berdasarkan perhitungan curah hujan rata-rata kawasan dengan metode Poligon Thiessen didapatkan hasil pada bulan Januari sebesar 266,01 m³/s, Februari sebesar 190,89 m³/s, Maret sebesar 187,61 m³/s, April sebesar 173,04 m³/s, Mei sebesar 95,45 m³/s, Juni sebesar 68,46 m³/s, Juli sebesar 25,94 m³/s, Agustus sebesar 9,19 m³/s, September sebesar 14,67 m³/s, Oktober sebesar 29,58 m³/s, November sebesar 145,96 m³/s, Desember sebesar 210,61 m³/s,
- 2) Perhitungan debit air rata-rata DAS Karanggeneng tahun 2011 sampai dengan tahun 2020 didapatkan hasil pada bulan Januari = 8,30 m³/s, Februari = 5,77 m³/s, Maret = 4,95 m³/s, April = 5,61 m³/s, Mei = 3,53 m³/s, Juni = 3,53 m³/s, Juli = 2,60 m³/s, Agustus = 2,54 m³/s, September = 2,57 m³/s, Oktober = 2,63 m³/s, November = 3,89 m³/s, Desember = 6,16 m³/s.
- 3) Untuk proyeksi ketersediaan air 45 tahun mendatang didapatkan hasil debit pada tahun 2025 = 278,71 m³/s, tahun 2030 = 1393,55 m³/s, 2035 = 6967,75 m³/s, 2040 = 34838,73 m³/s, 2045 = 174193,64 m³/s, 2050 = 870968,22 m³/s, dan 2055 = 4354841,10 m³/s.
- 4) Besarnya debit air dengan probabilitas 80% untuk irigasi didapatkan nilai terbesar pada bulan Januari, yaitu 4,96 m³/s. Sedangkan probabilitas 90% untuk kebutuhan PLTA debit tertinggi yaitu pada bulan Januari sebesar 4,27 m³/s dan terendah pada bulan Februari sebesar 2,38 m³/s.

5.2 Saran

1. Dengan kondisi yang ada sekarang, hasil analisa ini sebaiknya dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi instansi terkait dalam mengembangkan potensi sumber daya sungai yang tersedia di Daerah Aliran Sungai Kabupaten Rembang dengan membangun badan penyedia air baku bagi masyarakat.
2. Hasil analisa ini juga dapat dijadikan landasar/acuan pembaharuan perhitungan debit andalan untuk tahun berikutnya dengan nilai perhitungan yang lebih memadai.
3. Untuk mendapat hasil perhitungan yang lebih akurat diperlukan data-data hidrologi yang mendukung dan terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- BPSDA Seluna. 2021. *Daftar Aliran Sungai*. Kudus
- Cahya & Fauzi, Ahmad. 2021. *Analisa Debit Andalan Bendungan Randugunting Guna Mengatasi Kekeringan di Kabupaten Rembang*. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Chairani, Rizky. 2019. *Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock pada Daerah Aliran Sungai Babura*. Universitas Sumatera Utara, Indonesia.
- Gustian, Meri. Dkk. 2014. *Optimasi Parameter Model Dr. Mock Untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, dalam jurnal : Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala. Hal : 36-45. ISSN : 2302-0253.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi*, Jakarta.
- Fakhli.2017. *Perhitungan Intensitas Curah Hujan*, kumpulengineer.blogspot.co.id diakses Februari 2017.
- Setyawan, Chandra. et al. 2016, *Hydrologic Modeling for Tropical Watershed Monitoring and Evaluation*, in journal : American Journal of Engineering Research (AJER), Vol.5 Issue II, e-ISSN : 2320-0847 p-ISSN : 2320-0923.

- Soedjarwadi. 1987. *Dasar-dasar Teknik Irigasi*. KMTS-UGM. Yogyakarta.
- 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*. Medan.
- Sukmanda, R. M. B. dan Terunajaya. 2010. *Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pada Daerah Aliran Sungai Percut Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Kabupaten Deli Serdang*. Departemen Teknik Sipil : Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sutapa, I Wayan. 2015. *Study Water Availability of Malino River to Meet The Need of Water Requirement in District Ongka Malino, Central Sulawesi of Indonesia, in journal : International Journal of Engineering and Technology (IJET)*. 7(3), h. 1069-1075.
- Sutrisno & Setiawan Ferdy. 2017. *Studi Penerapan Metode F.J. Mock dan Statistik untuk Menghitung Debit Andalan PLTA Bakaru Kabupaten Pinrang*. Makassar.
- Tambun, Nohanamian. 2010. *Perhitungan Debit Andalan Sebagai Sumber Air Bersih PDAM Jayapura*. Teknik Lingkungan, FTSP-ITS.
- Wahid, Abdul. 2007. *Identifikasi kondisi sedimentasi di wadik PLTA Bakaru*. *Jurnal sains dan teknologi seri iolmu-ilmu pertanian vol 7, no. 1*. www.pascaunhas.net diakses Feruari 2017.

LAMPIRAN

DATA CURAH HUJAN

Curah Hujan Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Rembang RB 001 A	Elevasi	Biasa
No Stasiun		Tipe alat	
No In Database		Pemilik	
Lintang Selatan		Operator	
Bujur Timur			

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2011	104	135	115	130	110	15	30	0	0	25	191	250	1105	57
2012	185	109	139	111	0	21	0	0	0	27	200	225	1017	40
2013	358	113	253	210	104	97	0	0	23	0	55	449	1662	68
2014	583	289	69	84	14	58	14	0	0	0	35	360	1506	85
2015	271	74	72	129	0	0	0	0	0	0	5	166	717	73
2016	102	124	136	190	98	151	22	56	110	136	98	160	1383	95
2017	121	174	258	130	110	157	29	0	3	155	145	76	1358	85
2018	189	226	209	48	24	12	0	0	0	0	209	146	1063	105
2019	156	78	183	241	119	0	0	0	0	0	95	189	1061	105
2020	149	248	116	206	36	5	21	0	37	33	272	253	1376	125
Max	583.0	289.0	258.0	241.0	119.0	157.0	30.0	56.0	110.0	155.0	272.0	449.0	1662.0	
Rerata	221.8	157.0	155.0	147.9	61.5	51.6	11.6	5.6	17.3	37.6	130.5	227.4	1224.8	
Min	102.0	74.0	69.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	76.0	717.0	

Curah Hujan Setengah Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Rembang	Elevasi	Biasa
No Stasiun	RB 001 A		
No In Database			
Lintang Selatan			
Bujur Timur			
		Tipe alat	
		Pemilik	
		Operator	

Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		Tahunan
	Jan-1	Jan-2	Peb-1	Peb-2	Mar-1	Mar-2	Apr-1	Apr-2	Mei-1	Mei-2	Jun-1	Jun-2	Jul-1	Jul-2	Ags-1	Ags-2	Sep-1	Sep-2	Okt-1	Okt-2	Nop-1	Nop-2	Des-1	Des-2	
2011	44.0	60.0	80.0	55.0	30.0	85.0	95.0	35.0	97.0	13.0	0.0	15.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	100.0	91.0	115.0	135.0	1105
2012	90.0	95.0	63.0	46.0	77.0	62.0	95.0	16.0	0.0	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	12.0	55.0	145.0	85.0	140.0	1017
2013	161.0	197.0	58.0	55.0	145.0	108.0	109.0	101.0	42.0	62.0	87.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0	25.0	30.0	259.0	190.0	1662
2014	210.0	373.0	147.0	142.0	34.0	35.0	45.0	39.0	0.0	14.0	0.0	58.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	115.0	245.0	1506
2015	126.0	145.0	0.0	74.0	37.0	35.0	66.0	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	100.0	66.0	717
2016	22.0	80.0	82.0	42.0	124.0	12.0	145.0	45.0	2.0	96.0	12.0	139.0	0.0	22.0	56.0	0.0	0.0	110.0	124.0	12.0	2.0	96.0	115.0	45.0	1383
2017	29.0	92.0	101.0	73.0	167.0	91.0	90.0	40.0	60.0	50.0	62.0	95.0	11.0	18.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.0	148.0	27.0	118.0	66.0	10.0	1358
2018	95.0	94.0	163.0	63.0	122.0	87.0	42.0	6.0	0.0	24.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.0	166.0	28.0	118.0	1063
2019	99.0	57.0	78.0	0.0	10.0	173.0	205.0	36.0	119.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	5.0	31.0	158.0	1061
2020	119.0	30.0	103.0	145.0	83.0	33.0	125.0	81.0	12.0	24.0	2.0	3.0	21.0	0.0	0.0	0.0	5.0	32.0	5.0	28.0	48.0	224.0	161.0	92.0	1376
Max	210.0	373.0	163.0	163.0	167.0	173.0	205.0	101.0	119.0	96.0	87.0	139.0	30.0	22.0	56.0	0.0	5.0	110.0	124.0	148.0	100.0	224.0	259.0	245.0	1662
Rerata	99.5	122.3	87.5	78.5	82.9	72.1	101.7	46.2	33.2	28.3	18.4	33.2	7.6	4.0	5.6	0.0	0.5	16.8	15.1	22.5	39.5	91.0	107.5	119.9	1225
Min	22.0	30.0	0.0	0.0	10.0	12.0	42.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	10.0	717

Curah Hujan Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Sumber		
No Stasiun	RB 002	Elevasi	
No In Database		Tipe alat	Biasa
Lintang Selatan		Pemilik	
Bujur Timur		Operator	

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2011	292	285	235	296	216	44	0	0	12	15	277	120	1792	70
2012	307	151	276	73	2	10	0	0	0	72	182	205	1278	60
2013	569	89	115	407	228	233	142	0	0	34	76	405	2298	65
2014	605	302	110	131	0	105	25	0	0	0	234	349	1861	89
2015	161	99	126	113	68	0	0	0	0	5	19	115	706	60
2016	147	320	114	144	212	187	70	96	60	106	182	154	1792	83
2017	261	313	344	170	122	190	25	0	2	123	146	96	1792	90
2018	172	304	218	71	86	0	0	0	0	0	57	103	1011	45
2019	293	50	366	153	62	0	0	0	0	0	155	36	1115	95
2020	139	208	186	309	137	31	51	12	48	50	181	423	1775	84
Max	605.0	320.0	366.0	407.0	228.0	233.0	142.0	96.0	60.0	123.0	277.0	423.0	2298.0	
Rerata	294.6	212.1	209.0	186.7	113.3	80.0	31.3	10.8	12.2	40.5	150.9	200.6	1542.0	
Min	139.0	50.0	110.0	71.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	36.0	706.0	

Curah Hujan Setengah Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Sumber	Elevasi Tipe alat Pemilik Operator	Biasa
No Stasiun	RB 002		
No In Database			
Lintang Selatan			
Bujur Timur			

Tahun	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember		Tahunan
	Jan-1	Jan-2	Peb-1	Peb-2	Mar-1	Mar-2	Apr-1	Apr-2	Mei-1	Mei-2	Jun-1	Jun-2	Jul-1	Jul-2	Ags-1	Ags-2	Sep-1	Sep-2	Okt-1	Okt-2	Nop-1	Nop-2	Des-1	Des-2	
2011	123.0	169.0	174.0	111.0	68.0	167.0	193.0	103.0	126.0	90.0	0.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	15.0	145.0	132.0	86.0	34.0	1792	
2012	176.0	131.0	92.0	59.0	108.0	168.0	18.0	55.0	2.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.0	0.0	53.0	129.0	105.0	100.0	1278
2013	199.0	370.0	12.0	77.0	72.0	43.0	294.0	113.0	23.0	205.0	155.0	78.0	104.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	22.0	3.0	73.0	217.0	188.0	2298
2014	175.0	430.0	145.0	157.0	110.0	0.0	91.0	40.0	0.0	0.0	32.0	73.0	19.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.0	128.0	165.0	184.0	1861
2015	55.0	106.0	99.0	0.0	45.0	81.0	8.0	105.0	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	17.0	2.0	88.0	27.0	706
2016	88.0	59.0	100.0	220.0	106.0	8.0	18.0	126.0	22.0	190.0	78.0	109.0	50.0	20.0	66.0	30.0	15.0	45.0	106.0	0.0	22.0	160.0	38.0	116.0	1792
2017	107.0	154.0	145.0	168.0	187.0	157.0	123.0	47.0	72.0	50.0	120.0	70.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	2.0	13.0	110.0	35.0	111.0	37.0	59.0	1792
2018	117.0	55.0	154.0	150.0	98.0	120.0	6.0	65.0	0.0	86.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	45.0	5.0	98.0	1011
2019	165.0	128.0	15.0	35.0	179.0	187.0	128.0	25.0	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.0	30.0	21.0	15.0	1115
2020	70.0	69.0	153.0	55.0	103.0	83.0	193.0	116.0	72.0	65.0	31.0	0.0	46.0	5.0	8.0	4.0	23.0	25.0	28.0	22.0	23.0	158.0	205.0	218.0	1775
Max	199.0	430.0	174.0	220.0	187.0	187.0	294.0	126.0	126.0	205.0	155.0	109.0	104.0	38.0	66.0	30.0	23.0	45.0	106.0	110.0	145.0	160.0	217.0	218.0	2298
Rerata	127.5	167.1	108.9	106.1	107.6	101.4	107.2	79.5	44.7	68.6	42.6	37.4	21.9	9.4	7.4	3.4	3.8	8.4	23.6	16.9	54.1	96.8	96.7	103.9	1542
Min	55.0	55.0	12.0	0.0	45.0	0.0	6.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.0	5.0	15.0	706

Curah Hujan Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Mrayun	Elevasi	Biasa
No Stasiun	RB 010	Tipe alat	
No In Database		Pemilik	
Lintang Selatan		Operator	
Bujur Timur			

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2011	167	99	149	236	107	61	0	0	0	30	237	216	1302	69
2012	155	228	145	67	38	72	0	0	0	81	78	201	1065	72
2013	249	69	94	205	213	49	150	0	0	0	276	277	1582	87
2014	389	135	144	106	180	148	74	21	0	15	66	326	1604	74
2015	361	62	87	270	54	32	0	0	0	0	100	164	1130	67
2016	181	303	135	134	167	231	153	63	126	135	167	136	1931	110
2017	265	189	314	98	118	113	28	0	12	93	269	157	1656	85
2018	139	327	262	100	75	32	0	0	19	9	196	246	1405	81
2019	202	321	384	387	67	10	0	0	0	0	48	83	1502	82
2020	195	211	144	263	151	39	61	65	31	85	289	256	1790	80
Max	389.0	327.0	384.0	387.0	213.0	231.0	153.0	65.0	126.0	135.0	289.0	326.0	1931.0	
Rerata	230.3	194.4	185.8	186.6	117.0	78.7	46.6	14.9	18.8	44.8	172.6	206.2	1496.7	
Min	139.0	62.0	87.0	67.0	38.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	83.0	1065.0	

Curah Hujan Setengah Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Mrayun	Elevasi	Biasa
No Stasiun	RB 010		
No In Database			
Lintang Selatan			
Bujur Timur			
		Tipe alat	
		Pemilik	
		Operator	

Tahun	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember		Tahunan
	Jan-1	Jan-2	Peb-1	Peb-2	Mar-1	Mar-2	Apr-1	Apr-2	Mei-1	Mei-2	Jun-1	Jun-2	Jul-1	Jul-2	Ags-1	Ags-2	Sep-1	Sep-2	Okt-1	Okt-2	Nop-1	Nop-2	Des-1	Des-2	
2011	77.0	90.0	77.0	22.0	34.0	115.0	154.0	82.0	75.0	32.0	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	145.0	92.0	69.0	147.0	1302
2012	86.0	69.0	132.0	96.0	57.0	88.0	59.0	8.0	38.0	0.0	72.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	71.0	50.0	28.0	105.0	96.0	1065
2013	126.0	123.0	23.0	46.0	13.0	81.0	178.0	27.0	81.0	132.0	30.0	19.0	50.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	258.0	116.0	161.0	1582
2014	246.0	143.0	91.0	44.0	78.0	66.0	36.0	70.0	43.0	137.0	49.0	99.0	46.0	28.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	32.0	34.0	148.0	178.0	1604
2015	153.0	208.0	24.0	38.0	42.0	45.0	194.0	76.0	37.0	17.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.0	27.0	115.0	49.0	1130
2016	57.0	124.0	149.0	154.0	48.0	87.0	76.0	58.0	70.0	97.0	81.0	150.0	14.0	139.0	63.0	0.0	2.0	124.0	48.0	87.0	70.0	97.0	78.0	58.0	1931
2017	56.0	209.0	115.0	74.0	239.0	75.0	64.0	34.0	76.0	42.0	48.0	65.0	18.0	10.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	81.0	55.0	214.0	77.0	80.0	1656
2018	95.0	44.0	85.0	242.0	113.0	149.0	70.0	30.0	0.0	75.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	9.0	49.0	147.0	106.0	140.0	1405
2019	60.0	142.0	221.0	100.0	224.0	160.0	357.0	30.0	67.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	7.0	10.0	73.0	1502
2020	78.0	117.0	119.0	92.0	89.0	55.0	190.0	73.0	54.0	97.0	33.0	6.0	22.0	39.0	65.0	0.0	0.0	31.0	22.0	63.0	69.0	220.0	70.0	186.0	1790
Max	246.0	209.0	221.0	242.0	239.0	160.0	357.0	82.0	81.0	137.0	81.0	150.0	50.0	139.0	65.0	0.0	19.0	124.0	48.0	87.0	145.0	258.0	148.0	186.0	1931
Rerata	103.4	126.9	103.6	97.2	93.7	92.1	137.8	48.8	54.1	62.9	35.5	43.2	15.0	31.6	14.9	0.0	2.1	16.7	9.2	35.6	60.2	112.4	89.4	116.8	1497
Min	56.0	44.0	23.0	22.0	13.0	45.0	36.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	7.0	10.0	49.0	1065

**PERHITUNGAN CURAH HUJAN METODE
POLIGON THIESSEN TAHUN 2011-2020**

Hasil Perhitungan Bulan Januari

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	4908.80	21351.04	2307.94	28567.78	134.14	212.97
2012	8732.00	22447.84	2142.10	33321.94	134.14	248.41
2013	16897.60	41605.28	3441.18	61944.06	134.14	461.79
2014	27517.60	44237.60	5375.98	77131.18	134.14	575.01
2015	12791.20	11772.32	4989.02	29552.54	134.14	220.31
2016	4814.40	10748.64	2501.42	18064.46	134.14	134.67
2017	5711.20	19084.32	3662.30	28457.82	134.14	212.15
2018	13819.68	12576.64	1920.98	28317.30	134.14	211.10
2019	7363.20	21424.16	2791.64	31579.00	134.14	235.42
2020	7032.80	10163.68	2694.90	19891.38	134.14	148.29

Hasil Perhitungan Bulan Februari

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	6372.00	20839.20	1368.18	28579.38	134.14	213.06
2012	5144.80	11041.12	3150.96	19336.88	134.14	144.15
2013	5333.60	6507.68	953.58	12794.86	134.14	95.38
2014	13640.80	22082.24	1865.70	37588.74	134.14	280.22
2015	3492.80	7238.88	856.84	11588.52	134.14	86.39
2016	5852.80	23398.40	4187.46	33438.66	134.14	249.28
2017	8212.80	22886.56	2611.98	33711.34	134.14	251.31
2018	10667.20	22228.48	4519.14	37414.82	134.14	278.92
2019	3681.60	3656.00	4436.22	11773.82	134.14	87.77
2020	11705.60	15208.96	2916.02	29830.58	134.14	222.38

Hasil Perhitungan Bulan Maret

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	5428.00	17183.20	2059.18	24670.38	134.14	183.92
2012	6560.80	20181.12	2003.90	28745.82	134.14	214.30
2013	11941.60	8408.80	1299.08	21649.48	134.14	161.39
2014	3256.80	8043.20	1990.08	13290.08	134.14	99.08
2015	3398.40	9213.12	1202.34	13813.86	134.14	102.98
2016	6419.20	8335.68	1865.70	16620.58	134.14	123.90
2017	12177.60	25153.28	4339.48	41670.36	134.14	310.65
2018	9864.80	15940.16	3620.84	29425.80	134.14	219.37
2019	8637.60	26761.92	5306.88	40706.40	134.14	303.46
2020	5475.20	13600.32	1990.08	21065.60	134.14	157.04

Hasil Perhitungan Bulan April

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	6136.00	21643.52	3261.52	31041.04	134.14	231.41
2012	5239.20	5337.76	925.94	11502.90	134.14	85.75
2013	9912.00	29759.84	2833.10	42504.94	134.14	316.87
2014	3964.80	9578.72	1464.92	15008.44	134.14	111.89
2015	6088.80	8262.56	3731.40	18082.76	134.14	134.81
2016	8968.00	10529.28	1851.88	21349.16	134.14	159.16
2017	6136.00	12430.40	1354.36	19920.76	134.14	148.51
2018	2265.60	5191.52	1382.00	8839.12	134.14	65.89
2019	11375.20	11187.36	5348.34	27910.90	134.14	208.07
2020	9723.20	22594.08	3634.66	35951.94	134.14	268.02

Hasil Perhitungan Bulan Mei

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma PxA/\Sigma A$
2011	5192.00	15793.92	1478.74	22464.66	134.14	167.47
2012	0.00	146.24	525.16	671.40	134.14	5.01
2013	4908.80	16671.36	2943.66	24523.82	134.14	182.82
2014	660.80	0.00	2487.60	3148.40	134.14	23.47
2015	0.00	4972.16	746.28	5718.44	134.14	42.63
2016	4625.60	15501.44	2307.94	22434.98	134.14	167.25
2017	5192.00	8920.64	1630.76	15743.40	134.14	117.37
2018	1132.80	6288.32	1036.50	8457.62	134.14	63.05
2019	5616.80	4533.44	925.94	11076.18	134.14	82.57
2020	1699.20	10017.44	2086.82	13803.46	134.14	102.90

Hasil Perhitungan Bulan Juni

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma PxA/\Sigma A$
2011	708.00	3217.28	843.02	4768.30	134.14	35.55
2012	991.20	731.20	995.04	2717.44	134.14	20.26
2013	4578.40	17036.96	677.18	22292.54	134.14	166.19
2014	2737.60	7677.60	148.00	10563.20	134.14	78.75
2015	0.00	0.00	442.24	442.24	134.14	3.30
2016	7127.20	13673.44	3192.42	23993.06	134.14	178.87
2017	7410.40	13892.80	1561.66	22864.86	134.14	170.46
2018	566.40	0.00	442.24	1008.64	134.14	7.52
2019	0.00	0.00	138.20	138.20	134.14	1.03
2020	236.00	2266.72	538.98	3041.70	134.14	22.68

Hasil Perhitungan Bulan Juli

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma P \times A / \Sigma A$
2011	1416.00	0.00	0.00	1416.00	134.14	10.56
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2013	0.00	10383.04	2073.00	12456.04	134.14	92.86
2014	660.80	1828.00	1022.68	3511.48	134.14	26.18
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2016	1038.40	5118.40	2114.46	8271.26	134.14	61.66
2017	1368.80	1828.00	386.96	3583.76	134.14	26.72
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2020	991.20	3729.12	843.02	5563.34	134.14	41.47

Hasil Perhitungan Bulan Agustus

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma P \times A / \Sigma A$
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2014	0.00	0.00	21.00	21.00	134.14	0.16
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2016	2643.20	7019.52	870.66	10533.38	134.14	78.53
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2020	0.00	877.44	898.30	1775.74	134.14	13.24

Hasil Perhitungan Bulan September

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	0.00	877.44	0.00	877.44	134.14	6.54
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2013	1085.60	0.00	0.00	1085.60	134.14	8.09
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2016	5192.00	4387.20	1741.32	11320.52	134.14	84.39
2017	141.60	146.24	165.84	453.68	134.14	3.38
2018	0.00	0.00	262.58	262.58	134.14	1.96
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2020	1746.40	3509.76	428.42	5684.58	134.14	42.38

Hasil Perhitungan Bulan Oktober

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	1180.00	1096.80	414.60	2691.40	134.14	20.06
2012	1274.40	5264.64	1119.42	7658.46	134.14	57.09
2013	0.00	2486.08	0.00	2486.08	134.14	18.53
2014	0.00	0.00	207.30	207.30	134.14	1.55
2015	0.00	69.10	0.00	69.10	134.14	0.52
2016	6419.20	1464.92	1865.70	9749.82	134.14	72.68
2017	7316.00	1699.86	1285.26	10301.12	134.14	76.79
2018	0.00	0.00	124.38	124.38	134.14	0.93
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	134.14	0.00
2020	1557.60	3656.00	1174.70	6388.30	134.14	47.62

Hasil Perhitungan Bulan November

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	9015.20	20254.24	3275.34	32544.78	134.14	242.62
2012	9440.00	13307.84	1077.96	23825.80	134.14	177.62
2013	2596.00	5557.12	3814.32	11967.44	134.14	89.22
2014	1652.00	17110.08	912.12	19674.20	134.14	146.67
2015	236.00	1389.28	1382.00	3007.28	134.14	22.42
2016	4625.60	13307.84	2307.94	20241.38	134.14	150.90
2017	6844.00	10675.52	3717.58	21237.10	134.14	158.32
2018	9864.80	4167.84	2708.72	16741.36	134.14	124.81
2019	4484.00	11333.60	663.36	16480.96	134.14	122.86
2020	12838.40	13234.72	3993.98	30067.10	134.14	224.15

Hasil Perhitungan Bulan Desember

TAHUN	P1.A1	P2.A2	P3.A3	$\Sigma P.A$	ΣA	$\Sigma Px A / \Sigma A$
2011	11800.00	8774.40	2985.12	23559.52	134.14	175.63
2012	10620.00	14989.60	2777.82	28387.42	134.14	211.63
2013	21192.80	29613.60	3828.14	54634.54	134.14	407.29
2014	16992.00	25518.88	4505.32	47016.20	134.14	350.50
2015	7835.20	8408.80	2266.48	18510.48	134.14	137.99
2016	7552.00	11260.48	1879.52	20692.00	134.14	154.26
2017	3587.20	7019.52	2169.74	12776.46	134.14	95.25
2018	6891.20	7531.36	3399.72	17822.28	134.14	132.86
2019	8920.80	2632.32	1147.06	12700.18	134.14	94.68
2020	11941.60	30929.76	3537.92	46409.28	134.14	345.98

PERHITUNGAN
EVAPOTRANSPIRASI
2012 – 2014

REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI TAHUN 2012

PARAMETER	Satuan	Tahun 2012 / Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatu, (T)	°C	25.80	25.90	25.90	25.90	25.80	25.80	25.90	25.80	25.80	25.90	25.90	25.80
Kecepatan angin, (U)	km/hari	78.50	51.20	71.00	52.50	50.80	49.10	49.80	63.50	68.40	87.80	46.30	49.80
Fungsi angin, (f(U))	km/hari	0.48	0.41	0.46	0.41	0.41	0.40	0.40	0.44	0.45	0.51	0.40	0.40
Penyinaran matahari, ((n/N)%)	%	29.60	36.70	34.10	46.70	62.30	66.00	67.50	68.60	71.70	61.80	43.80	31.50
Kelembaban relatif, (RH)	%	99.00	98.50	98.90	98.40	98.40	98.80	98.80	94.61	99.00	99.20	99.30	98.30
Tekan uap jenuh, (ea) (mbar) (Tabel)	Kpa	31.80	31.80	31.90	31.90	31.80	31.80	31.90	31.80	31.80	31.90	31.90	31.80
Tekan uap nyata, (ed) = ea x RH/100	Kpa	31.48	31.32	31.55	31.39	31.29	31.42	31.52	30.09	31.48	31.64	31.68	31.26
Perbedaan Tekan uap, (ea - ed)	Kpa	0.32	0.48	0.35	0.51	0.51	0.38	0.38	1.71	0.32	0.26	0.22	0.54
faktor Penggali, (W) (Tabel)		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Faktor pembobotan, (1 - W)	eI.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Radasi ekstra terestrial, (Ra) (Tabel)	mm/hari	15.90	16.07	15.60	14.63	13.26	12.66	13.00	13.89	14.96	15.73	15.90	15.80
Radasi sinar matahari, (Rs) = (0.25+0.5 n/N)Ra	mm/hari	6.33	6.97	6.56	7.07	7.45	7.34	7.64	8.24	9.10	8.79	7.46	6.44
Radasi netto gel. Pendek, (Rns)= (1 - α)Rs α=0.23	mm/hari	4.87	5.36	5.05	5.45	5.73	5.65	5.88	6.34	7.01	6.77	5.74	4.96
Fungsi Suhu, (f(T)) (Tabel)		15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80
Fungsi twkan uap nyata, f(ed) = 0.33 + 0.044 ed^0.5		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.08
Fungsi Penyinaran, f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N		0.37	0.43	0.41	0.52	0.66	0.69	0.71	0.72	0.75	0.66	0.49	0.38
Radasi gel. Panjang netto, (Rnl) = f(T).f(ed).f(n/N)	mm/hari	0.48	0.57	0.54	0.69	0.87	0.92	0.93	0.95	1.14	0.78	0.65	0.51
Radasi netto, (Rn) = Rns + Rnl	mm/hari	4.39	4.80	4.51	4.76	4.86	4.74	4.95	5.39	5.87	6.00	5.09	4.45
Faktor koreksi (C)		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10
Evaptranspirasi, (ET0)	mm/hari	3.75	4.12	3.51	3.35	3.42	3.30	3.44	4.61	4.96	5.05	4.27	3.85

REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI TAHUN 2013

PARAMETER	Satuan	Tahun 2013 / Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatu, (T)	°C	25.75	25.87	25.86	25.82	25.78	25.88	25.82	25.89	25.88	25.83	25.81	25.85
Kecepatan angin, (U)	km/hari	98.19	60.14	42.74	40.23	36.10	30.17	46.84	68.39	67.37	59.97	30.33	45.00
Fungsi angin, (f(U))	km/hari	0.54	0.43	0.39	0.38	0.37	0.35	0.40	0.45	0.45	0.43	0.35	0.39
Penyinaran matahari, ((n/N)%)	%	37.95	42.27	40.32	39.39	54.22	48.39	54.04	66.94	61.01	62.27	42.40	27.41
Kelembaban relatif, (RH)	%	98.94	98.86	98.71	98.93	98.32	98.70	98.71	98.74	98.80	98.90	98.60	98.90
Tekan uap jenuh, (ea) (mbar) (Tabel)	Kpa	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70
Tekan uap nyata, (ed) = ea x RH/100	Kpa	31.36	31.34	31.29	31.36	31.17	31.29	31.29	31.30	31.32	31.35	31.26	31.35
Perbedaan Tekan uap, (ea - ed)	Kpa	0.34	0.36	0.41	0.34	0.53	0.41	0.41	0.40	0.38	0.35	0.44	0.35
faktor Penggali, (W) (Tabel)		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Faktor pembobotan, (1 - W)	eI.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Radasi ekstra terestrial, (Ra) (Tabel)	mm/hari	15.90	16.07	15.60	14.63	13.26	12.66	13.00	13.89	14.96	15.73	15.90	15.80
Radiasi sinar matahari, (Rs) = (0.25+0.5 n/N)Ra	mm/hari	6.99	7.41	7.04	6.54	6.91	6.23	6.76	8.12	8.30	8.83	7.35	6.12
Radiasi netto gel. Pendek, (Rns)= (1 - α)Rs ,α=0,23	mm/hari	5.38	5.71	5.42	5.03	5.32	4.80	5.21	6.25	6.39	6.80	5.66	4.71
Fungsi Suhu, (f(T)) (Tabel)		15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85
Fungsi twkan uap nyata, f(ed) = 0.33 0 0.044 ed^0.5		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Fungsi Penyinaran, f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N		0.44	0.48	0.46	0.45	0.59	0.54	0.59	0.70	0.65	0.66	0.48	0.35
Radiasi gel. Panjang netto, (Rnl) = f(T).f(ed).f(n/N)	mm/hari	0.59	0.64	0.61	0.60	0.78	0.71	0.78	0.93	0.86	0.88	0.64	0.46
Radiasi netto, (Rn) = Rns - Rnl	mm/hari	4.80	5.07	4.81	4.43	4.54	4.09	4.43	5.32	5.53	5.92	5.02	4.25
Faktor koreksi (C)		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10
Evaptranspirasi, (ET0)	mm/hari	4.11	4.31	3.73	3.08	3.20	2.86	3.10	4.13	4.71	5.01	4.27	3.62

REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI TAHUN 2014

PARAMETER	Satuan	Tahun 2014 / Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatu, (T)	°C	25.82	25.84	25.85	25.87	25.85	25.89	25.85	26.33	25.66	27.66	27.45	26.84
Kecepatan angin, (U)	km/hari	23.81	30.45	13.52	11.57	45.90	52.00	54.13	63.61	71.03	63.68	27.70	10.52
Fungsi angin,(f(U))	km/hari	0.33	0.35	0.31	0.30	0.39	0.41	0.42	0.44	0.46	0.44	0.34	0.30
Penyinaran matahari, ((n/N)%)	%	19.16	23.50	46.79	50.05	58.30	57.54	57.25	65.26	65.44	59.72	42.96	27.14
Kelembaban relatif, (RH)	%	98.68	98.82	98.61	98.60	98.74	98.73	98.55	94.61	91.27	95.87	95.07	93.29
Tekan uap jenuh, (ea) (mbar) (Tabel)	Kpa	31.70	31.70	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	33.60	31.70	35.80	35.70	33.70
Tekan uap nyata, (ed) = ea x RH/100	Kpa	31.30	31.33	31.36	31.35	31.40	31.40	31.34	31.79	28.93	34.32	33.94	31.44
Perbedaan Tekan uap, (ea - ed)	Kpa	0.40	0.37	0.44	0.45	0.40	0.40	0.46	1.81	2.77	1.48	1.76	2.26
faktor Penggali, (W) (Tabel)		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75	0.77	0.77	0.76
Faktor pembobotan, (1 - W)	el.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.25	0.23	0.23	0.24
Radasi ekstra terestrial, (Ra) (Tabel)	mm/hari	15.90	16.07	15.60	14.63	13.26	12.66	13.00	13.89	14.96	15.73	15.90	15.80
Radasi sinar matahari, (Rs) = (0.25+0.5 n/N)Ra	mm/hari	5.50	5.91	7.55	7.32	7.18	6.81	6.97	8.00	8.63	8.63	7.39	6.09
Radiasi netto gel. Pendek, (Rns)= (1 . α)Rs ,α=0,23	mm/hari	4.23	4.55	5.81	5.64	5.53	5.24	5.37	6.16	6.65	6.64	5.69	4.69
Fungsi Suhu,(f(T)) (Tabel)		15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.90	15.80	16.00	16.00	15.80
Fungsi twkan uap nyata, f(ed) = 0.33 0 0.044 ed^0.5		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.08
Fungsi Penyinaran, f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N		0.27	0.31	0.52	0.55	0.62	0.62	0.62	0.69	0.69	0.64	0.49	0.34
Radiasi gel. Panjang netto, (Rnl) = f(T).f(ed).f(n/N)	mm/hari	0.36	0.41	0.69	0.73	0.83	0.82	0.81	0.91	1.05	0.76	0.65	0.45
Radiasi netto, (Rn) = Rns - Rnl	mm/hari	3.87	4.14	5.12	4.91	4.70	4.43	4.56	5.25	5.60	5.88	5.04	4.24
Faktor koreksi (C)		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10
Evapotranspirasi, (ETO)	mm/hari	3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11

**PERHITUNGAN DEBIT DAS
KARANGGENENG**

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR 2012

Uraian	Sat	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	248.41	144.15	214.30	85.75	5.01	20.26	0.00	0.00	0.00	57.09	177.62	211.63
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	12	8	9	4	1	1	0	0	0	5	8	12
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.75	4.12	3.51	3.35	3.42	3.30	3.44	4.61	4.96	5.05	4.27	3.85
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	116.16	119.40	108.71	100.63	106.04	99.04	106.74	143.02	148.85	156.64	128.14	119.43
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(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	10.45	17.91	14.68	21.13	27.04	25.26	28.82	38.62	40.19	30.54	19.22	10.75
Ea = Eto - Ee	mm/bln	105.71	101.49	94.03	79.50	79.00	73.79	77.92	104.40	108.66	126.09	108.92	108.68
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	142.70	42.67	120.27	6.25	-73.99	-53.53	-77.92	-104.40	-108.66	-69.00	68.70	102.95
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0.25026092	1.01291188	0	0	0	2.85465186	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	42.67	120.27	6.25	-74.24	-54.54	-77.92	-104.40	-108.66	-71.85	0	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	42.67	120.27	6.25	-74.24	-54.54	-77.92	-104.4	-108.66	-71.85	200	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	142.70	0.00	0.00	0.00	0.25	1.01	0.00	0.00	0.00	2.85	68.70	102.95
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	57.08	0.00	0.00	0.00	0.10	0.41	0.00	0.00	0.00	1.14	27.48	41.18
Volume Air Tanah (G)		42.81	0.00	0.00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.00	0.00	0.86	20.61	30.88
$L = k.(Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		92.81	50.00	50.00	50.00	50.08	50.30	50.00	50.00	50.00	50.86	70.61	80.88
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-7.19	-50.00	-50.00	-50.00	-49.92	-49.70	-50.00	-50.00	-50.00	-49.14	-29.39	-19.12
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	64.27	50.00	50.00	50.00	50.03	50.10	50.00	50.00	50.00	50.29	56.87	60.29
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	85.62	0.00	0.00	0.00	0.40	1.62	0.00	0.00	0.00	4.57	41.22	61.77
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	149.89	50.00	50.00	50.00	50.43	51.72	50.00	50.00	50.00	54.85	98.09	122.06
Debit Bulanan	m3/s	7.51	2.50	2.50	2.50	2.53	2.59	2.50	2.50	2.50	2.75	4.91	6.11

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2013

Uraian	Sat	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	461.79	95.38	161.39	316.87	182.82	166.19	92.86	0.00	8.09	18.53	89.22	407.29
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	21	10	9	12	7	10	11	0	0	2	3	14
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		4.11	4.31	3.73	3.08	3.20	2.86	3.10	4.13	4.71	5.01	4.27	3.62
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	127.33	120.77	115.53	92.36	99.12	85.68	96.10	127.98	141.21	155.36	128.06	112.17
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	-4.50	12.00	13.50	9.00	16.50	12.00	10.50	27.00	27.00	24.00	22.50	6.00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	-5.73	14.49	15.60	8.31	16.36	10.28	10.09	34.55	38.13	37.29	28.81	6.73
Ea = Eto - Ee	mm/bln	133.06	106.28	99.93	84.05	82.77	75.39	86.01	93.42	103.09	118.07	99.25	105.44
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	328.73	-10.90	61.46	232.82	100.05	90.79	6.85	-93.42	-94.99	-99.54	-10.03	301.85
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	4.77	0	0	0	0	0	0	0.40	0.93	4.46	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	0	0	0	0	-93.42	-95.40	-100.47	-14.49	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	200	200	200	200	-93.42	-95.40	-100.47	-14.49	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	328.73	-10.90	61.46	232.82	100.05	90.79	6.85	0.00	0.40	0.93	4.46	301.85
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	131.49	-4.36	24.59	93.13	40.02	36.32	2.74	0.00	0.16	0.37	1.78	120.74
Volume Air Tanah (G)		98.62	-3.27	18.44	69.85	30.02	27.24	2.06	0.00	0.12	0.28	1.34	90.56
$L = k.(Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		148.62	46.73	68.44	119.85	80.02	77.24	52.06	50.00	50.12	50.28	51.34	140.56
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	48.62	-53.27	-31.56	19.85	-19.98	-22.76	-47.94	-50.00	-49.88	-49.72	-48.66	40.56
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	82.87	48.91	56.15	73.28	60.01	59.08	50.69	50.00	50.04	50.09	50.45	80.19
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	197.24	-1.77	36.88	139.69	60.03	54.48	4.11	0.00	0.65	1.48	7.14	181.11
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	280.11	47.14	93.03	212.97	120.04	113.56	54.80	50.00	50.69	51.58	57.58	261.30
Debit Bulanan	m3/s	14.03	2.36	4.66	10.67	6.01	5.69	2.74	2.50	2.54	2.58	2.88	13.09

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR 2014

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	575.01	280.22	99.08	111.89	23.47	78.75	26.18	0.16	0.00	1.55	146.67	350.50
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	20	14	3	6	0	4	3	0	0	0	7	10
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	-3.00	6.00	22.50	18.00	27.00	21.00	22.50	27.00	27.00	27.00	16.50	12.00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	-3.07	5.92	27.52	18.38	27.47	19.52	22.35	38.49	45.93	46.33	23.67	15.28
Ea = Eto - Ee	mm/bln	105.57	92.67	94.79	83.73	74.26	73.45	76.98	104.05	124.18	125.26	119.80	112.03
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	469.44	187.55	4.29	28.16	-50.79	5.30	-50.81	-103.90	-124.18	-123.72	26.87	238.47
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	1.17	0	1.31	0.01	0	0.08	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	0	-51.96	5.30	-52.11	-103.91	-124.18	-123.80	26.87	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	200	-51.96	5.3	-52.11	-103.91	-124.18	-124.8	26.87	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	469.44	187.55	4.29	28.16	1.17	0.00	1.31	0.01	0.00	0.08	0.00	238.47
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	187.78	75.02	1.72	11.26	0.47	0.00	0.52	0.00	0.00	0.03	0.00	95.39
Volume Air Tanah (G)		140.83	56.27	1.29	8.45	0.35	0.00	0.39	0.00	0.00	0.02	0.00	71.54
$L = k \cdot (V_n - 1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		190.83	106.27	51.29	58.45	50.35	50.00	50.39	50.00	50.00	50.02	50.00	121.54
$\Delta V_n = V_n - V_{n-1}$	ISM = 100	90.83	6.27	-48.71	-41.55	-49.65	-50.00	-49.61	-50.00	-50.00	-49.98	-50.00	21.54
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	96.94	68.76	50.43	52.82	50.12	50.00	50.13	50.00	50.00	50.01	50.00	73.85
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	281.66	112.53	2.57	16.89	1.88	0.00	2.09	0.01	0.00	0.12	0.00	143.08
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	378.61	181.29	53.00	69.71	52.00	50.00	52.23	50.01	50.00	50.13	50.00	216.93
Debit Bulanan	m ³ /s	18.96	9.08	2.65	3.49	2.60	2.50	2.62	2.50	2.50	2.51	2.50	10.86

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2015

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	220.31	86.39	102.98	134.81	42.63	3.30	0.00	0.00	0.00	0.52	22.42	137.99
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	11	8	6	7	3	0	0	0	0	1	4	7
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	10.50	15.00	18.00	16.50	22.50	27.00	27.00	27.00	27.00	25.50	21.00	16.50
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	10.76	14.79	22.01	16.85	22.89	25.10	26.82	38.49	45.93	43.76	30.13	21.01
Ea = Eto - Ee	mm/bln	91.73	83.80	100.29	85.26	78.84	67.87	72.51	104.05	124.18	127.84	113.35	106.31
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	128.58	2.59	2.69	49.54	-36.21	-64.57	-72.51	-104.05	-124.18	-127.32	-90.93	31.69
Limpasan Badai (PF = 5%)		0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	0.16	0.00	0.00	0.00	0.03	1.12	0.00
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0.00	0.00	2.69	0.00	-38.34	-64.74	-72.51	-104.05	-124.18	-127.35	-92.05	0.00
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200.00	200.00	2.69	200.00	-38.34	-64.74	-72.51	-104.05	-124.18	-127.35	-92.05	200.00
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	128.58	2.59	0.00	49.54	2.13	0.16	0.00	0.00	0.00	0.03	1.12	31.69
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	51.43	1.04	0.00	19.82	0.85	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.45	12.68
Volume Air Tanah (G)		38.57	0.78	0.00	14.86	0.64	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34	9.51
$L = k \cdot (Vn-1)$	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)		88.57	50.78	50.00	64.86	50.64	50.05	50.00	50.00	50.00	50.01	50.34	59.51
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-11.43	-49.22	-50.00	-35.14	-49.36	-49.95	-50.00	-50.00	-50.00	-49.99	-49.66	-40.49
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	62.86	50.26	50.00	54.95	50.21	50.02	50.00	50.00	50.00	50.00	50.11	53.17
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	77.15	1.56	0.00	29.73	3.41	0.26	0.00	0.00	0.00	0.04	1.79	19.01
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	140.01	51.82	50.00	84.68	53.62	50.28	50.00	50.00	50.00	50.04	51.91	72.18
Debit Bulanan	m3/s	7.01	2.60	2.50	4.24	2.69	2.52	2.50	2.50	2.50	2.51	2.60	3.62

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2016

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	134.67	249.28	123.90	159.16	167.25	178.87	61.66	78.53	84.39	72.68	150.90	154.26
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	7	14	7	6	6	11	5	4	4	5	5	13
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	102.10	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	16.50	6.00	16.50	18.00	18.00	10.50	19.50	21.00	21.00	19.50	19.50	7.50
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	16.91	6.13	20.18	18.38	18.31	9.76	19.37	29.93	35.72	33.46	27.98	9.55
Ea = Eto - Ee	mm/bln	85.58	95.98	102.12	83.73	83.42	83.21	79.96	112.61	134.39	138.13	115.50	117.76
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	49.09	153.30	21.78	75.43	83.83	95.66	-18.30	-34.08	-49.99	-65.45	35.40	36.49
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0	0	3.08307	3.926264	4.219666	3.634196	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	0	0	0	-21.38	-38.01	-54.21	-69.08	0	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	200	200	200	-21.38	-38.01	-54.21	-69.08	200	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	49.09	153.30	21.78	75.43	83.83	95.66	3.08	3.93	4.22	3.63	35.40	36.49
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	19.64	61.32	8.71	30.17	33.53	38.26	1.23	1.57	1.69	1.45	14.16	14.60
Volume Air Tanah (G)		14.73	45.99	6.53	22.63	25.15	28.70	0.92	1.18	1.27	1.09	10.62	10.95
$L = k \cdot (Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		64.73	95.99	56.53	72.63	75.15	78.70	50.92	51.18	51.27	51.09	60.62	60.95
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-35.27	-4.01	-43.47	-27.37	-24.85	-21.30	-49.08	-48.82	-48.73	-48.91	-39.38	-39.05
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	54.91	65.33	52.18	57.54	58.38	59.57	50.31	50.39	50.42	50.36	53.54	53.65
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	29.45	91.98	13.07	45.26	50.30	57.39	4.93	6.28	6.75	5.81	21.24	21.90
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	84.36	157.31	65.25	102.80	108.68	116.96	55.24	56.67	57.17	56.18	74.78	75.55
Debit Bulanan	m ³ /s	4.23	7.88	3.27	5.15	5.44	5.86	2.77	2.84	2.86	2.81	3.75	3.78

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2017

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	212.15	251.31	310.65	148.51	117.37	170.46	26.72	0.00	3.38	76.79	158.32	95.25
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	21	18	18	10	8	6	1	0	1	8	13	10
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	-4.50	0.00	0.00	12.00	15.00	18.00	25.50	27.00	25.50	15.00	7.50	12.00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	-4.61	0.00	0.00	12.25	15.26	16.74	25.33	38.49	43.38	25.74	10.76	15.28
Ea = Eto - Ee	mm/bln	107.10	98.58	122.30	89.86	86.47	76.24	74.00	104.05	126.73	145.86	132.72	112.03
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	105.05	152.73	188.34	58.65	30.90	94.22	-47.29	-104.05	-123.35	-69.06	25.60	-16.79
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0.00	0.00	1.34	0.00	0.17	3.84	0.00	4.76
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	0	30.90	0.00	-48.62	-104.05	-123.52	-72.90	0.00	-21.55
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	200	30.9	200	-48.62	-104.05	-123.52	-72.9	200	-21.55
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	105.05	152.73	188.34	58.65	0.00	94.22	1.34	0.00	0.17	3.84	25.60	4.76
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	42.02	61.09	75.34	23.46	0.00	37.69	0.53	0.00	0.07	1.54	10.24	1.90
Volume Air Tanah (G)		31.51	45.82	56.50	17.60	0.00	28.27	0.40	0.00	0.05	1.15	7.68	1.43
$L = k.(Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		81.51	95.82	106.50	67.60	50.00	78.27	50.40	50.00	50.05	51.15	57.68	51.43
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-18.49	-4.18	6.50	-32.40	-50.00	-21.73	-49.60	-50.00	-49.95	-48.85	-42.32	-48.57
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	60.50	65.27	68.83	55.87	50.00	59.42	50.13	50.00	50.02	50.38	52.56	50.48
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	63.03	91.64	113.01	35.19	0.00	56.53	2.14	0.00	0.27	6.14	15.36	7.62
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	123.53	156.91	181.84	91.06	50.00	115.95	52.27	50.00	50.29	56.53	67.92	58.10
Debit Bulanan	m3/s	6.19	7.86	9.11	4.56	2.50	5.81	2.62	2.50	2.52	2.83	3.40	2.91

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2018

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	211.10	278.92	219.37	65.89	63.05	7.52	0.00	0.00	1.96	0.93	124.81	132.86
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	12	18	12	6	3	0	0	0	0	0	4	7
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	9.00	0.00	9.00	18.00	22.50	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	21.00	16.50
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	9.22	0.00	11.01	18.38	22.89	25.10	26.82	38.49	45.93	46.33	30.13	21.01
Ea = Eto - Ee	mm/bln	93.27	98.58	111.30	83.73	78.84	67.87	72.51	104.05	124.18	125.26	113.35	106.31
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	117.84	180.34	108.07	-17.83	-15.79	-60.35	-72.51	-104.05	-122.22	-124.34	11.46	26.56
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	3.294737	3.152535	0.375965	0	0	0.097875	0.046362	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	-21.13	-18.94	-60.73	-72.51	-104.05	-122.32	-124.38	0	0
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	-21.13	-18.94	-60.73	-72.51	-104.05	-122.32	-124.38	200	200
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	117.84	180.34	108.07	3.29	3.15	0.38	0.00	0.00	0.10	0.05	11.46	26.56
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	47.13	72.14	43.23	1.32	1.26	0.15	0.00	0.00	0.04	0.02	4.58	10.62
Volume Air Tanah (G)		35.35	54.10	32.42	0.99	0.95	0.11	0.00	0.00	0.03	0.01	3.44	7.97
$L = k \cdot (V_n - 1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		85.35	104.10	82.42	50.99	50.95	50.11	50.00	50.00	50.03	50.01	53.44	57.97
$\Delta V_n = V_n - V_{n-1}$	ISM = 100	-14.65	4.10	-17.58	-49.01	-49.05	-49.89	-50.00	-50.00	-49.97	-49.99	-46.56	-42.03
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	61.78	68.03	60.81	50.33	50.32	50.04	50.00	50.00	50.01	50.00	51.15	52.66
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	70.70	108.20	64.84	5.27	5.04	0.60	0.00	0.00	0.16	0.07	6.88	15.93
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	132.48	176.24	125.65	55.60	55.36	50.64	50.00	50.00	50.17	50.08	58.02	68.59
Debit Bulanan	m ³ /s	6.64	8.83	6.29	2.78	2.77	2.54	2.50	2.50	2.51	2.51	2.91	3.44

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2019

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	235.42	87.77	303.46	208.07	82.57	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	122.86	94.68
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	18	4	18	8	2	0	0	0	0	0	4	2
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = m/20 x (18-n)	%	0.00	21.00	0.00	15.00	24.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	21.00	24.00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	0.00	20.70	0.00	15.32	24.41	25.10	26.82	38.49	45.93	46.33	30.13	30.55
Ea = Eto - Ee	mm/bln	102.49	77.88	122.30	86.79	77.31	67.87	72.51	104.05	124.18	125.26	113.35	96.76
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	132.93	9.89	181.16	121.28	5.26	-66.84	-72.51	-104.05	-124.18	-125.26	9.52	-2.08
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0	0.051513	0	0	0	0	0	4.733927
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0	0	0	-66.89	-72.51	-104.05	-124.18	-125.26	0.00	-6.81
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200	200	200	-66.89	-72.51	-104.05	-124.18	-125.26	200.00	-6.81
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	132.93	9.89	181.16	121.28	5.26	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	9.52	4.73
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	53.17	3.96	72.46	48.51	2.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.81	1.89
Volume Air Tanah (G)		39.88	2.97	54.35	36.38	1.58	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	1.42
$L = k.(Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		89.88	52.97	104.35	86.38	51.58	50.02	50.00	50.00	50.00	50.00	52.86	51.42
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-10.12	-47.03	4.35	-13.62	-48.42	-49.98	-50.00	-50.00	-50.00	-50.00	-47.14	-48.58
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	63.29	50.99	68.12	62.13	50.53	50.01	50.00	50.00	50.00	50.00	50.95	50.47
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	79.76	5.93	108.70	72.77	3.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	5.71	7.57
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	143.05	56.92	176.81	134.90	53.68	50.09	50.00	50.00	50.00	50.00	56.66	58.05
Debit Bulanan	m3/s	7.16	2.85	8.86	6.76	2.69	2.51	2.50	2.50	2.50	2.50	2.84	2.91

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR TAHUN 2020

Uraian	Satuan	BULAN											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Data Meteorologi													
Hujan Bulanan, R	mm/bln	148.29	222.38	157.04	268.02	102.90	22.68	41.47	13.24	42.38	47.62	224.15	345.98
Jumlah Hari Hujan (n)	hari	8	10	11	14	11	3	2	2	5	6	9	18
Jumlah Hari 1 Bulan	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Data Evapotranspirasi		3.31	3.52	3.95	3.40	3.28	3.10	3.20	4.60	5.67	5.54	4.78	4.11
Evaporasi Aktual (Ea)													
Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	102.49	98.58	122.30	102.11	101.73	92.97	99.33	142.54	170.11	171.59	143.48	127.31
Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
(Eto/Ea) = $m/20 \times (18-n)$	%	15.00	12.00	10.50	6.00	10.50	22.50	24.00	24.00	19.50	18.00	13.50	0.00
Ee = ETo X (m/20) x (18-n)	mm/bln	15.37	11.83	12.84	6.13	10.68	20.92	23.84	34.21	33.17	30.89	19.37	0.00
Ea = Eto - Ee	mm/bln	87.12	86.75	109.46	95.98	91.05	72.05	75.49	108.33	136.94	140.71	124.11	127.31
Keseimbangan Air													
$\Delta S = R - Ea$	mm/bln	61.17	135.63	47.58	172.04	11.86	-49.38	-34.02	-95.09	-94.56	-93.08	100.04	218.66
Limpasan Badai (PF = 5%)		0	0	0	0	0	1.133778	2.073707	0.661898	2.118898	2.381206	0	0
Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	0	0	0.00	0.00	0.00	-50.51	-36.09	-95.75	-96.68	-95.46	0.00	0.00
Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln	200	200	200.00	200.00	200.00	-50.51	-36.09	-95.75	-96.68	-95.46	200.00	200.00
Kelebihan Air (WS)	mm/bln	61.17	135.63	47.58	172.04	11.86	1.13	2.07	0.66	2.12	2.38	100.04	218.66
Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah													
faktor infiltrasi		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Infiltrasi (I)	mm/bln	24.47	54.25	19.03	68.81	4.74	0.45	0.83	0.26	0.85	0.95	40.02	87.47
Volume Air Tanah (G)		18.35	40.69	14.27	51.61	3.56	0.34	0.62	0.20	0.64	0.71	30.01	65.60
$L = k \cdot (Vn-1)$	k = 0.5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume Penyimpanan (Vn)		68.35	90.69	64.27	101.61	53.56	50.34	50.62	50.20	50.64	50.71	80.01	115.60
$\Delta Vn = Vn - Vn-1$	ISM = 100	-31.65	-9.31	-35.73	1.61	-46.44	-49.66	-49.38	-49.80	-49.36	-49.29	-19.99	15.60
Aliran Dasar (BF)	mm/bln	56.12	63.56	54.76	67.20	51.19	50.11	50.21	50.07	50.21	50.24	60.00	71.87
Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	36.70	81.38	28.55	103.22	7.11	1.81	3.32	1.06	3.39	3.81	60.02	131.20
Total Limpasan (Tro)	mm/bln	92.82	144.94	83.31	170.43	58.30	51.93	53.53	51.13	53.60	54.05	120.03	203.07
Debit Bulanan	m ³ /s	4.65	7.26	4.17	8.54	2.92	2.60	2.68	2.56	2.68	2.71	6.01	10.17