

**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 Fauqun 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 tersbut 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

Pembimbing II

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

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

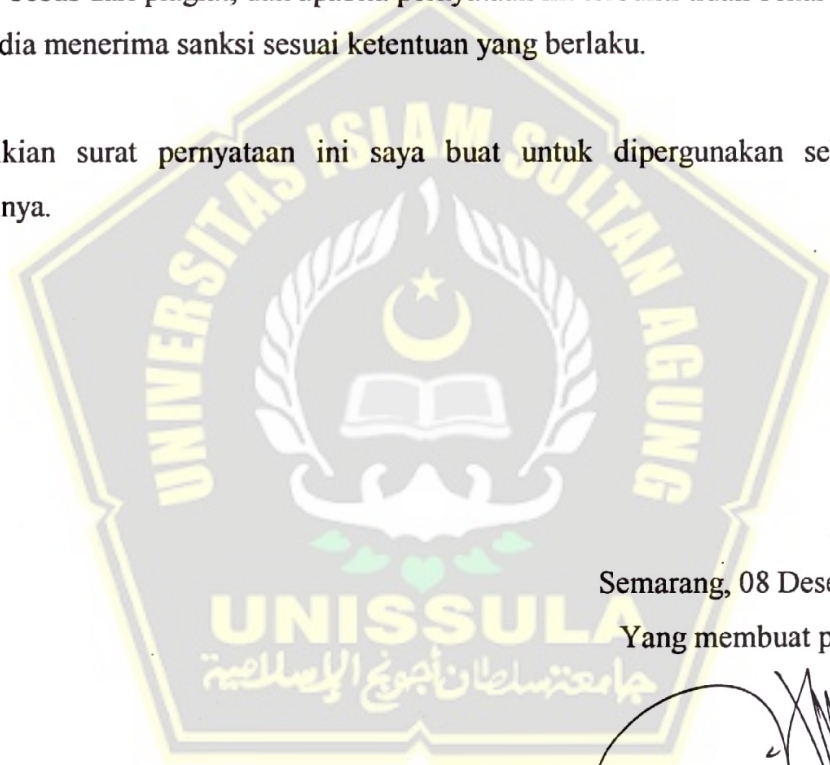
NIM : 3.02.017.00054

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

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Della Wahyu Jatiningrum', is written over a large, faint circular stamp that is part of the university's official seal.

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 كَمُقْلِدِ 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 احْتِجَّ إِلَيْهِ نَفَعَ وَإِنْ اسْتُعْذِيَ عَنْهُ أَغْنَى نَفْسُهُ 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 penyusunan 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

|                                                   |              |
|---------------------------------------------------|--------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                        | <b>i</b>     |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                   | <b>ii</b>    |
| <b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS .....</b>         | <b>iii</b>   |
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>            | <b>iv</b>    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>                  | <b>vi</b>    |
| <b>MOTTO .....</b>                                | <b>viii</b>  |
| <b>PERSEMBAHAN .....</b>                          | <b>ix</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                       | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                           | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                         | <b>xiv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                        | <b>xv</b>    |
| <b>DAFTAR SIMBO DAN NOTASI.....</b>               | <b>xvi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                              | <b>xviii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                    | <b>1</b>     |
| 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            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>              | <b>5</b>     |
| 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           |
| <b>BAB III METODOLOGI .....</b>                   | <b>32</b>    |
| 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        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>           | <b>38</b> |
| 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        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                         | <b>65</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                               | 65        |
| 5.2 Saran .....                                    | 66        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                        | <b>xx</b> |
| <b>LAMPIRA</b>                                     |           |

## DAFTAR TABEL

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Radiasi Ekstra Teretrial .....                         | 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                     |
| $\alpha$    | = 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                                                                                                                  |
| $\Delta St$  | = 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 %. |
| $\Delta S$   | = 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                                                                                                                    |
| $\Delta V_n$ | = 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 Jatiningrum<sup>1)</sup>, Dita Dwi Amalia<sup>1)</sup>

Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D. <sup>2)</sup>, Ari Sentani, ST., M.Sc<sup>2)</sup>

## 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

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

<sup>2)</sup>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**

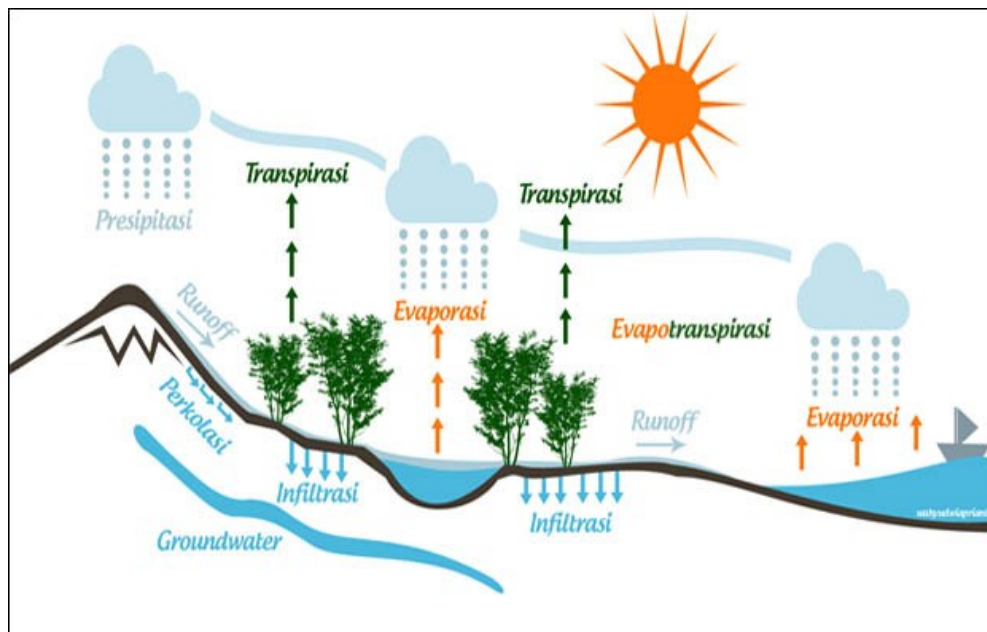
Bagian penutup dari penyusunan Tugas Akhir berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah pernyataan singkat, jelas serta sistematis dari keseluruhan hasil penelitian, sedangkan saran berisi pendapat atau usulan yang dikemukakan untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan.

## 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](http://www.ebilog.net)*

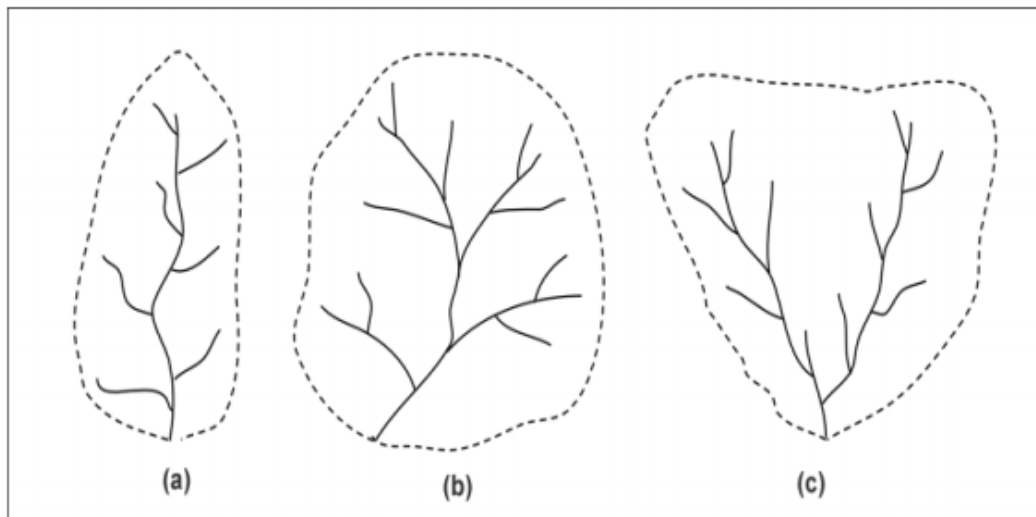
Siklus hidrologi merupakan rangkaian proses berpindahnya air permukaan bumi dari suatu tempat ke tempat lainnya hingga kembali ke tempat asalnya. Air naik ke udara dari permukaan laut atau dari daratan melalui evaporasi. Air di atmosfer

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 ke laut 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

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, . . . . R<sub>n</sub> = curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)

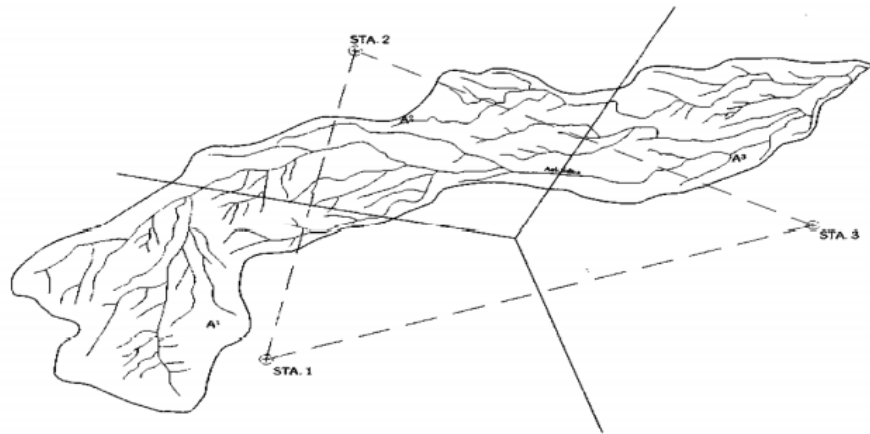
Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila (Triatmodjo, 2008) :

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 km<sup>2</sup> , 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<sub>i</sub> = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan i (km<sup>2</sup>)

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

Sedangkan hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_iA_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.3)$$

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  
(km<sup>2</sup>)

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. Penggantian 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, Truitt-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 (ET<sub>0</sub>) 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 ET<sub>0</sub> 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 :

ET<sub>0</sub> = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

c = Faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam)

1-W = Faktor temperatur dan ketinggian

R<sub>n</sub> = Radiasi netto (mm/hari)

f(u) = Faktor kecepatan angin

e<sub>a</sub> = Tekanan uap udara (mbar)

e<sub>d</sub> = 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<sub>s</sub>)

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

Keterangan : n/N = penyinaran matahari (%)

R<sub>a</sub> = 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

$$(e_d) e_d = R_h \times e_a \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :  $R_h$  = kelembapan udara (%)

$e_a$  = tekanan uap jenuh (mbar)

**Tabel 2.2** Tekanan Uap Jenuh =  $e_a$  (mbar)

|                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Suhu Udara (°C) | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   |
| $f(T) = e_a$    | 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   |
| $f(T) = e_a$    | 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

$$R_{ns} = R_s \cdot (1 - \alpha) \dots\dots\dots (2.8)$$

4) Menghitung Fungsi Tekanan Uap Nyata

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

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

$$R_{nl} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N) \dots\dots\dots (2.11)$$

**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   |
| $f(T) = e_a$    | 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

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots\dots\dots (2.12)$$

8) Menghitung Evapotranspirasi

$$ET_0 = c (W \cdot R_n + (1 - W)(e_a - e_d) \cdot f(u)) \dots\dots\dots (2.13)$$

**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 | ea     | w    |
|------|--------|------|
| ('C) | (mbar) | 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)

$\Delta St$  = 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 |
|------------------------------------------|-------------|
| <b>Daerah Perdagangan</b>                |             |
| Kota                                     | 0.70 - 0.95 |
| Sekitar Kota                             | 0.50 - 0.70 |
| <b>Daerah Pemukiman</b>                  |             |
| 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 |
| <b>Daerah Industri</b>                   |             |
| 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 disebuah 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

| <b>Kegiatan</b>                 | <b>Keandalan</b> |
|---------------------------------|------------------|
| 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 tumbuh-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 :

$\Delta S$  = 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  $\Delta S$  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  $\Delta S$ . Bila  $\Delta S$  negative, maka kapasitas kelembapan tanah akan kekurangan dan bila harga  $\Delta S$  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 =  $R - E_a$

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 :

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

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 :

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

Dimana :

$V_n$  = Volume simpanan air tanah periode n (m<sup>3</sup>)

$V_{n-1}$  = Volume simpanan air tanah periode n-1 (m<sup>3</sup>)

$k = \frac{q_t}{q_0}$  = 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 kanan nya 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 ( $m^3/dtk/km$ )
- I = Infiltrasi (mm)
- $\Delta V_n$  = Perubahan volume aliran tanah ( $m^3$ )
- Dro = Limpasan langsung (mm)
- WS = Kelebihan air
- Ron = Limpasan periode n ( $m^3/dtk/km^3$ )

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*)  $km^2$

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

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

Dimana :

- Q = Debit andalan ( $m^3 / dtk$ )
- Dro = Direct run off ( $m^3 / dtk/km^2$ )
- Bf = Base flow ( $m^3 / dtk/km^2$ )
- F = Catchment area ( $km^2$ )

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:

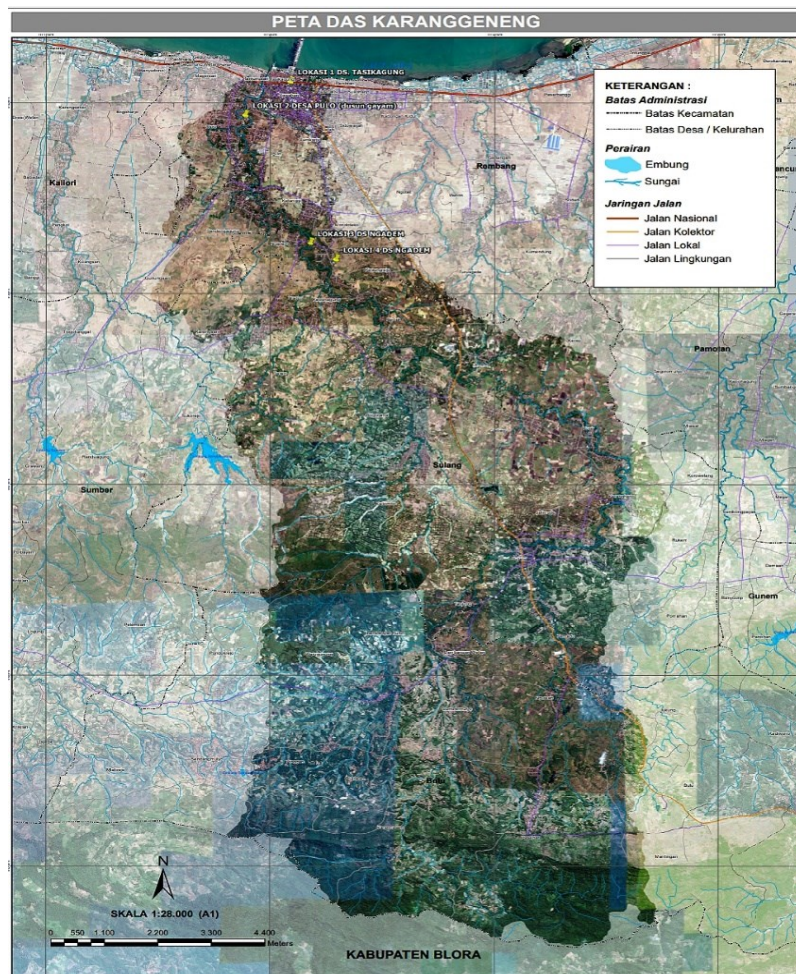
- P = peluang (%)
- m = nomor urut data
- n = jumlah data

## 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 ( $^{\circ}\text{C}$ )
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 tahapan, yaitu :

1. Tahapan Pendahuluan

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

2. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan ini data yang diambil berupa data sekunder, meliputi : data curah hujan 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.

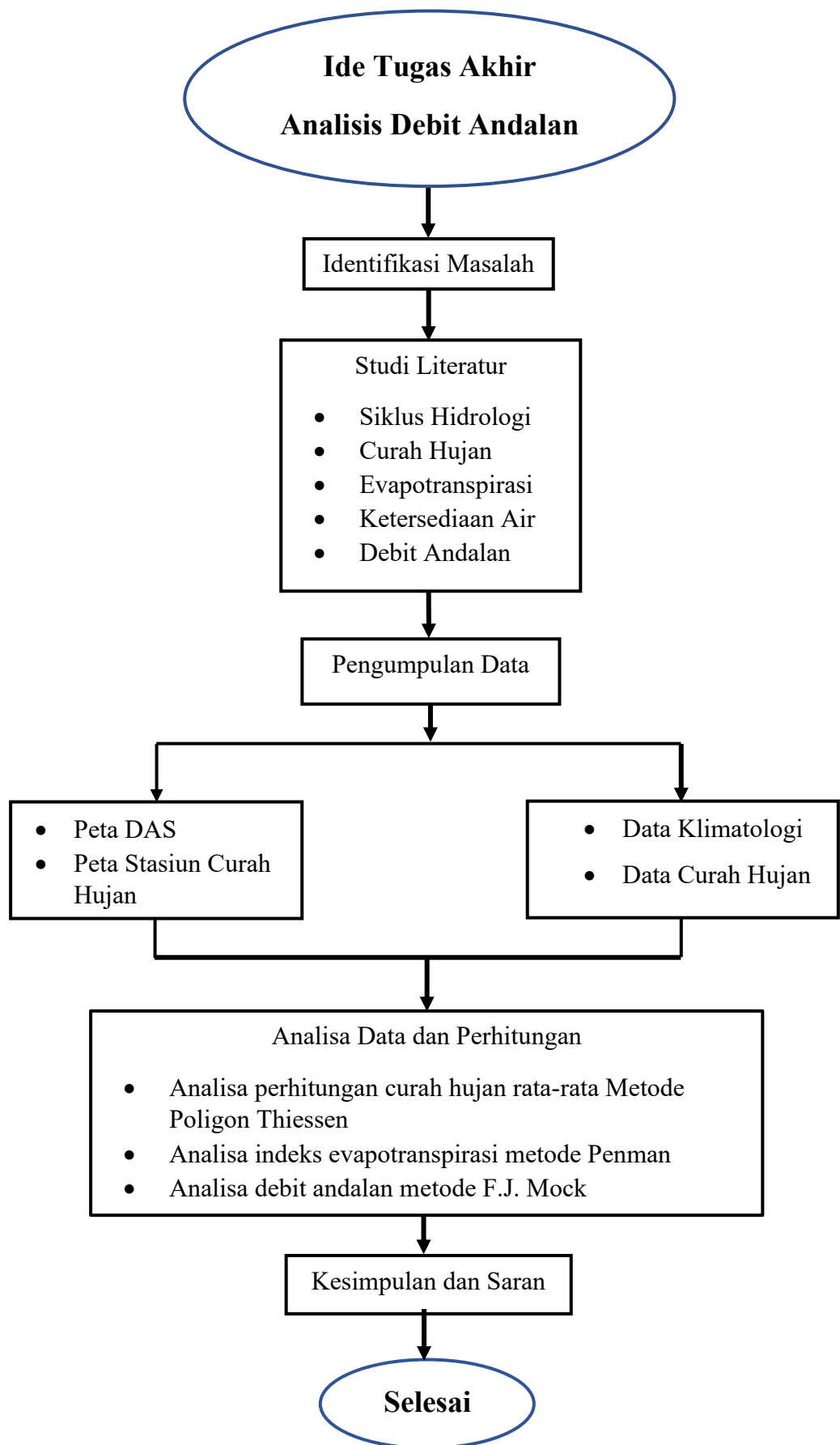
### **3.4 Data dan Alat Penelitian**

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 Evapotranpirasi**

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi, dibutuhkan data-data klimatologi, yaitu : temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin. Evapotranpirasi potensial (ET<sub>0</sub>) 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 evapotranpirasi 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 km<sup>2</sup>. 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***

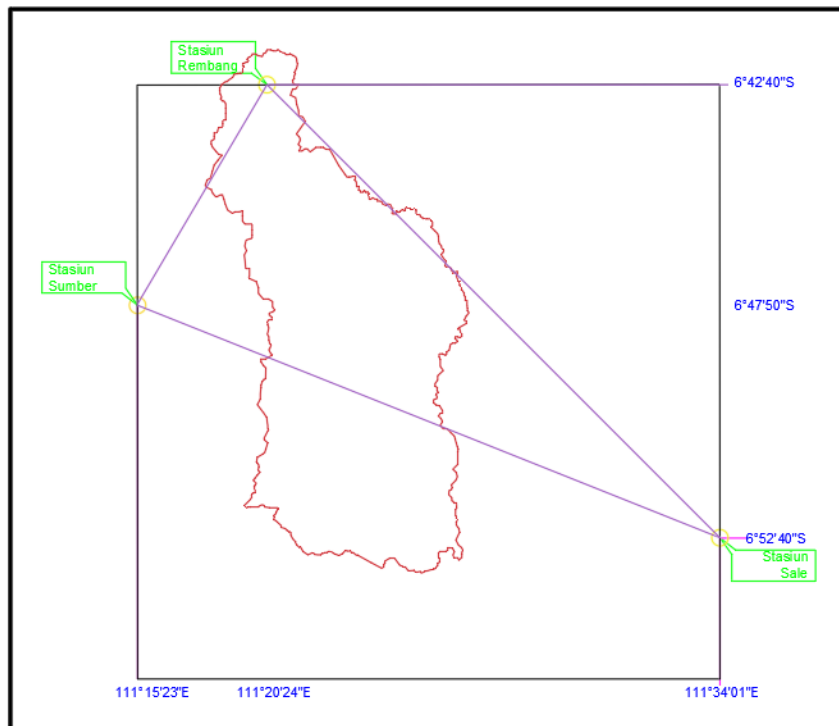
Adapun langkah-langkah menghitung dengan metode *Polygon Thiessen* adalah sebagai berikut :

- 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" |                                            |

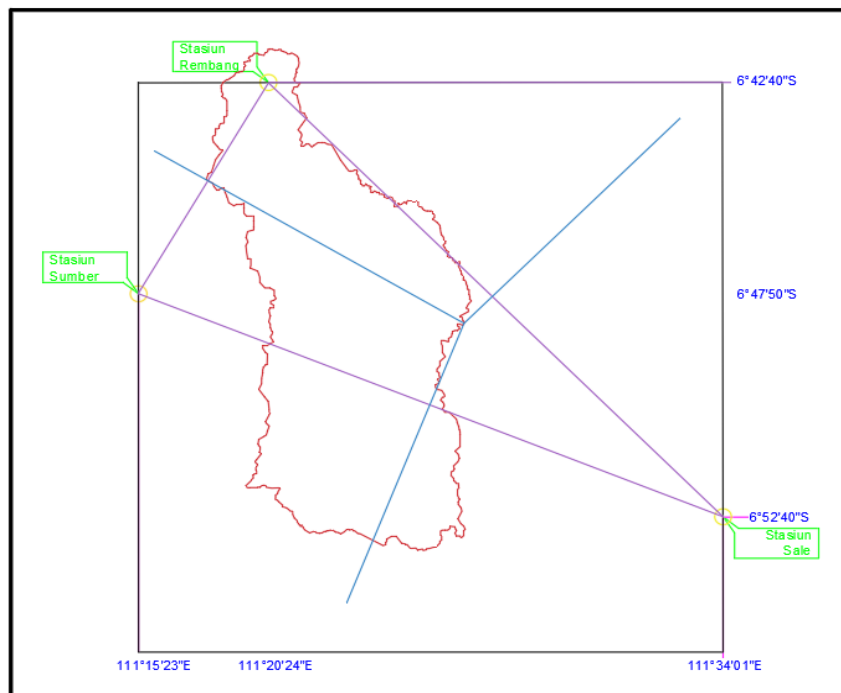
*Sumber : Balai PSDA Seluna*



**Gambar 4.1** Menghubungkan Garis Antar Stasiun

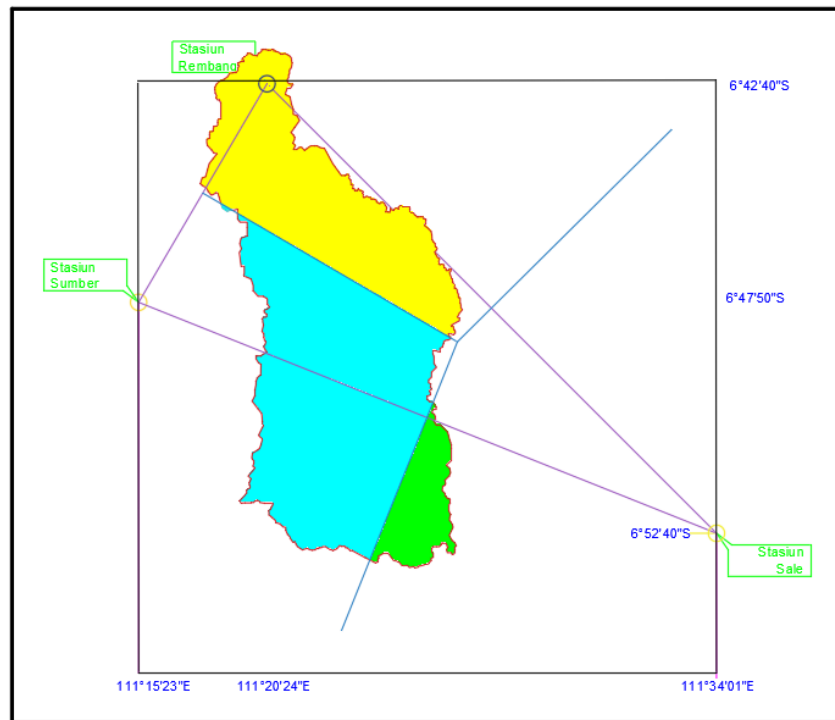
B. Cari titik tengah masing-masing garis

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)

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

Keterangan :

Ci : Koefisien luasan

A : Luas area stasiun curah hujan

$\Sigma$  : Total luas area stasiun curah hujan

1. Koefisien Luas Area Stasiun Rembang

$$\begin{aligned} Ci &= \frac{A1}{\Sigma A} \times 100 \% \\ &= \frac{2,84}{14,37} \times 100\% \\ &= 0,198 \end{aligned}$$

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 ( $\Sigma C_i$ )

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

**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 km<sup>2</sup>  
 Stasiun Sumber (A2) = 73,12 km<sup>2</sup>  
 Stasiun Sale (A3) = 13,82 km<sup>2</sup>

Maka :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \\
 &= \frac{(104 \times 47,20) + (292 \times 73,12) + (167 \times 13,82)}{47,20 + 73,12 + 13,82} \\
 &= 212,97 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

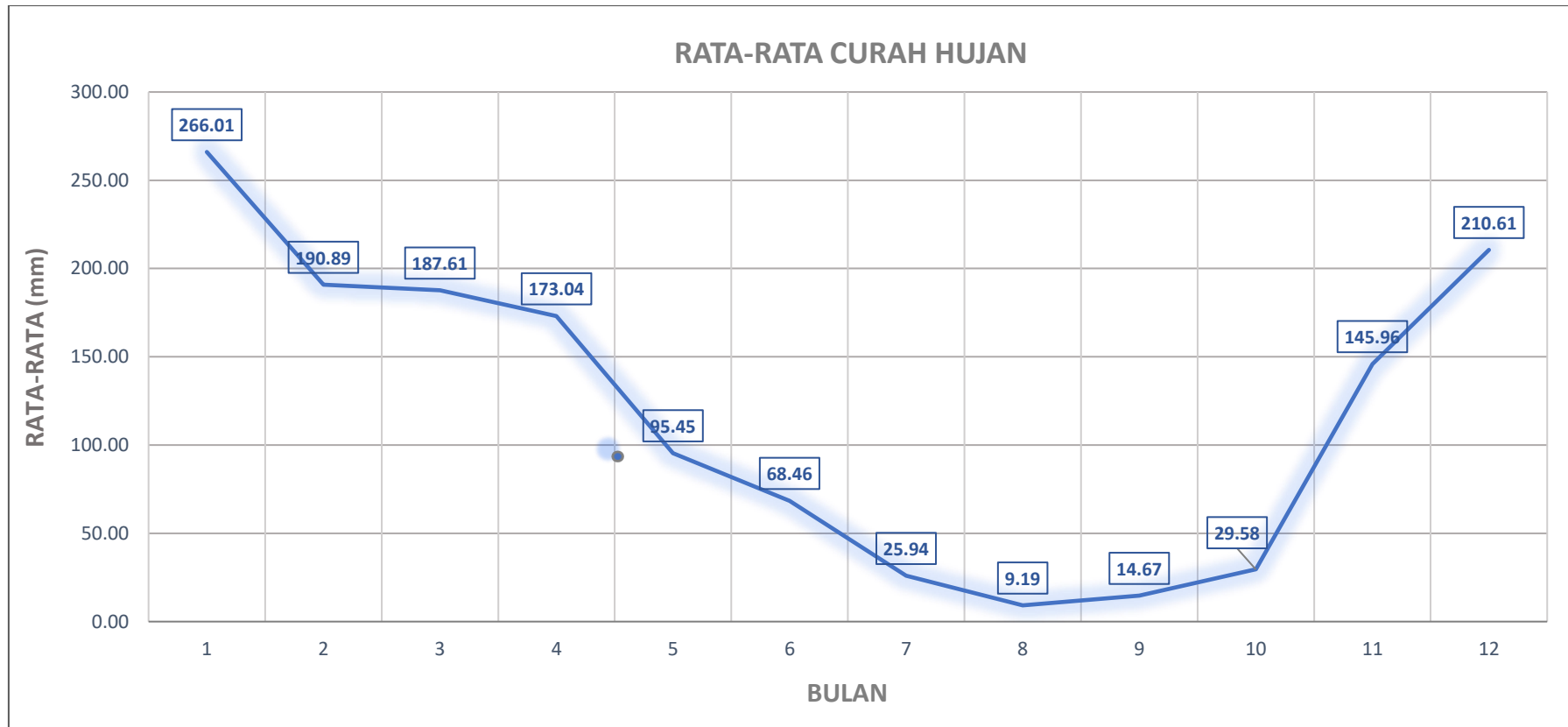
Dan untuk bulan Februari sampai dengan Desember dan curah hujan rata-rata tiap tahunnya dilakukan dengan cara yang sama. Hasil rekapitulasi curah hujan kawasan dengan metode Thiessen dapat dilihat pada tabel berikut.

**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        |
| <b>Rata - Rata</b> | <b>266.01</b> | <b>190.89</b> | <b>187.61</b> | <b>173.04</b> | <b>95.45</b> | <b>68.46</b> | <b>25.94</b> | <b>9.19</b> | <b>14.67</b> | <b>29.58</b> | <b>145.96</b> | <b>210.61</b> |

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 (ET<sub>0</sub>)

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 teresial (Ra) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Ra &= 15,8 + \frac{6,70-6}{8-6} (16,10 - 15,8) \\
 &= 15,8 + 0,35 (0,3) \\
 &= 15,90 \text{ mm/hari} \\
 Rs &= (0,25 + 0,5 \text{ n/N}) Ra \\
 &= (0,25 + 0,5 \times 18,15\%) \times 15,90 \\
 &= 5,42 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Langkah 2 : Menghitung Tekanan Uap Nyata (Ed)

$$\begin{aligned}
 Ed &= Rh \times ea \\
 &= (97,58/100) \times 33,6 \\
 &= 32,79 \text{ mbar}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 f(ed) &= 0,33 - 0,044 \times (ed)^{0,5} \\
 &= 0,33 - 0,044 \times (32,78)^{0,5} \\
 &= 0,33 - 0,044 \times (5,72) \\
 &= 0,08 \text{ mbar}
 \end{aligned}$$

Langkah 4 : Menghitung Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns)

Nilai koefisien pantulan radiasi tajuk ( $\alpha$ ) 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.

$$\begin{aligned}
 Rns &= Rs \times (1 - \alpha) ; \alpha = 0,23 \\
 Rns &= 5,42 \times (1 - 0,23) \\
 &= 4,17 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Langkah 5 : Menghitung Fungsi Rasio Lama Penyinaran

$$\begin{aligned}
 F(n/N) &= 0,1 + 0,9 \text{ n/N} \\
 &= 0,1 + 0,9 \times 18,15 \\
 &= 0,26
 \end{aligned}$$

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\*)

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

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

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

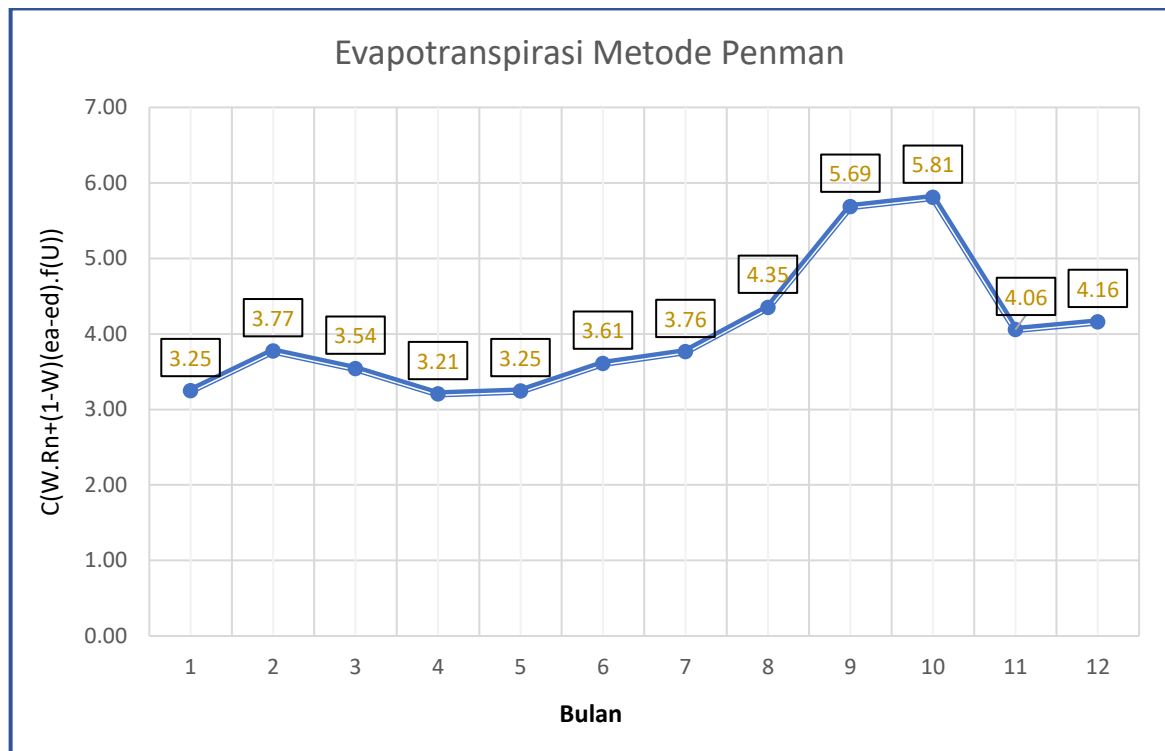
Untuk menghitung bulan selanjutnya dilakukan dengan rumus yang sama, dan untuk melihat hasil dari perhitungan dapat dilihat **Tabel 4.10** di bawah ini.

**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 |
| Radiasi 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  |
| Radiasi 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  |
| Radiasi 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  |
| Radiasi 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 gunakan 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)

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

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

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

- b. Permukaan lahan terbuka (m) = 30%

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

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

$$= 4,5\%$$

- d. Evapotranspirasi terbatas (Ee)

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

$$= 100,64 \times (30/20) \times (18 - 15)/100$$

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

- e.  $\text{Ea} = \text{Eto} - \text{Ee}$

$$= 100,64 - 4,53$$

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

### 3. Keseimbangan Air

a.  $\Delta S = R - Ea$

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

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

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  $R > Ea$ , maka SS = 0

Jika  $R < Ea$ , 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 ( $\Delta V_n$ )
- $$\begin{aligned} \Delta V_n &= V_n - V_{n-1} \\ &= 85,06 - 100 \\ &= -14,94 \end{aligned}$$
- 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

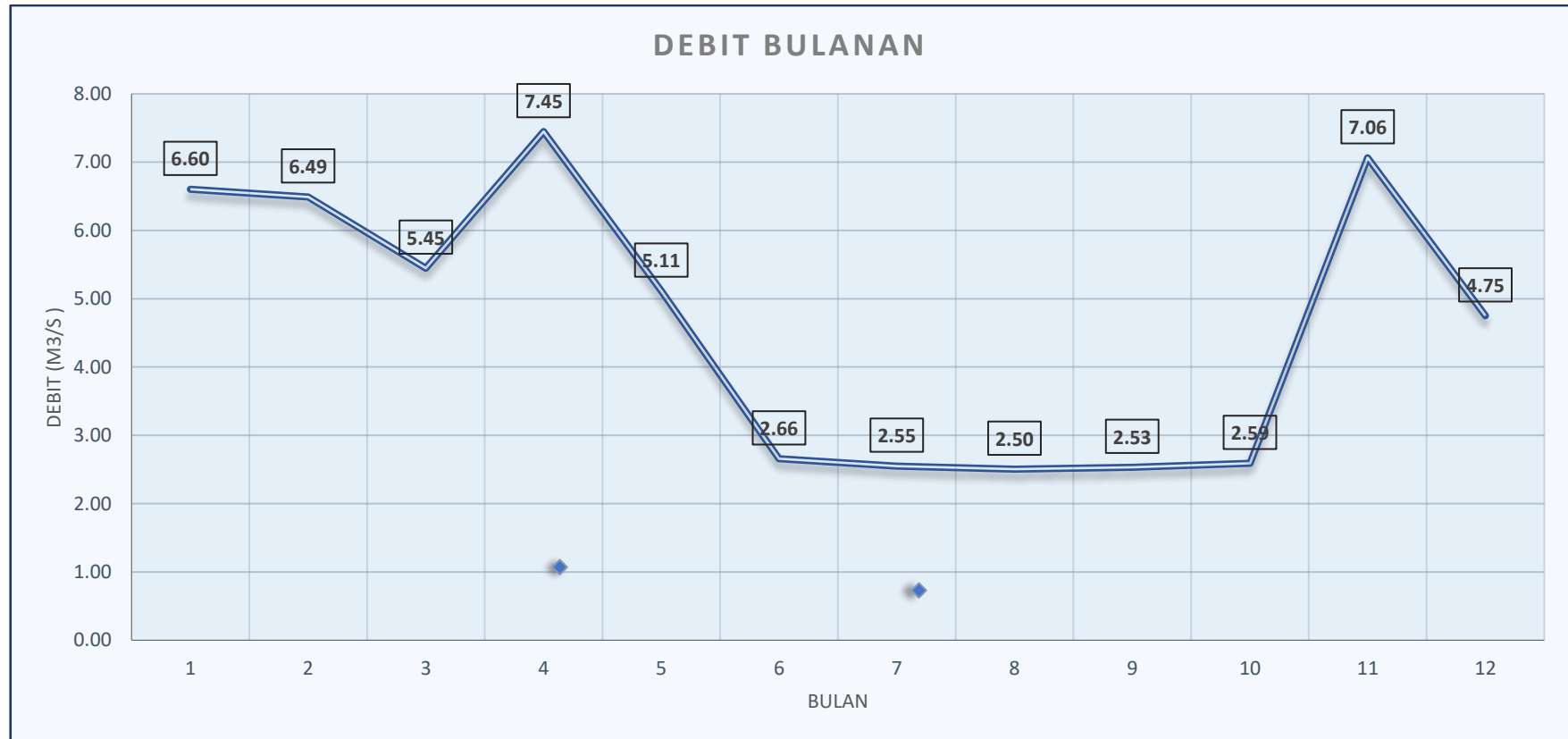
| Uraian                           | Satuan | Bulan  |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|                                  |        | 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 x (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 X (m/20) x (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                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |        |
| ΔS = 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**

| <b>Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah</b> |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 ( $T_{ro}$ )               | 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 <sup>3</sup> /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

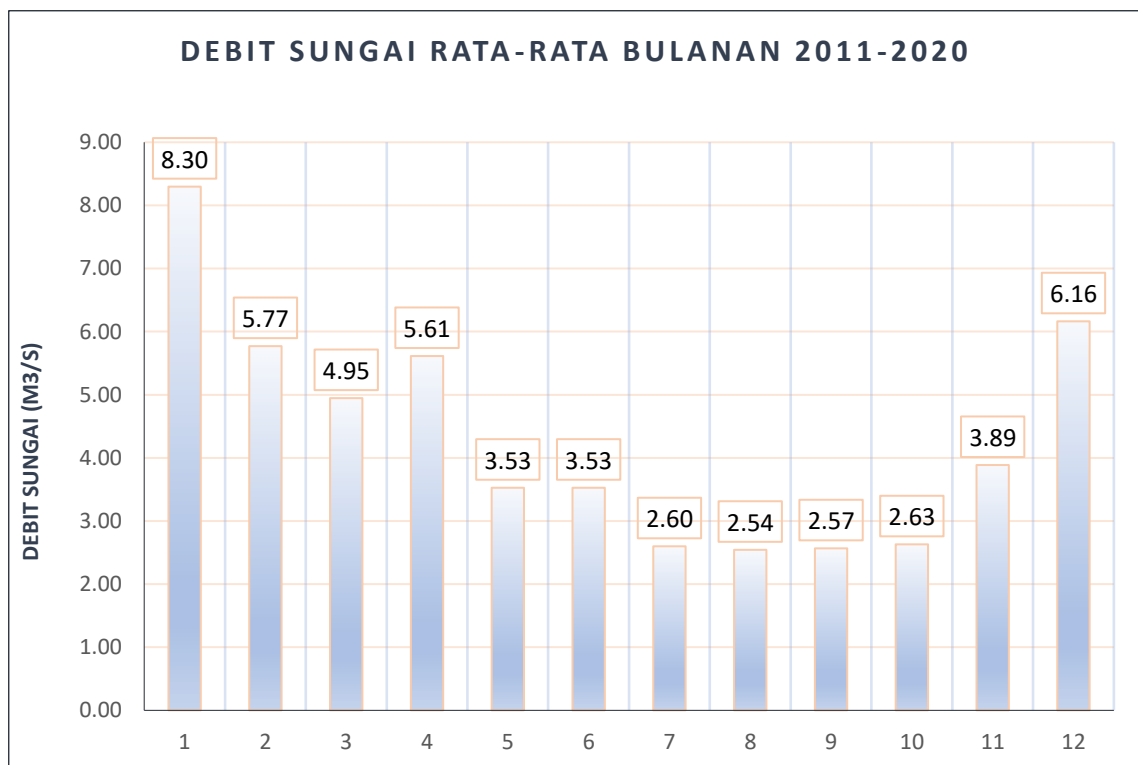


**Tabel 4.13** Hasil Perhitungan Debit Air DAS Karanggeneng Tahun 2011-2020

| 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

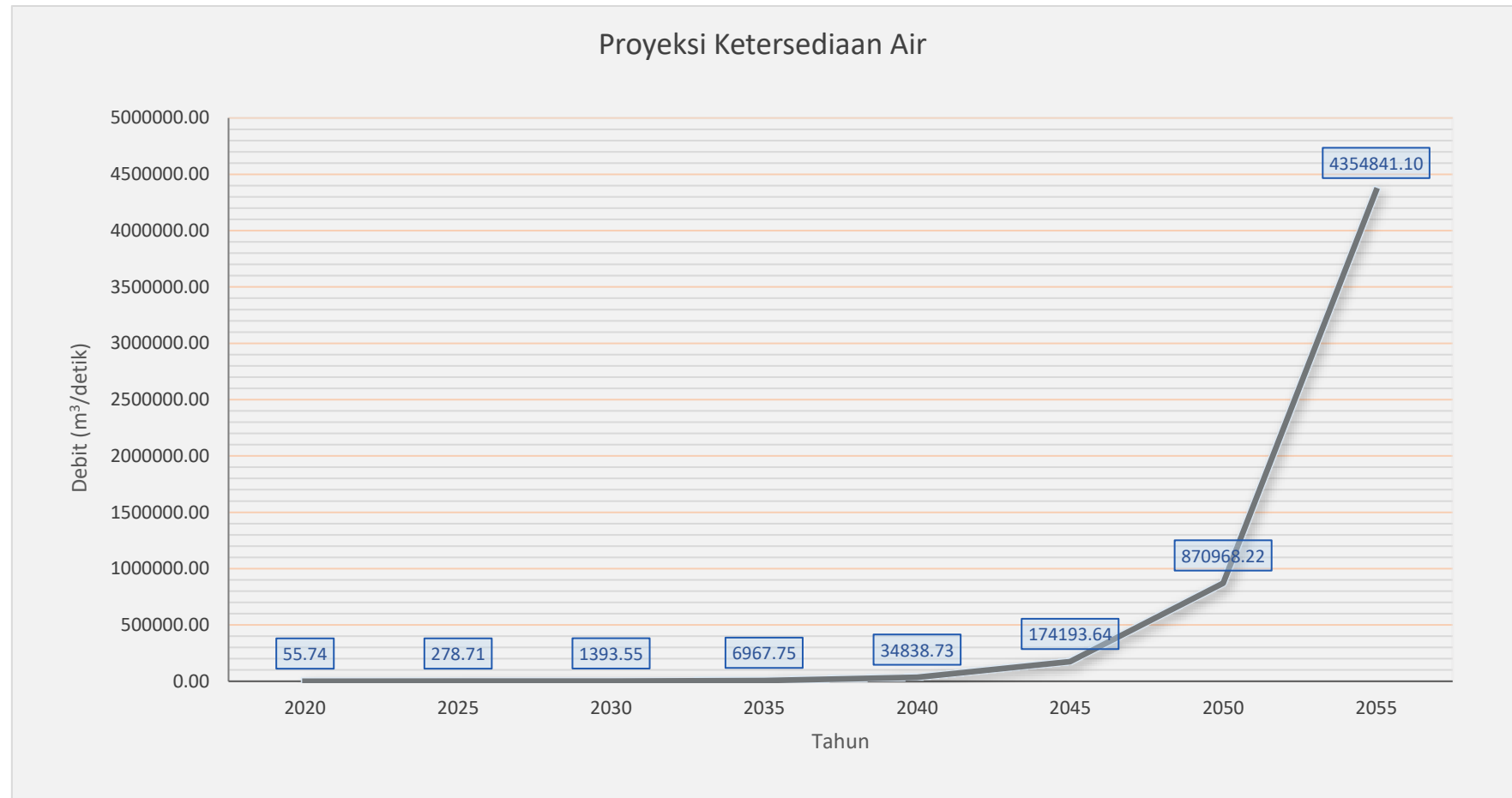
Berdasarkan hasil perhitungan debit air DAS Karanggeneng pada tahun 2020 dapat diproyeksikan ketersediaan air yang diproyeksikan pada 45 tahun mendatang, yaitu hingga tahun 2055 menggunakan metode Mock dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan ketersediaan air **4.14**

**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 (m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s, Februari sebesar 190,89 m<sup>3</sup>/s, Maret sebesar 187,61 m<sup>3</sup>/s, April sebesar 173,04 m<sup>3</sup>/s, Mei sebesar 95,45 m<sup>3</sup>/s, Juni sebesar 68,46 m<sup>3</sup>/s, Juli sebesar 25,94 m<sup>3</sup>/s, Agustus sebesar 9,19 m<sup>3</sup>/s, September sebesar 14,67 m<sup>3</sup>/s, Oktober sebesar 29,58 m<sup>3</sup>/s, November sebesar 145,96 m<sup>3</sup>/s, Desember sebesar 210,61 m<sup>3</sup>/s,
- 2) Perhitungan debit air rata-rata DAS Karanggeneng tahun 2011 sampai dengan tahun 2020 didapatkan hasil pada bulan Januari = 8,30 m<sup>3</sup>/s, Februari = 5,77 m<sup>3</sup>/s, Maret = 4,95 m<sup>3</sup>/s, April = 5,61 m<sup>3</sup>/s, Mei = 3,53 m<sup>3</sup>/s, Juni = 3,53 m<sup>3</sup>/s, Juli = 2,60 m<sup>3</sup>/s, Agustus = 2,54 m<sup>3</sup>/s, September = 2,57 m<sup>3</sup>/s, Oktober = 2,63 m<sup>3</sup>/s, November = 3,89 m<sup>3</sup>/s, Desember = 6,16 m<sup>3</sup>/s.
- 3) Untuk proyeksi ketersediaan air 45 tahun mendatang didapatkan hasil debit pada tahun 2025 = 278,71 m<sup>3</sup>/s, tahun 2030 = 1393,55 m<sup>3</sup>/s, 2035 = 6967,75 m<sup>3</sup>/s, 2040 = 34838,73 m<sup>3</sup>/s, 2045 = 174193,64 m<sup>3</sup>/s, 2050 = 870968,22 m<sup>3</sup>/s, dan 2055 = 4354841,10 m<sup>3</sup>/s.
- 4) Besarnya debit air dengan probabilitas 80% untuk irigasi didapatkan nilai terbesar pada bulan Januari, yaitu 4,96 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan probabilitas 90% untuk kebutuhan PLTA debit tertinggi yaitu pada bulan Januari sebesar 4,27 m<sup>3</sup>/s dan terendah pada bulan Februari sebesar 2,38 m<sup>3</sup>/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](http://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 ilmu-ilmu pertanian vol 7, no. 1*. [www.pascaunhas.net](http://www.pascaunhas.net) diakses Februari 2017.

**LAMPIRAN**

# **DATA CURAH HUJAN**

## Curah Hujan Bulanan (mm)

|                 |                     |           |       |
|-----------------|---------------------|-----------|-------|
| Nama Stasiun    | Rembang<br>RB 001 A |           |       |
| No Stasiun      |                     | Elevasi   |       |
| No In Database  |                     | Tipe alat | Biasa |
| Lintang Selatan |                     | Pemilik   |       |
| Bujur Timur     |                     | Operator  |       |

[illegible]

### Curah Hujan Setengah Bulanan ( mm )

|                 |                     |           |       |
|-----------------|---------------------|-----------|-------|
| Nama Stasiun    | Rembang<br>RB 001 A |           |       |
| No Stasiun      |                     | Elevasi   | Biasa |
| No In Database  |                     | Tipe alat |       |
| Lintang Selatan |                     | Pemilik   |       |
| Bujur Timur     |                     | 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   | 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      | 28.0  | 10.0     | 717   |         |

### Curah Hujan Bulanan (mm)

|                 |                  |           |       |
|-----------------|------------------|-----------|-------|
| Nama Stasiun    | Sumber<br>RB 002 |           |       |
| No Stasiun      |                  | Elevasi   | Biasa |
| No In Database  |                  | Tipe alat |       |
| Lintang Selatan |                  | Pemilik   |       |
| Bujur Timur     |                  | Operator  |       |

| Tahun  | Jan   | Peb   | Mar   | Apr   | Mei   | Jun   | Jul   | Ags  | Sep  | Okt   | Nop   | Des   | Tahunan           |                         |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------------|
|        |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       | Total<br>(mm/thn) | R <sub>24</sub><br>(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<br>RB 002 | Elevasi   | Biasa |
| No Stasiun      |                  | Tipe alat |       |
| No In Database  |                  | Pemilik   |       |
| Lintang Selatan |                  | Operator  |       |
| 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   | 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<br>RB 010 | Elevasi   | Biasa |
| No Stasiun      |                  | 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<br>(mm/thn) | R <sub>24</sub><br>(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<br>Rerata<br>Min | 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            |                         |
|                      | 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            |                         |
|                      | 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 |           |       |
| No Stasiun      | RB 010 | Elevasi   |       |
| No In Database  |        | Tipe alat | Biasa |
| Lintang Selatan |        | Pemilik   |       |
| Bujur Timur     |        | 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   | $\Sigma P.A$ | $\Sigma A$ | $\Sigma Px A / \Sigma A$ |
|-------|----------|----------|---------|--------------|------------|--------------------------|
| 2011  | 4908.80  | 21351.04 | 2307.94 | 28567.78     | 134.14     | <b>212.97</b>            |
| 2012  | 8732.00  | 22447.84 | 2142.10 | 33321.94     | 134.14     | <b>248.41</b>            |
| 2013  | 16897.60 | 41605.28 | 3441.18 | 61944.06     | 134.14     | <b>461.79</b>            |
| 2014  | 27517.60 | 44237.60 | 5375.98 | 77131.18     | 134.14     | <b>575.01</b>            |
| 2015  | 12791.20 | 11772.32 | 4989.02 | 29552.54     | 134.14     | <b>220.31</b>            |
| 2016  | 4814.40  | 10748.64 | 2501.42 | 18064.46     | 134.14     | <b>134.67</b>            |
| 2017  | 5711.20  | 19084.32 | 3662.30 | 28457.82     | 134.14     | <b>212.15</b>            |
| 2018  | 13819.68 | 12576.64 | 1920.98 | 28317.30     | 134.14     | <b>211.10</b>            |
| 2019  | 7363.20  | 21424.16 | 2791.64 | 31579.00     | 134.14     | <b>235.42</b>            |
| 2020  | 7032.80  | 10163.68 | 2694.90 | 19891.38     | 134.14     | <b>148.29</b>            |

Hasil Perhitungan Bulan Februari

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

Hasil Perhitungan Bulan Maret

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

Hasil Perhitungan Bulan April

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

Hasil Perhitungan Bulan Mei

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

Hasil Perhitungan Bulan Juni

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

Hasil Perhitungan Bulan Juli

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

Hasil Perhitungan Bulan Agustus

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

#### Hasil Perhitungan Bulan September

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

#### Hasil Perhitungan Bulan Oktober

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

### Hasil Perhitungan Bulan November

| TAHUN | P1.A1    | P2.A2    | P3.A3   | $\Sigma P.A$ | $\Sigma A$ | $\Sigma Px A / \Sigma A$ |
|-------|----------|----------|---------|--------------|------------|--------------------------|
| 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   | $\Sigma P.A$ | $\Sigma A$ | $\Sigma Px A / \Sigma A$ |
|-------|----------|----------|---------|--------------|------------|--------------------------|
| 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 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 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Des   |
|-------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                       |         | Jan                | Feb   | Mar   | Apr   | Mei   | Jun   | Jul   | Ags   | Sep   | Okt   | Nov   |       |
| 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 |
| Radiasi 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  |
| Evaptranspirasi, (ET0)                                | 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                   |           |        |        |        |        |            |            |        |         |         |            |        |        |
| ΔS = 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  |
| ΔVn = 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                   |           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |
| ΔS = 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 |
| ΔVn = 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                   |           |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |        |        |
| ΔS = 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.(Vn-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 |
| ΔVn = Vn - Vn-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                      | m3/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                   |           |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |        |        |
| ΔS = 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.(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  |
| ΔVn = 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                   |           |        |        |        |        |        |        |         |          |          |          |        |        |
| ΔS = 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.(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  |
| ΔVn = 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                      | m3/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                   |           |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |        |        |
| ΔS = 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  |
| ΔVn = 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                   |           |        |        |        |          |          |          |        |         |          |          |        |        |
| ΔS = 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.(Vn-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  |
| ΔVn = Vn - Vn-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                      | m3/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                   |           |        |        |        |        |        |          |        |         |         |         |        |          |
| ΔS = 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    |
| ΔVn = 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 x (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                   |           |        |        |        |        |        |          |          |          |          |          |        |        |
| ΔS = 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.(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 |
| ΔVn = 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                      | m3/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  |