

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR PADA SUMBER DAYA AIR
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI NAMU SIRA-SIRA
KECAMATAN SEI BINGAI
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:
Deni Rahmadi
1307210151



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Deni Rahmadi

NPM : 1307210151

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan Air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira
Sira Kecamatan Sei Bingai

Bidang Ilmu : Keairan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Penguji

Ir. Hendarmin Lubis

Irma Dewi, S.T, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Penguji

Dr. Rumillah Harahap

Dr. Ade Faisal

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Deni Rahmadi
Tempat/tgl lahir : Subulussalam, 13 Desember 1995
NPM : 1307210151
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir ini yang berjudul:

“Analisis Kebutuhan Air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira Sira Kecamatan Sei Bingai”

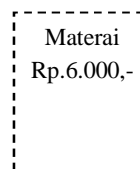
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan menerima sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak ada tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademis di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Desember 2017

Saya yang menyatakan,



Deni Rahmadi

ABSTRAK

PENGUNAAN SUMBER DAYA AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) NAMU SIRA SIRA KECAMTAN SEI BINGAI

Deni Rahmadi

1307210151

Ir. Hendarmin Lubis

Irma Dewi, ST. M.Si

Lokasi daerah aliran sungai yang dibahas dalam penelitian ini adalah daerah aliran sungai Namu Sira sira yg merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai Wampu yang secara administratif terletak di Kecamatan Sei Bingai. Penulisan ini menganalisis dan memprediksi penggunaan sumber daya air untuk kebutuhan di tahun 2025 di Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira Kecamatan Sei Bingai. Dalam penelitian ini, kebutuhan air yang dianalisis adalah kebutuhan air irigasi dan domestik. Kebutuhan air akan dibandingkan dengan ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira. Analisis debit ketersediaan air menggunakan Metode Mock. Hasil dari analisis didapatkan bahwa Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira memiliki debit andalan rata-rata sebesar $5,7158 m^3/detik$. Debit andalan tersebut mampu untuk memenuhi kebutuhan air irigasi rata-rata sebesar $2,615 m^3/detik$ dan melayani kebutuhan air domestik sampai tahun 2025 yang diproyeksikan sebanyak 55517 jiwa.

Kata-kata kunci: Debit Andalan, Kebutuhan Air, Neraca Air.

ABSTRACT

UTILIZATION OF WATER IN NAMU SIRA SIRA WATERSHED SEI BINGAI DISTRICT

Deni Rahmadi
1307210151
Ir. Hendarmin Lubis
Irma Dewi, ST. M.Si

The location of the watershed that becomes the subject of study is the Namu Sira sira watershed, which the part of Wampu watershed and administratively located in Sei Bingai district. The objective of the study is to analyze and predict water utilization for the needs in the year 2025 in Namu Sira sira watershed Sei Bingai district. In this study, water utilization that's being analyzed is water use in irrigation and domestic. Water use will be compared with water availability in Namu Sira sira watershed. Water discharge analysis is used Mock method. The result from the analysis shown that Namu Sira sira watershed has an average water discharge 5,7158 m³/second. The water discharge of Namu Sira sira watershed capable to fulfill water use in irrigation, which on average for 2,615 m³/s and also fulfill domestic water use until the year 2025 which the population being projected 55517 people.

Keywords: Water Discharge, Water Requirement, Water Balance.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kebutuhan Air Pada Sumber Daya Air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira Sira Kecamatan Sei Bingai” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ir. H. Hendarmin lubis Dosen Pembimbing I dan Penguji dalam penulisan Tugas Akhir ini yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Rumillah Harahap selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

7. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Masril Isa dan Ibunda tercinta Ida Salda yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta memberikan semangat kepada saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya
8. Buat abangnda Iwan Dermawan dan kakak saya Siska Amelia yang telah memberikan dukungan kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. Buat sahabat-sahabat yang saya sayangi: Brenda Ira Clara, Otto, Angga, Bayu Wakwau, Kilek, Dongan, Agung Kimcil, Wakmek, Saed dan Kaboer yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.
10. Buat teman-teman teknik sipil khususnya kelas B stambuk 2013 dan seluruh teman-teman yang amat saya cintai yang memberikan semangat serta masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Wassalammu'alaikum. Wr. wb

Medan, Oktober 2017

Penulis

Deni Rahmadi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teoritik	5
2.1.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.1.2 Air Permukaan	6
2.1.3 Debit Andalan	7
2.1.3.1 Metode F.J. Mock	8
2.1.3.2 Metode Penmant	11
2.1.4 Kebutuhan Air Rumah Tangga/Domestik	17
2.1.5 Kebutuhan Air Untuk Irigasi	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Bagan Alir Penelitian	23
3.2 Umum	24
3.3 Lokasi Penelitian	25
3.4 Pengumpulan Data	25
3.4.1 Tahap Persiapan	25
3.4.2 Pengumpulan Data	25

3.4.3 Analisis Data	26
3.5 Peta Wilayah Lokasi Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Keadaan Fisik	29
4.1.1 Lokasi Penelitian	29
4.1.2 Iklim dan Curah Hujan	29
4.1.3 Jenis Tanah	29
4.1.4 Hidrologi	30
4.1.5 Kriteria dan Standarisasi	30
4.2 Analisis Debit Andalan	30
4.3 Kebutuhan Air Irigasi	37
4.4 Kependudukan	41
4.4.1 Kepadatan Penduduk	41
4.5 Kebutuhan Air Domestik	41
4.6 Perhitungan Neraca Air dan Ketersediaan Air	47
4.6.1 Prediksi Analisis Perhitungan Neraca Air 5 Tahun (2020)	48
4.6.2 Prediksi Analisis Perhitungan Neraca Air 10 Tahun (2025)	50
4.6.3 Analisis Hasil Perhitungan Neraca Air	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1: Data curah hujan bulanan Stasiun Tongkoh	30
Tabel 4.2: Data Jumlah Hari Hujan BPP Sei Bingai	31
Tabel 4.3: Data Evapotranspirasi St. Kecamatan Serapit Langkat	32
Tabel 4.4: Hasil perhitungan debit andalan menggunakan metode FJ.Mock	35
Tabel 4.5: Rekapitulasi hasil perhitungan debit bulanan menggunakan metode F.J. Mock	37
Tabel 4.6: Analisa Kebutuhan Air Irigasi	39
Tabel 4.7: Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi	40
Tabel 4.8: Data Jumlah Penduduk di Kecamatan Sei Bingai	41
Tabel 4.9: Analisa Perhitungan Pertumbuhan Penduduk	43
Tabel 4.10: Perhitungan Proyeksi Penduduk	46
Tabel 4.11: Perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik	47
Tabel 4.12: Perhitungan neraca air berdasarkan debit andalan rata-rata DAS Namu Sira sira kondisi tahun 2020	49
Tabel 4.13: Perhitungan Neraca Air Berdasarkan Debit Andalan Rata-Rata DAS Namu Sira sira Kondisi Tahun 2025	51
Tabel 4.14: Hasil Perhitungan Neraca Air DAS Namu Sira sira Tahun 2020 dan 2025	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 3.2: Peta Wilayah Lokasi Penelitian	28
Gambar 4.2: Neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2020	50
Gambar 4.3: Neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2025	52

DAFTAR NOTASI

E_t	= evapotranspirasi terbatas (mm)
E_{to}	= evapotranspirasi potensial (mm)
E	= perbedaan Evapotranspirasi Potensial dengan Evaporasi terbatas (mm)
E_a	= aliran uap (mm)
E	= beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm)
d	= jumlah hari kering tanpa hujan dalam satu bulan (hari)
m	= singkapan lahan (%)
N	= jumlah hari hujan dalam satu bulan (hari)
V_n	= volume air tanah bulanan ke n
ΔV_n	= perubahan volume air tanah
K	= konstanta resesi aliran
I_f	= koefisien infiltrasi
G_s	= volume air tanah
PF	= percentage faktor
P	= curah hujan bulanan
Q	= debit
V	= kecepatan aliran, (m/det)
B	= Angka factor berat yang digunakan akibat radiasi pada E_{to} , pada perbedaan temperature dan altitude
BF	= Aliran dasar
CTa^4	= Konstanta Stefan – Boltzman
DR	= Kebutuhan air dipintu pengambilan perhektar perlahan
DR_o	= Limpasan langsung (<i>direct runoff</i>)
e	= Bilangan alam (<i>natural</i>) = 2,718
e_a	= Tekanan uap jenuh udara pada temperature T_a
e_d	= Tekanan uap jenuh yang terjadi
E_a	= Panas aerodinamik
E_l	= Evapotranspirasi ambang/ limit evapotranspirasi
E_o	= Evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan

- ETc = Penggunaan konsumtif
- ETo = Evapotranspirasi Penman modifikasi
- F = Luas daerah tangkapan (*catchment area*)
- Hb = Pantulan radiasi matahari
- Hi = Radiasi matahari datang/ masuk
- I = Infiltrasi
- If = Koefisien infiltrasi sebesar 50%
- K = Konstanta resesi aliran sebesar 60%
- kc = Koefisien tanam
- LP = Kebutuhan air irigasi ditingkatkan petak sawah selama penyiapan lahan
- m = Kenampakan permukaan (*exposed surface*)
- M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi pada areal persawahan
- n = Rerata jumlah hari hujan
- NFR = Kebutuhan air irigasi sawah
- P = Perkolasi
- Q = Debit andalan
- r = Koefisien refleksi (0,25)
- R = Curah hujan bulanan
- Ra = Radiasi gelombang pendek berdasarkan teori yang diteima oleh Permukaan bumi apabila tidak ada atmosfer dan besarnya tergantung dari posisi lintang
- Ref = Curah hujan efektif
- Rh = Kelembaban udara relative
- Ro = Limpasan air (*Runoff*)
- R₅₀ = Curah hujan tengah bulanan dengan kemungkinan terlampaui 50%
- R₈₀ = Curah hujan tengah bulanan dengan kemungkinan terlampaui 80%
- S = Rasio efektifitas penyinaran matahari yang dimulai dari sudut 15°. Besaran S harus dikoreksi sebesar 0,80 (perubahan factor koreksi Penman)
- S = Kebutuhan air untuk kejenuhan ditambah dengan lapisan air setinggi 50 mm

- T = Jangka waktu penyiapan lahan
- U_2 = Kecepatan angin rata-rata dengan ketinggian standart 2,00 m diatas permukaan tanah
- V_n = Storage volume bulanan
- V_n' = selisih antara storage volume bulanan dan storage volume bulanan sebelumnya
- V_{n-1} = Storage volume bulanan sebelumnya
- WLR = Penggantian lapisan air
- W_s = Air lebih (*Water Surflus*)
- ΔE = Selisih antara evapotranspirasi Penman dan evapotranspirasi ambang/ limit evapotranspirasi
- η = Efisiensi irigasi
- P = Pertumbuhan aritmatik
- P_n = Jumlah penduduk tahun (akhir)
- P_t = Jumlah penduduk tahun (awal)
- $P\%$ = Pertumbuhan geometrik
- P_0 = Jumlah penduduk awal tahun perhitungan
- r = Tingkat pertumbuhan penduduk
- n = Jangka waktu dalam waktu
- t = Tahun akhir dikurang tahun awal

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Manusia, hewan dan tumbuhan membutuhkan air sesuai dengan kebutuhannya untuk kelangsungan hidupnya. Manusia membutuhkan air hampir di semua sisi kehidupan, baik itu untuk menanam tanaman, minum, memasak, mencuci dan lain sebagainya.

Dalam pemerintahan air dikelola oleh berbagai instansi/dinas terkait. Peran vital dari air ini memerlukan upaya bersama dan secara berkelanjutan diantara para pemilik kepentingan agar dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dalam memenuhi hajat hidup masyarakat.

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *Catchment Area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya yang terdiri atas sumber daya alam (Asdak, 2002). Daerah aliran sungai dapat didefinisikan sebagai daerah tempat presivitasi yang mengkonsentrasi ke sungai. Aktivitas perubahan tata guna lahan dan atau pembuatan bangunan konservasi yang dilaksanakan di daerah hulu daerah aliran sungai tidak hanya akan memberikan dampak di daerah dimana kegiatan tersebut berlangsung (hulu daerah aliran sungai) tetapi juga akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit.

Letak geografis daerah Namu Sira sira berada pada kisaran 3° 31' LU dan 98° 27' BT. Mencakup empat bagian Kecamatan yaitu Kecamatan Sei Bingai, Kecamatan Kuala, Kecamatan Selesai, dan Kecamatan Binjai Selatan. Kecamatan yang paling luas mendapatkan pelayanan dari irigasi Namu Sira sira adalah Kecamatan Sei Bingai.

Saluran primer kanan mengairi wilayah Kecamatan Sei Bingai dan Kecamatan Binjai Selatan seluas 4.098 Ha. Memiliki saluran induk sepanjang

2.648 km dan saluran sekunder sepanjang 46.759 km. Pada saluran irigasi kanan, dibangun kantung lumpur untuk mengendapkan sedimen agar tidak masuk ke saluran irigasi.

Sementara saluran irigasi kiri mengairi wilayah Kecamatan Sei Bingai, Kecamatan Kuala dan Kecamatan Selesai seluas 2.182 Ha. Memiliki saluran induk sepanjang 6.930 km, serta saluran sekunder sepanjang 29.026 km.

Penulisan ini menganalisis dan memprediksi banyaknya kebutuhan air untuk kondisi sekarang dan untuk kebutuhan di masa yang akan datang di daerah aliran sungai Namu Sira-Sira Kecamatan Sei Bingai dimana agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi diperlukan kebijakan pengelolaan yang menyeluruh. Kebutuhan air bersih sangat perlu dianalisis untuk memperoleh kesiapan data dan informasi tentang air bersih serta jumlah kebutuhan air di suatu daerah aliran sungai yang lengkap dan akurat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian tersebut, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Berapakah debit andalan rata-rata yang tersedia di daerah aliran sungai Namu Sira sira?
2. Baerapakah besar kebutuhan air irigasi di daerah aliran sungai Namu Sira sira?
3. Baerapakah besar kebutuhan air domestik di daerah aliran sungai Namu Sira sira?
4. Bagaimana kecukupan kebutuhan air di daerah aliran sungai Namu Sira sira tahun 2025?

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini diperlukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Menganalisis data-data hidrologi di daerah aliran sungai Namu Sira-sira
2. Menganalisis kebutuhan/pemanfaatan air di daerah aliran sungai Namu Sira-sira untuk domestik dan irigasi

3. Proyeksi kebutuhan air di DAS Namu Sira-sira tidak memperhitungkan perubahan debit andalan

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar debit andalan rata-rata yang tersedia di daerah aliran sungai Namu Sira-sira
2. Mengetahui besar kebutuhan air irigasi di daerah aliran sungai Namu Sira sira
3. Mengetahui besar kebutuhan air domestik di daerah aliran sungai Namu Sira-sira
4. Memproyeksikan total kecukupan kebutuhan air di daerah aliran sungai Namu Sira-sira tahun 2025

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan masukan kepada pemerintah daerah dalam pengelolaan khususnya di daerah aliran sungai Namu Sira-sira untuk kebutuhan air untuk domestik dan non domestik
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khasanah kepustakaan, khususnya mengenai pengelolaan daerah aliran sungai Namu Sira sira, serta dapat menjadi bahan masukan bagi Pemerintah Kabupaten Langkat dalam pelaksanaan pembangunan kawasan daerah aliran sungai Namu Sira-sira secara komprehensif dan integral, serta kepada yang berminat untuk menindak lanjuti hasil penelitian ini.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk merangkum seluruh hasil penelitian ini, maka dalam hal yang menunjukkan sistematika pembahasan yang diperlukan agar memahami keseluruhan penelitian ini. Sistematika yang terdiri dari 5 BAB, yakni sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan pembahasan dalam penelitian ini. Pada bab ini menunjukkan pembahasan tentang latar belakang masalah sehingga dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah, serta dikemukakan tentang sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori yang berhubungan tentang penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dengan menganalisa masalah.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian ini dan mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisa.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAAN

Menganalisa perencanaan pengembangan dari segala aspek dari segi pemanfaatan air di daerah aliran sungai Namu Sira sira untuk domestik dan irigasi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan kumpulan dari kesimpulan hasil analisa dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan juga disertai dengan rekomendasi yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya atau untuk penerapan hasil penelitian dilapangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teoritik

2.1.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2010). Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya yang terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam (Asdak, 2002). DAS dapat didefinisikan sebagai daerah tempat presivitasi yang mengkonsentrasi ke sungai. Daerah aliran sungai secara umum dapat didefinisikan sebagai bagian dari muka bumi, yang airnya mengalir ke dalam sungai yang bersangkutan, apabila hujan jatuh; sebuah pulau selamanya terbagi habis ke dalam daerah aliran sungai.

Aliran DAS adalah suatu kesatuan yang di mulai dari hulu, tengah sampai ke hilir. Hulu sungai/DAS adalah bagian alur sungai yang terdekat dengan titik tertinggi dari alur sungai. Secara biogeofisik, bagian hulu dicirikan dengan merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%) bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya berupa tegakan hutan (Asdak, 2002) serta memiliki nilai debit relatif kecil, alur sungai relatif sempit dan ukuran material/sedimen relatif besar.

Bagian tengah DAS memiliki karakteristik diantara hulu dan hilir, dengan kata lain bagian tengah merupakan daerah transisi dari hulu dan hilir (Asdak, 2002). Dengan nilai kelerengan umumnya antara 8-15%.

Hilir DAS adalah bagian alur sungai yang terdekat dengan muara sungai. Sedangkan menurut Asdak (2002), bagian hilir memiliki ciri merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan

kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/gambut; serta memiliki nilai debit relatif besar, sungai relatif lebar dan ukuran material halus.

2.1.2. Air Permukaan

Air tawar berasal dari dua sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*) dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*). Sekitar 60 % air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/salju (terutama untuk wilayah ughari), dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin*.

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida (CO₂), sulfur (S), dan nitrogen oksida (NO₂) yang dapat membentuk asam lemah. Setelah jatuh ke permukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah.

Perairan permukaan diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu badan air tergenang (*standing waters* atau lentik) dan badan air mengalir (*flowing waters* atau lotik). Perairan tergenang meliputi danau, kolam, waduk, rawa dan sebagainya. Perairan tergenang (lentik), khususnya danau biasanya mengalami stratifikasi secara vertikal akibat perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu pada kolam air yang terjadi secara vertikal. Sedangkan perairan mengalir (lotik) contohnya adalah sungai. Sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik serta sangat

dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola drainase. Pada perairan sungai, biasanya terjadi pencampuran massa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air seperti pada perairan lentik. Kecepatan arus, erosi, dan sedimentasi merupakan fenomena yang biasa terjadi di sungai sehingga kehidupan flora dan fauna sangat dipengaruhi oleh ketiga variabel tersebut.

2.1.3. Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit minimum (terkecil) yang digunakan untuk operasional PLTMH. Pada umumnya perhitungan debit andalan untuk desain bangunan air di Indonesia menggunakan Metode Mock, NRECA, dan Tank Model. Berdasarkan pengalaman lapangan, Metode Mock merupakan metode yang direkomendasikan untuk mendukung desain.

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah-bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai agar analisis cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 10 tahun. Jika persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka metode hidrologi analisis dan empiris bisa dipakai. Dalam menghitung debit andalan kita harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai hilir pengambilan.

Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukkan factor koreksi sebesar 80% sampai dengan 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

2.1.3.1. Metode Mock

Metode ini dikembangkan berdasarkan daur hidrologi. Menjelaskan hubungan *rainfall-runoff*. Metode Mock dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Data yang diperlukan:

- Data hujan rerata bulanan
- Data klimatologi (penyinaran matahari, kecepatan angin, kelembaban relatif, temperatur)
- Luas dan tataguna lahan DAS

Prinsip Metode Mock:

- Memperhitungkan volume air yang masuk (hujan), keluar (infiltrasi, perkolasi dan evaporasi) dan yang disimpan dalam tanah (*soil storage*).
- Dalam sistem mengacu pada *water balance*, volume air total yang ada di bumi tetap, hanya sirkulasi dan distribusi yang bervariasi.

Langkah perhitungan Metode Mock:

1. Hitung Evapotranspirasi Potensial
 - a. Data curah hujan dan hari hujan dalam sebulan
 - b. Evapotranspirasi
 - c. Faktor Karakteristik Hidrologi, (*Exposed Surface*)
2. Hitung *Limited* Evapotranspirasi (ET)
3. Hitung *Water Balance*
4. Hitung Aliran Dasar (*baseflow*) dan Limpasan Langsung (*direct runoff*).

A. Neraca Air (*Water Balance*)

Dalam siklus hidrologi, hubungan antara aliran masuk (*inflow*) dan aliran keluar (*outflow*) pada suatu DAS untuk periode tertentu disebut Neraca Air (*Water Balance*).

Bentuk umum persamaan *Water Balance*:

$$P = E_a + \Delta GS + TRO \quad (2.1)$$

Dimana:

P = Presipitasi

E_a = Evapotranspirasi

ΔGS = Perubahan *groundwater storage*

TRO = Total *Run Off*

Water balance merupakan siklus tertutup dalam satu pengamatan tertentu (1 tahun) dan tidak terjadi perubahan storage, $\Delta GS = 0$ (Awal penentuan *Groundwater Storage* berdasarkan bulan terakhir dalam satu tinjauan kurun waktu tahunan). Sehingga:

$$P = Ea + TRO \quad (2.2)$$

Dimana:

P = Prestipasi

Ea = Evapotranspirasi

TRO = Total *Run Off*

Acuan prediksi debit Metode Mock:

- a. Dalam satu tahun, perubahan *groundwater storage* harus sama dengan nol.
- b. Jumlah total evapotranspirasi dan total *run off* selama satu tahun harus sama dengan total presipitasi yang terjadi dalam tahun itu.

Data meteorologi:

Data yang dipakai adalah data bulanan rata-rata kecuali dalam presipitasi data yang digunakan adalah jumlah data dalam satu bulan.

B. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah jumlah total air yang dikembalikan lagi ke atmosfer dari permukaan tanah, badan air dan vegetasi oleh adanya pengaruh iklim dan fisiologis vegetasi. Evapotranspirasi atau disebut penguapan adalah gabungan dari dua peristiwa yakni evaporasi dan transpirasi yang terjadi secara bersamaan disebut juga peristiwa evapotranspirasi. Kedua proses ini sulit untuk dibedakan karena keduanya terjadi secara simultan.

Evapotranspirasi terbagi menjadi dua yaitu:

- Evapotranspirasi Potensial, dapat dihitung dengan metode Thornthwaite, Blaney-Cridle, Penman, dan Turc-Langbein-Wundt.
- Evapotranspirasi Aktual, evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang tersedia terbatas, dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi

tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau. *Exposed surface* (m%) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi:

- M = 0% untuk lahan dengan hutan lebat, pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder,
- M = 10% - 40% untuk lahan yang tererosi, dan
- M = 20% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Rasio antara selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual dengan evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh *exposed surface* (m) dan jumlah hari hujan (n) dalam satu bulan.

$$\frac{\Delta E}{E_p} = \left[\frac{m}{20} \right] (18 - n) \quad (2.3)$$

$$\Delta E = E_p \left[\frac{m}{20} \right] (18 - n) \quad (2.4)$$

Dimana:

ΔE = Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas

E_p = Evapotranspirasi potensial

m = *Exposed surface*

n = Jumlah hari hujan

Dari formulasi di atas dapat dirumuskan bahwa evapotranspirasi potensial akan sama dengan evapotranspirasi aktual jika:

- a. Evapotranspirasi terjadi pada hutan primer atau sekunder, karena nilai $m = 0$.
- b. Banyaknya hari hujan dalam bulan yang diamati pada daerah itu sama dengan 18 hari.

Sehingga:

$$E_{\text{aktual}} = E_p - \Delta E \quad (2.5)$$

Dimana:

E_p = Evaporanspirasi potensial

ΔE = Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas

2.1.3.1. Metode Penman

Banyak rumus tersedia untuk menghitung besarnya evapotranspirasi potensial yang terjadi, salah satunya adalah Metode Penman. Metode Penman pada mulanya dikembangkan untuk menentukan besarnya evaporasi dari permukaan air terbuka (E_0). Dalam perkembangannya, metode tersebut digunakan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi potensial dari suatu vegetasi dengan memanfaatkan data iklim mikro yang diperoleh dari atas vegetasi yang akan menjadi kajian. Perhitungan perkiraan evapotranspirasi potensial (E_{to}) dan besarnya evapotranspirasi tergantung pada beberapa faktor antara lain:

1. Meteorologi (temperatur, sinar matahari, kelembaban udara, angin)
2. Adanya persediaan air yang cukup, dan
3. Tipe dan cara kultivasi tumbuh-tumbuhan

Perhitungan perkiraan Evapotranspirasi potensial (E_{to}) dengan rumus Modifikasi Penman sebagai berikut ini:

$$E_{To} = c [w. R_n + (1 - w). f(u). (e_a - e_d)] \quad (2.6)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (2.7)$$

$$R_{ns} = (1 - a) R_s \quad (2.8)$$

$$R_s = \left(0,25 + 0,50 \frac{n}{N} \right) R_a \quad (2.9)$$

$$R_{nl} = f(T). f(ed). f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (2.10)$$

$$f(T) = \sigma. T_k^4 \quad (2.11)$$

$$f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed} \quad (2.12)$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \quad (2.13)$$

$$f(u) = 0,27 \left(1 + \frac{u}{100} \right) \quad (2.14)$$

Dimana:

E_{TO} = Evapotranspirasi acuan

R_n = Radiasi netto

- $f(u)$ = Fungsi angin
 $(e_a - e_d)$ = Perbedaan tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap air nyata (mbar)
 c = Faktor pergantian cuaca akibat siang dan malam
 n/N = ratio keawanan, yaitu prosentase jam penyinaran sinar matahari antara yang sebenarnya dengan yang memungkinkan dalam satu hari
 R_{nl} = Radiasi gelombang panjang
 $f(T)$ = Faktor suhu/konstanta Blozman (OC)
 $f(e_d)$ = Faktor kelembaban
 R_{ns} = Radiasi gelombang pendek (mm/hari)
 α = 0,25, faktor konversi pada radiasi atmosfer (RA) ke radiasi matahari sampai ke bumi netto (R_{ns})
 R_s = Besarnya radiasi sampai ke bumi
 W = Faktor penimbang, berdasar suhu udara rata-rata
 R_a = Angka angot rata-rata bulanan dari radiasi ekstra terrestrial, merupakan konstanta yang berbeda untuk setiap lokasi
 RH = Kelembaban udara rata-rata
 $(I-W)$ = Faktor penimbang berdasar suhu udara rerata dengan ketinggian daerah
 σT_k^4 = Radiasi benda hitam Stephen-Boltzman, nilainya sebesar $118.10^{-9} \cdot T_a^4$
 T_a = Suhu mutlak dalam oK
 σ = Konstanta Steven-Boltzman

A. Water Surplus

Water Surplus adalah air hujan (presipitasi) yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*). *Water surplus* (WS) diformulasikan dengan:

$$WS = (P - E_a) + SS \quad (2.15)$$

Dimana:

WS = *Water surplus*

P = Presipitasi

E_a = Evapotranspirasi aktual

SS = Soil storage

Water surplus merupakan air limpasan permukaan ditambah dengan air yang mengalami infiltrasi. Tampungannya kelembaban tanah (*soil moisture storage, SMS*):

- Kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity, SMC*)
- Zona infiltrasi
- Limpasan permukaan dan tampungan tanah (*soil storage, SS*)

Besarnya *SMC* tiap daerah tergantung pada tipe penutup lahan (*land cover*) dan tipe tanahnya. Kapasitas kelembaban tanah maksimum ditetapkan sebesar 200 mm/bulan.

$$SMS = ISMS + (P - Ea) \quad (2.16)$$

Dimana:

ISMS = *Initial soil moisture storage*, merupakan *soil moisture capacity (SMC)* bulan sebelumnya.

P - Ea = Presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi.

Asumsi Mock :

Air akan memenuhi *SMC* terlebih dahulu sebelum *water surplus* tersedia untuk infiltrasi dan perkolasi yang lebih dalam atau melimpas langsung (*direct run off*).

B. Limpasan Total

Air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah lembab, selanjutnya akan melimpas di permukaan (*surface run off*) dan mengalami perkolasi.

$$i = WS \times if \quad (2.17)$$

Dimana:

i = Infiltrasi

WS = *Water surplus*

if = Koefisien infiltrasi

Koefisien infiltrasi (*if*) ditentukan oleh kondisi porositas dan kemiringan daerah pengaliran. Infiltrasi terus terjadi sampai mencapai zona tampungan air tanah (*ground water storage, GS*).

Groundwater storage dipengaruhi:

- a. Infiltrasi (i)
- b. Konstanta resesi aliran bulanan (K)
- c. *Groundwater storage* bulan sebelumnya (G_{som})

Diformulasikan oleh Mock:

$$GS = \{ 0,5 \times (1 + K) \times i \} + \{ K \times G_{som} \} \quad (2.18)$$

Dimana:

G_s = *Groundwater Storage*

K = Konstanta resesi aliran bulanan

i = Infiltrasi

G_{som} = *Groundwater storage* bulan sebelumnya

Prinsip *water balance*, perubahan *groundwater storage* selama rentang waktu tahunan tertentu adalah nol.

Perubahan *groundwater storage* (ΔGS) adalah selisih antara *groundwater storage* bulan yang ditinjau dengan *groundwater storage* bulan sebelumnya.

Perubahan *groundwater storage* penting bagi terbentuknya aliran dasar sungai (*base flow*, BF):

$$BF = i - \Delta GS \quad (2.19)$$

Dimana:

BF = *Base flow*

i = Infiltrasi

ΔGS = Perubahan *groundwater Storage*

Jika pada suatu bulan ΔGS negatif (terjadi karena GS bulan yang ditinjau kurang dari bulan sebelumnya) maka *base flow* akan lebih besar dari infiltrasinya.

Karena *water balance* merupakan siklus tertutup dengan periode tahunan, maka perubahan *groundwater storage* selama 1 tahun = 0. Dalam 1 tahun jumlah *base flow* = jumlah infiltrasi.

- *Direct run off/surface run off*

Berasal dari *water surplus* yang telah mengalami infiltrasi $DRO = WS - i$

- *Storm Run Off*

Limpasan langsung ke sungai yang terjadi saat hujan deras. *SRO* ini hanya beberapa persen saja dari hujan. *SRO* dipengaruhi oleh *percentage factor*, *PF*. Yaitu persen hujan yang menjadi limpasan. $PF = 5\% - 10\%$.

Ketentuan:

a. Jika *P* lebih besar maksimum *soil moisture capacity*, maka

$$SRO = 0$$

b. Jika *P* lebih kecil dari maksimum *soil moisture capacity*, maka

$$SRO = \text{Jumlah curah hujan dalam satu bulan ybs dikali } PF$$

$$SRO = P \times PF$$

- *Total Run Off*

Merupakan penjumlahan komponen-komponen pembentuk debit sungai.

$$TRO = PF + DRO + SRO \quad (2.20)$$

Dimana:

TRO = Total *run off*

BF = Persen hujan yang mejadi limpasan

DRO = *Direct run off*

SRO = *Surface run off*

Dinyatakan dalam mm/bulan. Jika *TRO* dikalikan dengan luas *catchment area* akan diperoleh besaran debit dalam m³/det.

C. Parameter Mock

1. Koefisien refleksi (*r*)

Perbandingan antara jumlah radiasi matahari yang dipantulkan oleh suatu permukaan dengan jumlah radiasi yang terjadi (%).

2. *Exposed Surface* (*m*)

Proporsi permukaan luar yang tidak tertutup tumbuhan hijau pada musim kering (%).

Diklasifikan menjadi 3 daerah:

1. Hutan primer atau sekunder

2. Daerah tererosi

3. Daerah ladang pertanian

Besarnya *m* berkisar 0 - 50 % dan sama untuk tiap bulan.

3. Koefisien infiltrasi (if)

Tergantung kepada kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Koefisien infiltrasi mempunyai nilai yang besar jika tanah bersifat poreus, sifat bulan kering dan kemiringan lahannya tidak terjal.

Harga minimum koefisien infiltrasi dapat tercapai karena kondisi lahan yang terjal dan air tidak sempat mengalami infiltrasi.

4. Konstanta resesi aliran (K)

Proporsi air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Pada bulan hujan nilai K cenderung lebih besar, berarti tiap bulan nilai K berbeda-beda. Nilai K akan menjadi besar jika bulan sebelumnya merupakan bulan basah.

5. *Percentage Factor (PF)*

Persentase hujan yang menjadi limpasan, digunakan dalam menghitung *SRO* pada total *run off*. *Storm run off* hanya dimasukkan kedalam TRO jika P lebih kecil dari nilai maksimum *soil moisture capacity*. Besarnya *PF* berkisar 5% - 10%. Kemungkinan dapat meningkat hingga 37,3%.

D. Kalibrasi

Upaya yang dilakukan untuk menyesuaikan output model dengan data hasil pengukuran di lapangan, bertujuan untuk mengatur kombinasi parameter - parameter dalam pemodelan sehingga hasil pemodelan dapat menyerupai keadaan sebenarnya. Mengatur adalah mengubah parameter - parameter dalam rentang yang sesuai dengan kondisi lapangan. Hal ini dilakukan karena kebanyakan parameter di lapangan sulit diatur secara pasti.

Ada 3 parameter yang perlu dikalibrasi:

1. Koefisien infiltrasi (if)
2. Konstanta Resesi Aliran (K)
3. *Percentage factor (PF)*

Cek kesalahan kalibrasi

Error (ε) < toleransi (3%)

$$\varepsilon = \frac{\text{terhitung} - \text{terukur}}{\text{terukur}} \times 100\% \quad (2.21)$$

Dimana:

ε = Error

2.1.4. Kebutuhan Air Rumah Tangga/Domestik

Kebutuhan air rumah tangga adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga, biasanya diperoleh dari sumur dangkal, perpipaan, hidran umum.

Untuk menghitung dan memperkirakan kebutuhan air domestik membutuhkan perhitungan proyeksi jumlah penduduk. Dari hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk, maka dapat dihitung kebutuhan air domestik, yaitu dengan mengalikan jumlah penduduk dengan suatu parameter penggunaan air per orang. Besarnya parameter ini bervariasi tergantung kepada lingkungannya.

Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki. Hal yang berkaitan dengan proyeksi kebutuhan tersebut adalah:

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Perkiraan jumlah penduduk pada masa datang sangat penting dalam pengembangan dan perencanaan jaringan air bersih guna mengetahui perkiraan kebutuhan air domestik. Adapun beberapa metode untuk menghitung perkiraan jumlah penduduk antara lain Metode Aritmatika dan Geometrik.

a. Metode Aritmatika

Metode ini memperkirakan pertumbuhan penduduk dengan jumlah yang absolute sama untuk setiap tahun, dimana pertambahan penduduk dianggap sama setiap tahun. Persamaan yang digunakan adalah:

$$P_n = P_0 + n.r$$

$$r = \frac{P_0 - P_t}{t} \quad (2.22)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi

r = Angka pertumbuhan penduduk tiap tahun

n = Periode waktu yang ditinjau

t = Banyak tahun sebelum tahun analisis

b. Metode Geometrik

Metode ini memperkirakan pertumbuhan penduduk yang menggunakan dasar bunga berbunga, jadi angka pertumbuhan penduduk sama setiap tahun, dengan persamaan:

$$P_n = P_o + (1 + r)^n \quad (2.23)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke-n (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa)

r = Prosentase pertumbuhan geometrical penduduk tiap tahun (%)

n = Periode waktu yang ditinjau (tahun)

2. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Kebutuhan air domestik dan perkotaan diperkirakan dari perkalian antara jumlah penduduk dengan jumlah (tingkat) pemanfaatan air perkapita, sebagaimana dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = P_n \times q \quad (2.24)$$

Dimana:

Q = Kebutuhan air domestik

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n

q = Konsumsi air bersih untuk kebutuhan penduduk

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan:

- Jumlah penduduk
- Tingkat pertumbuhan
- Kebutuhan air perkapita
- Proyeksi waktu air akan digunakan

(Yulistiyanto. 2008)

Berdasarkan SNI tahun 2002 tentang sumberdaya air, penduduk kota membutuhkan 120 l/hari/kapita, sedangkan penduduk pedesaan memerlukan 60 l/hari/kapita.

2.1.5. Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Karena kondisi iklim yang ada di Indonesia, adalah musim hujan dan musim kemarau, maka kebutuhan air irigasi akan dihitung dalam periode bulanan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Kebutuhan air konsumtif untuk tanaman (Etc)
2. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR)
3. Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (RW)
4. Perkolasi (P)
5. Hujan efektif untuk tanaman (ER)
6. Efisiensi air irigasi (IE)
7. Luas areal irigasi (A)

Secara matematis hubungan faktor-faktor yang menentukan kebutuhan air irigasi di atas dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$KAI = \frac{(Etc+IR+RW+P-ER)}{IE} \times A \quad (2.25)$$

Dimana:

- KAI = Kebutuhan air untuk irigasi
Etc = Penggunaan air konsumtif
IR = Kebutuhan air untuk penyiapan lahan
RW = Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air
P = Kehilangan air perkolasi
ER = Curah hujan efektif
IE = Efisiensi irigasi
A = Luas areal irigasi

a. Kebutuhan air konsumtif (ETc)

Kebutuhan air untuk tanaman di lahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor efisiensi tanaman (kc). Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) penggunaan konsumtif dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Etc = Eto \times kc \quad (2.26)$$

Dimana:

Etc = Kebutuhan air konsumtif

Eto = Evapotranspirasi

kc = Koefisien tanaman

Evapotranspirasi dapat dihitung dengan Metode Penman dan nilai kc mengikuti cara FAO seperti yang tercantum dalam Standar Perencanaan Irigasi.

b. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR)

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan dapat digunakan persamaan berikut:

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right) \quad (2.27)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan

M = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkonsumsi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan

: $E_o + P$,

$$: E_o = 1.1 \times E_{to} \quad (2.28)$$

Dimana:

P = Perkolasi

Eo = Evaporasi

Eto = Evapotranspirasi

$$K = M \times (T/S)$$

(2.29)

Dimana:

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari) dan

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm

Dalam hitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan digunakan T = 30 hari dan S = 250 mm untuk penyiapan lahan padi pertama dan S = 200 mm untuk penyiapan lahan padi kedua.

c. Infiltrasi dan perkolasi

Infiltrasi ialah proses masuknya air dari atas kedalam permukaan tanah. Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihan hujan menjadi aliran di sungai. Sedangkan perkolasi ialah proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat gaya berat. Kapasitas infiltrasi dalam tanah adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh sifat tanah, sifat permukaan tanah, lengas tanah, vegetasi dan cara pengerjaan tanah. Besar nilai perkolasi untuk tanah lempung dengan pengolahan tanah yang baik berkisar 3 – 5 mm/hari. Untuk tanah yang ringan dapat mencapai laju yang lebih tinggi.

d. Penggantian lapisan air

Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi. Besarnya kebutuhan untuk keperluan penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan selama 2 bulan.

e. Curah hujan efektif untuk tanaman (ER)

Curah hujan efektif dihitung dengan menggunakan pendekatan intersepsi, atau dengan kata lain curah hujan efektif merupakan fungsi dari intersepsi. Intersepsi ialah jumlah air hujan yang tertahan atau tidak sampai ke tanah (zona perakaran tanaman) dan selanjutnya dianggap hilang.

Untuk tanaman padi besarnya nilai intersepsi diambil reratanya, sehingga persamaannya adalah sebagai berikut:

$$IC = 0,5 \cdot e^{0,48} \cdot [hujan_{(t)}]^{0,85} \cdot 0,93242 \quad (2.30)$$

Dimana:

IC = Kapasitas intersepsi

Untuk tanaman palawija intersepsi akan terhantung pada vegetasi penutup lahan, dan dengan memperkirakan besarnya nilai intersepsi adalah setengah dari rerata intersepsi untuk tanaman padi, maka persamaannya adalah sebagai berikut:

$$IC = 0,25 \cdot e^{0,48} \cdot [hujan_{(t)}]^{0,85} \cdot 0,93242 \quad (2.31)$$

Dimana:

IC = Kapasitas intersepsi

Hujan efektif dasar dimaksudkan sebagai curah hujan netto yang jatuh di petak sawah setelah mengalami intersepsi dan penguapan sebelum mencapai permukaan lahan. Rumusan untuk besaran ini adalah sebagai berikut:

$$ER(t) = \text{hujan}(t) - IC(t) \text{ bila } \text{hujan}(t) \geq IC(t)$$

$$ER(t) = 0 \text{ bila } \text{hujan}(t) < IC(t)$$

Dimana:

$ER(t)$ = Hujan efektif dasar tiap satuan waktu

$\text{Hujan}(t)$ = Tinggi hujan

$IC(t)$ = Kapasitas intersepsi tiap satuan waktu

f. Efisiensi Irigasi

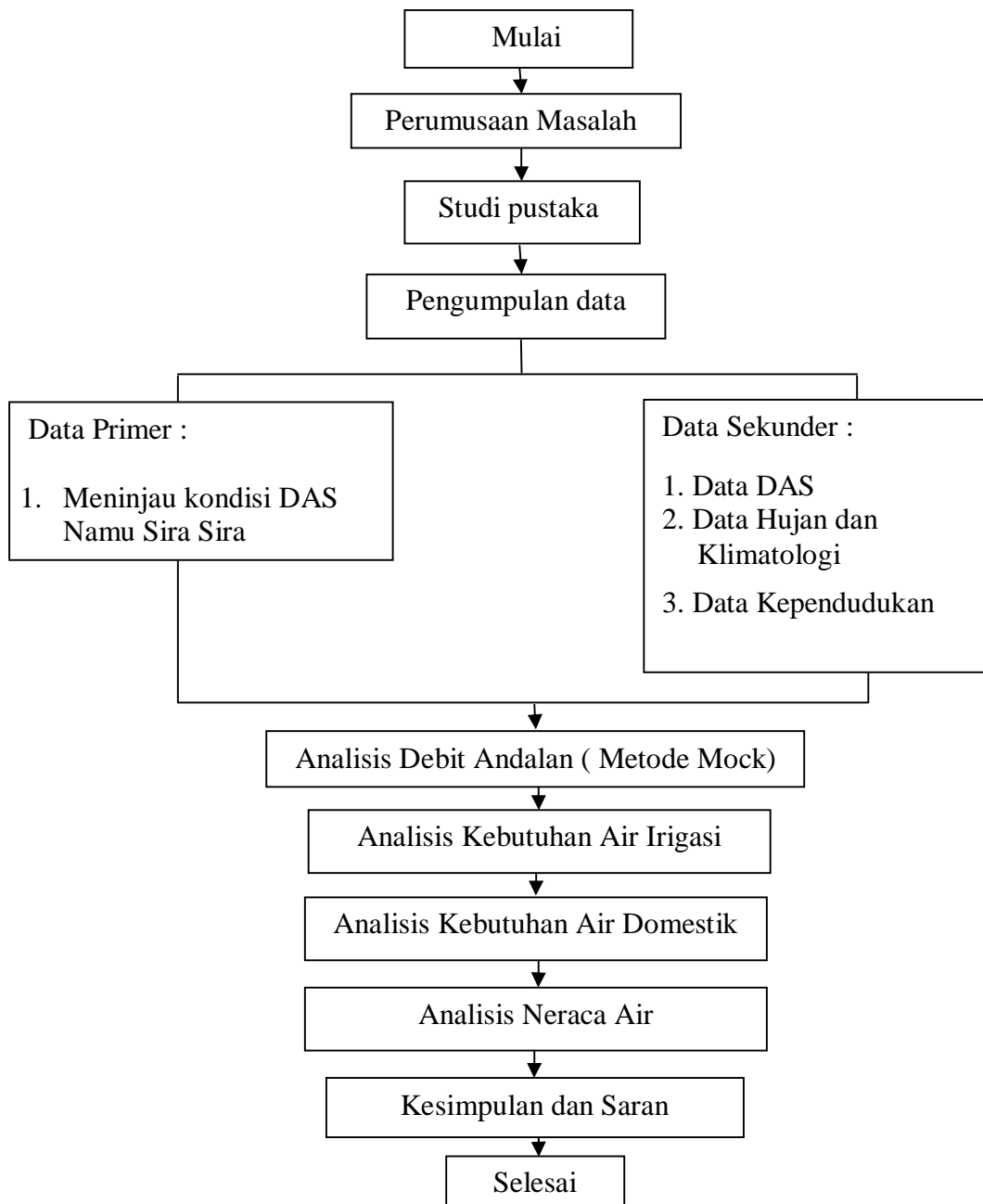
Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder (dari bangunan pembagi sampai petak sawah). Efisiensi irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan rembesan.

Dari beberapa peneliti memperkirakan rata-rata efisiensi irigasi di jaringan utama berkisar 70-80%, sedangkan pada jaringan sekunder berkisar 70%.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2. Umum

Metode penelitian merupakan suatu cara peneliti bekerja untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan digunakan untuk dianalisis sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metode penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan secara sistematis.

3.3. Lokasi Penelitian

Untuk Tugas Akhir ini penulis memilih daerah aliran sungai yang terletak di Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara yang berjarak ± 35 km dari Kota Medan.

Berdasarkan data meteorologi yang tercatat di Kabupaten Langkat, Kecamatan Sei Bingai (LU $3^{\circ} 75'$: BT $98^{\circ} 45'$) tinggi curah hujan tahunan di daerah aliran sungai Namu Sira-Sira berkisar antara 79 mm sampai 295 mm, dengan tinggi curah hujan tahunan rata-rata 82,16%. Kecepatan angin 283,5 km per hari dan lama penyinaran pancaran matahari 58%.

Luas areal irigasi adalah luas semua lahan pertanian yang kebutuhan airnya di layani oleh sistem irigasi tertentu. Luas areal irigasi Namu Sira sira pada Kecamatan Sei Bingai adalah 3827 Ha.

3.4. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data yang didapatkan dari berbagai sumber. Data sekunder yang diperlukan berupa data daerah aliran sungai, data penggunaan lahan, data kependudukan (jumlah penduduk dll), data hujan & klimatologi, peta topografi & peta penggunaan lahan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey dengan tahapan persiapan, pengumpulan data dan analisis.

3.4.1. Tahap Persiapan

Kegiatan ini meliputi pengurusan perizinan penelitian dan pengumpulan pustaka.

3.4.2. Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini didapatkan dari berbagai sumber. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh langsung dari catatan-catatan yang sudah ada.

Sumber data sekunder ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Balai Besar Wilayah Sungai dan instansi lainnya. Adapun data-data sekunder yang dimaksud adalah:

a. Data hidrologi

Data hidrologi menyangkut data curah hujan pada daerah yang mempengaruhi dalam perencanaan. Untuk mendapatkan data curah hujan diambil dari stasiun pengamatan di Stasiun Tongkoh, untuk data curah hujan tersedia selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2007 - 2016. Data hidrologi digunakan untuk menghitung besar debit andalan.

b. Data klimatologi

Data klimatologi terdiri dari:

- Temperatur bulanan rata-rata (°C)
- Kecepatan angin rata-rata (m/detik)
- Kelembaban udara relatif rata-rata (%)
- Lamanya penyinaran matahari rata-rata (%)

Dengan mengetahui kondisi klimatologi dari daerah tersebut, maka dapat dihitung kebutuhan air yang diperlukan.

c. Data rencana dan realisasi tanam

Digunakan untuk menganalisis kebutuhan air untuk irigasi.

d. Data BPS

Digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih untuk rumah tangga.

3.4.3. Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis. Analisis yang dilakukan adalah:

a. Analisis Debit Ketersediaan Air

Data hidrologi dan data topografi yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mencari debit andalan/ketersediaan air yang ada.

Debit andalan adalah debit sungai yang dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan air di daerah layanannya. Perhitungan ini menggunakan cara analisis *water balance* dari Metode Mock.

Langkah-langkah dalam analisis debit andalan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data curah hujan bulanan maksimum.
2. Menentukan besarnya evaporasi dengan menggunakan Metode Penman.
3. Menentukan besarnya keseimbangan air pada permukaan tanah (*water balance*).
4. Menentukan besarnya limpasan (*run off*) dan tampungan air tanah (*ground water storage*).
5. Menganalisis aliran sungai.
6. Menganalisis besarnya debit andalan.

b. Analisis Kebutuhan Air Total

Data kebutuhan air domestik dan non domestik yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mencari kebutuhan air baku yang dibutuhkan.

c. Analisis Neraca Air (*Water Balance*)

Melakukan analisa neraca air (*water balance*) pada masing-masing daerah layanan dari ketersediaan dan kebutuhan air hasil perhitungan langkah sebelumnya.

d. Analisis Kondisi Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira

Berdasarkan analisis neraca air sebelumnya didapatkan kondisi di daerah daerah aliran sungai Namu Sira-sira yang mengalami defisit dan surplus untuk kondisi saat ini.

3.5. Peta Wilayah Lokasi Penelitian

Peta wilayah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Peta wilayah lokasi penelitian (peta wilayah Sungai Wampu-Besitang, 2017).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Keadaan Fisik

Adapun penjelasan keadaan fisik DAS Namu Sira sira sebagai berikut:

4.1.1. Lokasi Penelitian

Daerah aliran sungai Namu Sira-sira terletak di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Daerah aliran sungai Namu Sira-sira berada di Kecamatan Sei Bingai. Luas daerah aliran sungai Namu Sira sira \pm 228,14 km². Luas areal irigasi pada Kecamatan Sei Bingai adalah 3827 Ha.

4.1.2. Iklim Dan Curah Hujan

Iklim di Kabupaten Langkat sama halnya dengan daerah lain di Indonesia. Iklimnya dipengaruhi oleh adanya pusat tekanan rendah dan tekanan tinggi yang berganti di daratan sentra Asia dan Australia pada bulan Januari dan Juli.

Suhu udara di suatu tempat antara lain ditentukan oleh tinggi rendahnya tempat tersebut dari permukaan air laut dan jaraknya dari pantai. Tinggi curah hujan tahunan rata-rata berkisar antara 79 mm sampai 295 mm, dengan tinggi curah hujan rata-rata 134,25 mm, tempratur 27,09°C, kelembaban rata-rata 82,16%, kecepatan angin 283,5 km per hari dan lama penyinaran matahari 58%.

4.1.3. Jenis Tanah

Jenis tanah yang terdapat di wilayah daerah aliran sungai Namu Sira-sira adalah tanah Aluvial. Jenis tanah ini paling banyak terdapat di wilayah Kecamatan Sei Bingai. Tanah aluvial merupakan jenis tanah yang terjadi karena endapan lumpur biasanya yang terbawa karena aliran sungai. Tanah ini biasanya ditemukan dibagian hilir karena dibawa dari hulu. Tanah ini biasanya bewarna coklat hingga kelabu.

4.1.4. Hidrologi

Di daerah aliran sungai Namu Sira-sira, dipakai dua pos hujan, yaitu Stasiun Tongkoh dan Stasiun Serapit. Data yang digunakan untuk menghitung debit andalan merupakan data hujan dari tahun 2016 – 2007.

4.1.5. Kriteria Dan Standarisasi

Dalam menganalisis data sebagai dasar analisis daerah aliran sungai Namu Sira sira digunakan kriteria dan standar sebagai berikut:

1. Analisis neraca air menggunakan Kriteria Perencanaan Irigasi dari Dirjen Pengairan 1986;
2. Kebutuhan air domestik berdasarkan SNI tahun 2002.

4.2. Analisis Debit Andalan

a. Analisis Tangkapan Hujan

Stasiun yang ada di DAS Namu Sira sira adalah Stasiun Tongkoh. Berikut adalah data curah hujan rerata 10 tahun yang didapatkan dari tahun 2007-2016. Hasil Perhitungan debit andalan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.1: Data curah hujan bulanan Stasiun Tongkoh (BMKG, 2017).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	188	198	162	268	316	202	122	178	180	436	186	222
2008	168	216	538	294	52	264	216	232	170	484	242	242
2009	336	96	288	268	154	58	50	86	134	320	400	306
2010	206	204	124	266	160	202	248	268	284	68	364	334
2011	258	226	188	252	216	126	6	596	158	208	320	234
2012	62	292	224	334	224	104	230	202	76	464	482	328
2013	328	502	178	332	264	110	46	234	190	468	350	466
2014	158	68	136	530	144	68	36	244	184	492	412	372
2015	220	125	44	343	200	299	61	206	169	494	338	269
2016	304	296	265	192	304	82	101	84	89	35	287	241

Tabel 4.2: Data jumlah hari hujan BPP Sei Bingai (BPS, 2017).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	12	18	8	14	18	15	14	16	19	17	18	11
2008	7	6	12	10	10	9	0	0	0	0	18	0
2009	16	10	21	15	22	7	14	22	22	25	22	9
2010	9	7	14	14	21	20	22	16	21	20	27	22
2011	15	5	23	8	15	11	9	11	12	22	21	17
2012	15	12	30	3	19	7	6	15	13	18	20	17
2013	12	19	5	9	14	10	10	17	14	17	14	20
2014	6	3	5	9	15	7	6	15	19	17	15	16
2015	11	6	6	14	11	5	11	17	13	19	25	13
2016	x	x	x	x	x	x	X	x	X	x	x	x

Keterangan: x = Tidak didapatkan.

Untuk mendapatkan curah hujan merata dengan distribusi penyebaran curah hujan yang merata maka data hujan dikali dengan koefisien penyebaran curah hujan (β).

b. Analisis Debit Andalan dengan Metode Mock

Data-data yang diperlukan untuk metode ini adalah:

1. Curah hujan bulanan (P)

Curah hujan bulanan yang digunakan berdasarkan data curah hujan yang didapatkan di Stasiun Tongkoh.

2. Jumlah hari hujan (n)

Jumlah hari hujan diambil dari jumlah hari per bulan.

3. Evapotranspirasi Potensial

Data evapotranspirasi diambil dari data evapotranspirasi berdasarkan data klimatologi di Stasiun Kecamatan Serapit Langkat. Data Evapotranspirasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Data evapotranspirasi St. Kecamatan Serapit Langkat (BMKG, 2017).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2006	3.3	4.0	3.9	3.6	4.0	3.6	3.8	4.2	3.4	3.0	3.2	3.5
2007	3.2	4.6	4.0	3.3	4.4	3.5	3.8	4.5	3.8	3.2	3.6	3.3
2008	3.2	3.9	3.3	2.8	4.0	2.9	2.9	3.6	3.6	2.8	2.9	2.7
2009	3.2	3.9	3.3	2.8	4.0	2.9	2.9	3.6	3.6	2.8	2.9	2.7
2010	3.2	4.2	4.1	3.6	4.2	4.0	4.2	4.5	3.7	3.2	3.4	3.6
2011	3.5	4.5	4.0	3.6	4.2	4.2	3.9	4.1	3.8	3.6	3.5	3.4
2012	3.5	4.3	4.1	3.7	4.4	4.2	3.9	4.5	3.9	3.3	4.1	3.6
2013	3.9	4.3	4.5	3.7	4.6	4.0	4.0	4.0	3.8	3.4	3.4	3.1
2014	3.5	4.3	4.1	3.8	4.1	3.9	3.9	3.5	3.4	3.1	3.6	3.2
2015	3.5	4.5	4.0	3.6	4.2	4.2	3.9	4.1	3.8	3.6	3.5	3.4

Adapun langkah perhitungan ketersediaan air atau debit andalan pada DAS Bingai dengan Metode Mock dapat dilihat pada contoh perhitungan pada bulan Januari tahun 2007 sebagai berikut:

1. Data Meteorologi

- a. Curah hujan bulanan (P) = 188 mm/bln
- b. Jumlah hari hujan = 12 hari
- c. Jumlah hari = 31 hari

2. Evapotranspirasi Potensial (Eto) = 3,2 mm/hari

- a. $E_{pm} = E_{to} \times \text{Jumlah hari}$
 $= 3,2 \times 31$
 $= 99,2 \text{ mm/bln}$

3. *Limited* Evapotranspirasi (EI)

- a. *Exposed Surface* (m) = 30 %
- b. $E = \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n)$
 $= \left(\frac{30}{20}\right) \times (18 - 12)$
 $= 9$
- c. $EI = E_{pm} - E$
 $= 90,2 \text{ mm/bln}$

4. *Water Surplus*

- a. $\Delta s = (P - EI)$
 $= 188 - 90,2$

$$= 97,80 \text{ mm/bln}$$

b. $SMC = ISMC + (P - EI) ; ISMC = 250$

$$= 250 + 97,80$$

$$= 347,80 \text{ mm/bln}$$

c. $Soil Storage = 0,00 \text{ mm/bln}$

d. $Water Surplus = \Delta s + S_s$

$$= 97,80 + 0,00$$

$$= 97,80 \text{ mm/bln}$$

5. Total Run Off

a. Koefisien infiltrasi (if) = 0,50

b. Infiltrasi = $Water surplus \times if$

$$= 97,80 \times 0,50$$

$$= 48,90 \text{ mm/bln}$$

c. Konstanta resesi aliran (K) = 0,70

d. $Percentage Factor (PF) = 0,50$

e. $Volume \text{ air tanah } (G_s) = \frac{1}{2} \times (1 + K) \times I$

$$= \frac{1}{2} \times (1 + 0,70) \times 48,90$$

$$= 41,57$$

f. $L = K \times V_n - 1 ; V_n = 50$

$$= 0,70 \times (50 - (12 - 1))$$

$$= 24,00$$

g. $\Delta V_n = V_n - (V_n - 1)$

$$= 50 - 24,00$$

$$= 26,00 \text{ mm/bln}$$

h. $Base Flow = Infiltrasi - \Delta V_n$

$$= 48,90 - 26,00$$

$$= 22,90$$

i. $Direct Run Off = Water Surplus - infiltrasi$

$$= 97,80 - 48,90$$

$$= 48,90 \text{ mm/bln}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. } \textit{Strom Run Off} &= P \times PF \quad (\text{Jika } P > 250, \text{SRO} = 0) \\
 &= 188 \times 0.5 \\
 &= 94,00 \text{ mm/bln} \\
 \text{k. } \textit{Total Run Off} &= \textit{Base flow} + \textit{DRO} + \textit{SRO} \\
 &= 22,90 + 48,90 + 94,00 \\
 &= 165,80 \text{ mm/bln} \\
 \text{l. } \textit{Chactment Area} &= 228,14 \text{ km}^2 \\
 \text{m. } \textit{Stream Flow} &= \frac{\textit{Total run off} \times \textit{Chacment area} \times 1000}{\textit{Jumlah hari} \times 86400} \\
 &= \frac{165,80 \times 228,14 \times 1000}{31 \times 86400} \\
 &= 14,12 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dan hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil perhitungan debit andalan menggunakan Metode Mock.

No	Data	Unit	Kons	2007											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
A	Meteorologi Data														
1	Curah Hujan	P;mm/bulan		188	198	162	268	316	202	122	178	180	436	186	222
2	Hari Hujan	n;hari		12	18	8	14	18	15	14	16	19	17	18	11
3	Jumlah Hari	Hr;hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
B	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/hari		3.2	4.6	4	3.3	4.4	3.5	3.8	4.5	3.8	3.2	3.6	3.3
4	Epm	mm/bulan		99.2	128.8	124	99	136.4	105	117.8	139.5	114	99.2	108	102.3
C	Limited Evapotranspirasi (EI)														
5	Expose Surface (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
6	Epm/Eto	%		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
7	$E = (m/20) \times (18-n)$	mm/bulan		9	0	15	6	0	4.5	6	3	-1.5	1.5	0	10.5
8	$EI = Epm - E$	mm/bulan		90.2	128.8	109	93	136.4	100.5	111.8	136.5	115.5	97.7	108	91.8
D	Water Surplus														
9	As= (P - EI) (air hujan sampai ke tanah)	mm/bulan		97.80	69.20	53.00	175.00	179.60	101.50	10.20	41.50	64.50	338.30	78.00	130.20
10	SMC = ISMC + (P-EI); ISMC →250 mm	mm/bulan	250	347.80	319.20	303.00	425.00	429.60	351.50	260.20	291.50	314.50	588.30	328.00	380.20
11	Soil storage mm/bulan	mm/bulan		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Water surplus (8+12)	mm/bulan		97.80	69.20	53.00	175.00	179.60	101.50	10.20	41.50	64.50	338.30	78.00	130.20
E	Total Run Off														
13	Koefisien Infiltrasi	(if)		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
14	Infiltrasi (13 x 14)	(i;mm/bulan)		48.90	34.60	26.50	87.50	89.80	50.75	5.10	20.75	32.25	169.15	39.00	65.10
15	Konstanta resesi aliran	(K)		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
16	Percetntage factor	(PF)		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

No	Data	Unit	Kons	2007											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		41.57	29.41	22.53	74.38	76.33	43.14	4.34	17.64	27.41	143.78	33.15	55.34
18	$K \times V_n - 1$			24.00	18.00	26.19	21.10	49.83	74.31	69.22	36.49	19.89	17.11	95.62	80.14
19	V_n			50.00	47.41	48.71	95.47	126.16	117.45	73.55	54.12	47.30	160.89	128.77	135.47
20	$\Delta V_n = V_n - (V_n - 1)$	mm/bulan		26.00	29.41	22.53	74.38	76.33	43.14	4.33	17.64	27.41	143.78	33.15	55.34
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		22.90	5.19	3.98	13.13	13.47	7.61	0.77	3.11	4.84	25.37	5.85	9.77
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		48.90	34.60	26.50	87.50	89.80	50.75	5.10	20.75	32.25	169.15	39.00	65.10
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		94.00	99.00	81.00	0.00	0.00	101.00	61.00	89.00	90.00	0.00	93.00	111.00
24	Total Run Off= $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		165.80	138.79	111.48	100.63	103.27	159.36	66.87	112.86	127.09	194.52	137.85	185.87
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		14.12	13.09	9.50	8.86	8.80	14.03	5.70	9.61	11.19	16.57	12.13	15.83

Untuk perhitungan tahun berikutnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.5: Rekapitulasi hasil perhitungan debit bulanan menggunakan Metode Mock.

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2007	14.12	13.09	9.50	8.86	8.80	14.03	5.70	9.61	11.19	16.57	12.13	15.83
2008	12.63	16.16	21.78	11.24	4.39	9.64	16.70	17.10	11.99	20.78	18.49	19.38
2009	17.87	4.53	8.87	9.54	7.73	2.55	2.13	3.66	6.91	10.91	15.54	11.55
2010	17.06	15.20	5.42	8.30	8.05	12.89	16.04	6.44	8.53	2.90	12.58	10.60
2011	10.65	17.14	10.77	8.05	13.62	6.08	0.26	23.48	9.64	13.29	10.65	16.34
2012	0.17	9.23	13.40	12.42	13.76	4.58	16.02	11.88	3.34	17.72	18.02	10.67
2013	16.19	19.67	10.42	11.87	6.24	4.94	1.96	15.43	12.51	17.83	12.85	17.97
2014	10.77	3.10	7.18	21.74	7.18	2.99	1.53	17.25	12.17	19.46	15.61	13.51
2015	17.63	6.35	1.87	12.20	12.45	22.90	2.60	12.71	10.60	18.66	11.26	8.38
2016	x	x	X	x	X	x	x	X	x	X	x	X
Rata-rata	13.01	11.61	9.91	11.58	9.14	8.96	6.99	13.06	9.65	15.34	14.13	13.80

Keterangan: x = Data tidak didapatkan

4.3. Kebutuhan Air Irigasi

Contoh:

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada bulan Maret pertengah bulanan pertama (I)

a. Data:

$$ETc = 8,89 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk Padi I})$$

$$ETc = 9,40 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk Padi II})$$

$$ETc = 6,45 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk Palawija})$$

$$P = 2 \text{ mm/hari}$$

$$WLR = 1,10 \text{ mm/hari}$$

$$Re = 3,68 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk padi I})$$

$$Re = 2,52 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk padi II})$$

$$Re = 4,38 \text{ mm/hari} \quad (\text{untuk palawija})$$

$$\eta = 65 \%$$

b. Kebutuhan air irigasi untuk padi I:

$$NFR = ETc + P + WLR - Re$$

$$= 8,89 + 2 + 0 - 0,98$$

$$= 7,21 \text{ mm/hari}$$

$$DR = \frac{NFR}{(\eta \times 8,64)}$$

$$= \frac{7,21}{(0,65 \times 8,64)}$$

$$= 1,28 \text{ mm/hari}$$

c. Kebutuhan air irigasi untuk padi II:

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} + \text{WLR} - \text{Re}$$

$$= 9,40 + 2 + 1,10 - 2,52$$

$$= 9,98 \text{ mm/hari}$$

$$\text{DR} = \frac{\text{NFR}}{(\eta \times 8,64)}$$

$$= \frac{9,98}{(0,65 \times 8,64)}$$

$$= 1,78 \text{ mm/hari}$$

d. Kebutuhan air irigasi untuk palawija:

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} + \text{WLR} - \text{Re}$$

$$= 6,45 + 2 + 0 - 4,38$$

$$= 4,07 \text{ mm/hari}$$

$$\text{DR} = \frac{\text{NFR}}{(\eta \times 8,64)}$$

$$= \frac{4,07}{(0,65 \times 8,64)}$$

$$= 0,73 \text{ mm/hari}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan hasil rekapitulasi kebutuhan air irigasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan		Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
							kc ₁					
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I (1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		LP	8,89	7,21	7,19	1,28	1,28
	II (16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00		1,10	3,71	1,92	1,95	0,34	0,35
Feb	I (1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		1,10	4,74	4,41	3,12	0,79	0,56
	II (16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	1,10	1,05	4,53	5,21	3,89	0,93	0,69
Mar	I (1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00	1,10	1,05	4,12	4,36	4,02	0,78	0,72
	II (16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	2,20	0,95	3,72	4,88	4,59	0,87	0,82
Ap	I (1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II (16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	1,10		8,95	6,02	7,26	1,07	1,29
Mei	I (1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		LP	9,52	8,20	7,90	1,46	1,41
	II (16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00		1,10	4,63	3,14	2,95	0,56	0,53
Jun	I (1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		1,10	4,18	4,61	4,02	0,82	0,72
	II (1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00	1,10	1,05	3,99	5,35	4,82	0,95	0,86
Jul	I (1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00	1,10	1,05	3,72	5,99	5,27	1,07	0,94
	II (1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	2,20	0,95	3,36	6,62	5,97	1,18	1,06
Agst	I (1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	0,00	0,00	0,75	0,00	0,13	0,00
	II (1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	1,10		9,40	9,98	8,64	1,78	1,54
Sept	I (1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		0,50	1,86	1,60	0,83	0,28	0,15
	II (1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00		0,59	2,19	1,88	1,11	0,34	0,20
Okt	I (1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		0,96	3,00	2,81	0,00	0,50	0,00
	II (16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00		1,05	3,29	3,00	0,00	0,53	0,00
Nop	I (1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		1,02	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00
	II (16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00		0,95	3,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Des	I (1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		1,02	3,38	0,15	1,04	0,03	0,18
	II (16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		1,95	6,45	3,13	4,07	0,56	0,73
							Padi I		9,91	8,4	1,76	1,5
							Padi II		9,71	9,16	1,73	1,63
							Palawija		4,43	3,5	0,79	0,62

Catatan: Untuk perhitungan alternatif berikutnya dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4.7: Rekapitulasi kebutuhan air irigasi (lt/dt/ha) (hasil perhitungan kebutuhan air irigasi).

ALT	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agst		Sept		Okt		Nov		Des		Kebutuhan Air Irigasi Max (lt/det/ha)
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
1	1,28	0,34	0,79	0,93	0,78	0,87	0	1,07	1,46	0,56	0,82	0,95	1,07	1,18	0,13	1,78	0,15	0,2	0,00	0,00	0	0	0,18	0,73	1,78
	PADI I								PADI II								PALAWIJA								
2	0	0,00	1,65	0,77	0,61	0,74	0,15	1,27	1,66	1,63	1,72	0,79	0,9	1,05	0,89	1,97	0,15	1,77	0	0	0	0	0,18	0,14	1,97
	PADI I								PADI II								PALAWIJA								
3	0,31	0,26	0	0	1,5	0,78	0,18	1,27	1,66	0,64	0,08	1,69	1,83	1,08	0,93	1,97	0,85	0,77	0	1,5	0	0	0,15	0,2	1,83
	PADI I								PADI II								PALAWIJA								
4	0,31	0,26	0	0	0	0	0,91	0,88	1,46	0,72	0,98	1,08	0,4	1,99	1,61	1,58	0,68	0,84	0,75	0,87	0	1,09	0	0	1,99
	PALAWIJA								PADI I								PADI II								
5	0	0,04	0,45	0,5	0,5	0,43	0	0	1,46	0,56	0,82	0,95	1,07	1,18	0,13	1,78	1,58	0,67	0,58	0,73	0,15	0,27	0	1,18	1,58
	PALAWIJA								PADI II								PAD II								
6	1,48	0	0,1	0,14	0,46	0,5	0,15	0,09	0	0	1,72	0,79	0,9	1,05	0,89	1,97	0,15	1,77	1,52	0,56	0	0,13	0,24	0,36	1,97
	PALAWIJA								PADI I								PADI II								
7	1,48	1,39	1,84	1,83	0,14	0,18	0,11	0,15	0,48	0,39	0	0	1,81	1,08	0,93	1,97	0,85	0,77	0	1,5	0,91	0	0,07	0,03	1,97
	PALAWIJA								PADI I								PADI II								
8	1,28	0,51	0,94	1,05	1,7	1,67	0	0	0,43	0,49	0,66	0,59	0,08	0,07	1,61	1,58	0,68	0,84	0,75	0,87	0	1,09	1	0,06	1,67
	PADI II								PALAWIJA								PADI I								
9	1,28	0,34	0,79	0,93	0,78	0,87	1,1	1,07	0,09	0,14	0,62	0,66	0,72	0,67	0	0	1,58	0,67	0,58	0,73	0,15	0,27	0	1,18	1,58
	PADI II								PALAWIJA								PADI I								
10	0	1,46	1,65	0,77	0,61	0,74	0,15	1,27	0	1,63	0,31	0,35	0,69	0,73	0,42	0,36	0	0	1,52	0,56	0	0,13	0,44	0,16	1,65
	PADI II								PALAWIJA								PADI I								
11	1,48	0,64	0,14	1,83	1,5-	0,58	0	1,07	1,66	0,84	0,27	1,88	0,4	0,44	0,38	0,43	0,49	0,44	0	0	0,91	0	0,07	0,22	1,83
	PADI I								PADI II								PALAWIJA								
12	1,48	0,51	1,14	0,85	0,04	1,47	0,91	0,88	1,66	0,72	1,18	0,88	0,4	1,79	0,05	0,1	0,45	0,5	0	0	0	0	1,16	0,22	1,79
	PADI I								PADI II								PALAWIJA								

Catatan : : Kebutuhan air maximum

4.4. Kependudukan

Kependudukan di Sei Bingai dapat di jelaskan sebagai berikut:

4.4.1. Kepadatan Penduduk

Kecamatan Sei Bingai memiliki 16 desa. Jumlah penduduk dari tahun 2006 – 2015 disajikan dalam Tabel rekapitulasi jumlah penduduk.

Tabel 4.8: Data jumlah penduduk di Kecamatan Sei Bingai (Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat).

Tahun	Jumlah Penduduk
2006	46.499
2007	47.127
2008	47.822
2009	48.521
2010	48.346
2011	48.754
2012	48.772
2013	48.865
2014	50.225
2015	50.663

4.5. Kebutuhan Air Domestik

Analisis kebutuhan air untuk masa mendatang menggunakan standar perhitungan yang telah ditetapkan. Faktor utama dalam analisis kebutuhan air adalah jumlah penduduk pada daerah studi. Untuk menganalisis proyeksi 10 tahun ke depan dipakai Metode Aritmatik dan Metode Geometrik. Dari proyeksi tersebut kemudian dihitung jumlah kebutuhan air dari sektor domestik berdasarkan kriteria SNI 2002.

a. Kriteria Perencanaan Air Bersih

Analisis sektor domestik untuk masa mendatang dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang direncanakan berdasarkan SNI tahun 2002 tentang sumber daya air, penduduk kota membutuhkan 120 l/hari/kapita, sedangkan penduduk pedesaan memerlukan 60 l/hari/kapita.

b. Analisis Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan pertumbuhan penduduk dari tahun 2006 – 2015 adalah sebagai berikut.

1) Pertumbuhan Aritmatik

$$P = P_n - P_t$$

$$P = 47.127 - 46.499$$

$$= 628$$

Dari data diatas didapat

$$P = \text{Pertumbuhan Aritmatik} = 628$$

$$P_n = \text{Jumlah penduduk tahun 2007} = 47.127$$

$$P_t = \text{Jumlah penduduk tahun 2006} = 46.499$$

Perhitungan selanjutnya di tabelkan di Tabel 4.9.

2) Pertumbuhan Geometrik

$$P\% = \frac{P}{P_t} \times 100$$

$$P\% = \frac{628}{46.499} \times 100$$

$$P\% = 1,35\%$$

Dari data diatas didapat

$$P\% = \text{Pertumbuhan Geometrik} = 1.35\%$$

$$P = \text{Pertumbuhan Aritmatik} = 628$$

$$P_t = \text{Jumlah penduduk tahun 2006} = 46.499$$

Perhitungan selanjutnya di tabelkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Analisa perhitungan pertumbuhan penduduk.

Tahun	Jumlah	Pertumbuhan Aritmatik (Jiwa)	Pertumbuhan Geometrik (%)
2006	46499		
		+628	+1,35%
2007	47127		
		+695	+1,47%
2008	47822		
		+699	+1,46%
2009	48521		
		-175	-0,36%
2010	48346		
		+408	+0,84%
2011	48754		
		+18	+0,037%
2012	48772		
		+93	+0,19%
2013	48865		
		+1360	+2,78%
2014	50225		
		+438	+0,87%
2015	50663		
Jumlah		+4164	+8,637%
Rata-Rata		462,66	+0,96%

3) Perhitungan Proyeksi Penduduk

a. Metode Geometrik

Rumus dasar Metode Geometrik yaitu:

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (4.1)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun n

P_0 = Jumlah penduduk awal tahun perhitungan

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu dalam tahun

Dari data di atas didapat:

$$P_0 = 50663 \text{ jiwa}$$

$$r = + 0,96\%$$

$$r = + 0,0096$$

Persamaan *Forward Projection*

$$P_n = 50663 (1 + 0,0096)^{25}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Geometrik

$$\begin{aligned} P_{10} &= 50663 (1 + 0,0096)^n \\ &= 50663 (1 + 0,0096)^{10} \\ &= 55742 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Didapatkan proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Geometrik di tahun 2025 sebesar 55742 jiwa. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.21.

b. Metode Aritmatik

Rumus dasar Metode Aritmatik yaitu:

$$P_n = P_0 + n.r \quad (4.2)$$

$$r = \frac{P_0 - P_t}{t} \quad (4.3)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun n

P_0 = Jumlah penduduk awal tahun perhitungan

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu dalam tahun

P_t = Jumlah penduduk tahun akhir perhitungan

t = Tahun akhir dikurang tahun awal

Dari data di atas didapat:

$$\begin{aligned} P_t &= \text{jumlah penduduk pada tahun 2006} \\ &= 46499 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$P_0 = 50663 \text{ jiwa}$$

$$T_0 = 2015$$

$$T_t = 2006$$

$$r = \frac{P_0 - P_t}{t}$$

$$r = \frac{50663 - 46499}{2015 - 2006}$$

$$= 463$$

Didapat persamaan Aritmatik:

$$P_n = P_0 + nr$$

$$P_n = 50663 + 463.n$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Aritmatik

$$P_n = 50663 + (463 .n)$$

$$P_{10} = 50663 + (463 .10)$$

$$= 55293 \text{ jiwa}$$

Didapatkan proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Aritmatik di tahun 2025 sebesar 55293 jiwa. Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada Tabel 4.10.

c. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk didapat dari rata-rata penjumlahan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan Metode Aritmatik dan Geometrik.

$$\bar{P} = \frac{P_{\text{aritmatik}} + P_{\text{geometrik}}}{2}$$

$$\bar{P}_{2015} = \frac{55293 + 55742}{2}$$

$$\bar{P}_{2015} = 55517 \text{ jiwa}$$

Didapatkan proyeksi jumlah penduduk di tahun 2025 sebesar 55517 jiwa. Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Perhitungan proyeksi penduduk.

Tahun	N	Metode Aritmatik ($P_n=50663+463.n$)	Metode Geometrik ($P_n=50663(1+0.0096)^n$)	Proyeksi (\bar{P})
2015	0	50663	50663	50633
2016	1	51126	51149	51137
2017	2	51589	51640	51614
2018	3	52052	52136	52094
2019	4	52515	52637	52576
2020	5	52978	53142	53060
2021	6	53441	53652	53546
2022	7	53904	54167	54035
2023	8	54346	54687	54516
2024	9	54830	55212	55021
2025	10	55293	55742	55517

Dari analisis di atas didapat jumlah penduduk Kecamatan Sei Bingai pada tahun 2020 berjumlah 53060 jiwa dan pada tahun 2025 berjumlah 55517 jiwa.

d. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik

Berikut adalah perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik, dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik.

Tahun	Jumlah	Konsumsi Air Rata-Rata (Lt/Jiwa/Hari)	Jumlah Kebutuhan Air Domestik (Lt/Hari)	Jumlah Kebutuhan Air Domestik (Lt/Dtk)
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]
2015	50633	60	3037980	35,16180
2016	51137	60	3068220	35,45118
2017	51614	60	3096840	35,84305
2018	52094	60	3125640	36,17639
2019	52576	60	3154560	36,51111
2020	53060	60	3183600	36,84722
2021	53546	60	3212760	37,18472
2022	54035	60	3242100	37,52430
2023	54516	60	3270960	37,85833
2024	55021	60	3301260	38,20903
2025	55517	60	3331020	38,55347
Rata-Rata				36,84733

Keterangan:

[a] = Tahun proyeksi (tahun perencanaan)

[b] = Hasil proyeksi jumlah penduduk

[c] = Tabel kolom (pedesaan)

[d] = [b] x [c]

[e] = [d] / (24 x 60 x 60)

4.6. Perhitungan Neraca Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air

Langkah-langkah dalam Perhitungan Neraca Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air dapat dilihat sebagai berikut.

4.6.1. Prediksi Analisis Perhitungan Neraca Air 5 Tahun (2020)

Contoh perhitungan neraca air dengan debit andalan rata-rata di DAS Namu Sira sira untuk bulan Januari minggu pertama.

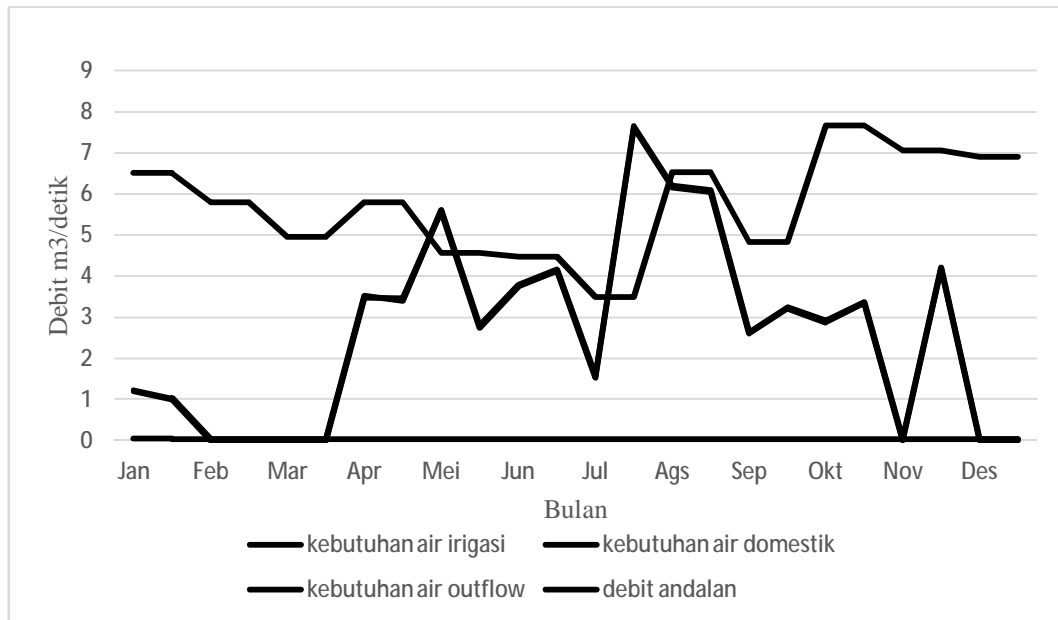
- Kebutuhan Air Irigasi = 1,19 m³/detik
- Kebutuhan Air Domestik = 0,0368 m³/detik
- Kebutuhan air *Outflow* = KA. Irigasi + KA. Domestik
= 1,19 + 0,0368
= 1,2268 m³/detik
- Debit Andalan = 6,505 m³/detik
- Selisih antara Debit Andalan dan kebutuhan air:
= Debit Andalan – Kebutuhan Air *Outflow*
= 6,505 – 1,2268 = 5,782 m³/detik

Perhitungan selanjutnya dilanjutkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Perhitungan neraca air berdasarkan debit andalan rata-rata DAS Namu Sira sira kondisi tahun 2020.

Bulan		Kebutuhan Air Irigasi (m^3/dtk)	Kebutuhan Air Domestik (m^3/dtk)	Kebutuhan Air (Outflow) (m^3/dtk)	Debit Andalan (Inflow) (m^3/dtk)	Selisih
Januari	1	1,19	0,0368	1,2268	6,505	5,2782
	2	0,99	0,0368	1,0268	6,505	5,4782
Februari	1	0	0,0368	0,0368	5,805	5,7682
	2	0	0,0368	0,0368	5,805	5,7682
Maret	1	0	0,0368	0,0368	4,955	4,9182
	2	0	0,0368	0,0368	4,955	4,9182
April	1	3,48	0,0368	3,5168	5,79	2,2732
	2	3,36	0,0368	3,3968	5,79	2,3932
Mei	1	5,58	0,0368	5,6168	4,57	-1,0468
	2	2,75	0,0368	2,7868	4,57	1,7832
Juni	1	3,75	0,0368	3,7868	4,48	0,6932
	2	4,13	0,0368	4,1668	4,48	0,3132
Juli	1	1,53	0,0368	1,5668	3,495	1,9282
	2	7,61	0,0368	7,6468	3,495	-4,1518
Agustus	1	6,16	0,0368	6,1968	6,53	0,3332
	2	6,05	0,0368	6,0868	6,53	0,4432
September	1	2,60	0,0368	2,6368	4,825	2,1882
	2	3,21	0,0368	3,2468	4,825	1,5782
Oktober	1	2,87	0,0368	2,9068	7,67	4,7632
	2	3,33	0,0368	3,3668	7,67	4,3032
November	1	0	0,0368	0,0368	7,065	7,0282
	2	4,17	0,0368	4,2068	7,065	2,8582
Desember	1	0	0,0368	0,0368	6,9	6,8632
	2	0	0,0368	0,0368	6,9	6,8632

Berdasarkan hasil analisis perhitungan diatas terlihat bahwa surplus air terbesar terjadi di bulan November minggu ke 1 sebesar 7,02 m³/detik, dan defisit air terbesar terjadi di bulan Juli minggu ke 2 sebesar -4,15 m³/detik. Grafik neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2020.

4.6.3. Prediksi Analisis Perhitungan Neraca Air 10 Tahun (2025)

Contoh perhitungan neraca air dengan debit andalan rata-rata di DAS Namu Sira sira untuk bulan Januari minggu pertama.

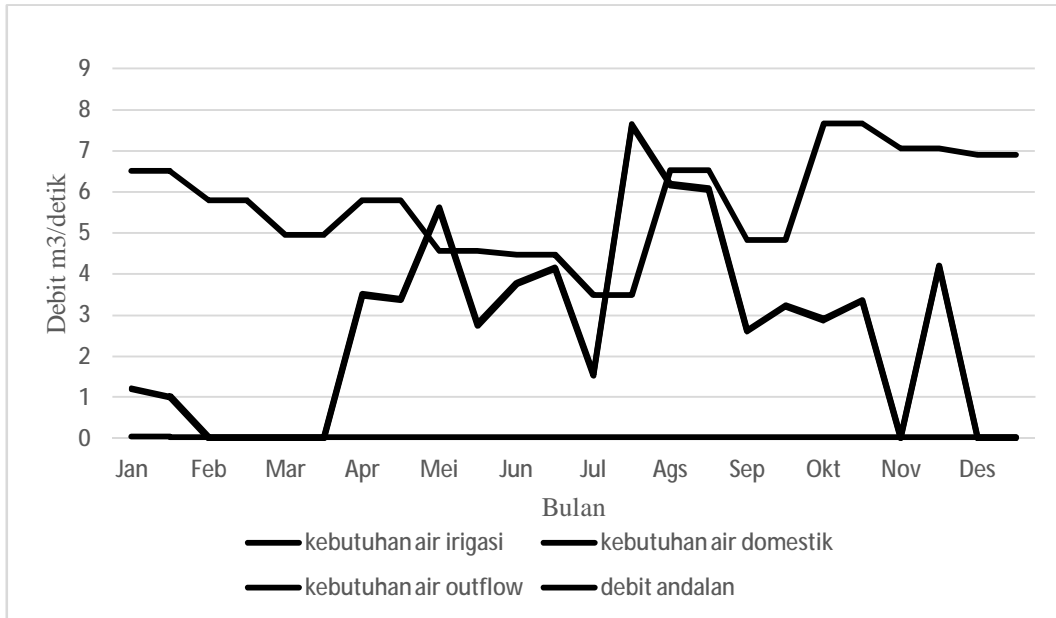
- Kebutuhan Air Irigasi = 1,19 m³/detik
- Kebutuhan Air Domestik = 0.0385 m³/detik
- Kebutuhan air *Outflow* = KA. Irigasi + KA. Domestik
= 1,19 + 0.0385 = 1,2285 m³/detik
- Debit Andalan = 6,505 m³/detik
- Selisih antara Debit Andalan dan kebutuhan air:
= Debit Andalan – Kebutuhan Air *Outflow*
= 6,505 – 1,2285 = 5,2765 m³/detik

Perhitungan selanjutnya dilanjutkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Perhitungan neraca air berdasarkan debit andalan rata-rata DAS Namu Sira sira kondisi tahun 2025.

Bulan		Kebutuhan Air Irigasi (m^3/dtk)	Kebutuhan Air Domestik (m^3/dtk)	Kebutuhan Air (Outflow) (m^3/dtk)	Debit Andalan (Inflow) (m^3/dtk)	Selisih
Januari	1	1,19	0,0385	1,2285	6,505	5,2765
	2	0,99	0,0385	1,0285	6,505	5,4765
Februari	1	0	0,0385	0,0385	5,805	5,7665
	2	0	0,0385	0,0385	5,805	5,7665
Maret	1	0	0,0385	0,0385	4,955	4,9165
	2	0	0,0385	0,0385	4,955	4,9165
April	1	3,48	0,0385	3,5185	5,79	2,2715
	2	3,36	0,0385	3,3985	5,79	2,3915
Mei	1	5,58	0,0385	5,6185	4,57	-1,0485
	2	2,75	0,0385	2,7885	4,57	1,7815
Juni	1	3,75	0,0385	3,7885	4,48	0,6915
	2	4,13	0,0385	4,1685	4,48	0,3115
Juli	1	1,53	0,0385	1,5685	3,495	1,9265
	2	7,61	0,0385	7,6485	3,495	-4,1535
Agustus	1	6,16	0,0385	6,1985	6,53	0,3315
	2	6,05	0,0385	6,0885	6,53	0,4415
September	1	2,60	0,0385	2,6385	4,825	2,1865
	2	3,21	0,0385	3,2485	4,825	1,5765
Oktober	1	2,87	0,0385	2,9085	7,67	4,7615
	2	3,33	0,0385	3,3685	7,67	4,3015
November	1	0	0,0385	0,0385	7,065	7,0265
	2	4,17	0,0385	4,2085	7,065	2,8565
Desember	1	0	0,0385	0,0385	6,9	6,8615
	2	0	0,0385	0,0385	6,9	6,8615

Berdasarkan hasil analisis perhitungan diatas terlihat bahwa surplus air terbesar terjadi di bulan November pada minggu ke 1 sebesar 7,03 m³/detik, dan defisit air terbesar terjadi pada bulan Juli minggu ke 2 sebesar -4,15 m³/detik. Grafik neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2025.

4.6.4. Analisis Hasil Perhitungan Neraca Air

Berikut adalah kesimpulan dari hasil perhitungan neraca air di DAS Namu Sira sira di tahun 2020 dan 2025. Hasil Perhitungan Neraca Air DAS Namu Sira sira tahun 2020 dan 2025 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil perhitungan neraca air DAS Namu Sira sira tahun 2020 dan 2025.

Bulan		Ketersediaan Air Eksisting	Tahun 2020		Tahun 2025	
			Kebutuhan Air Outflow	Selisih	Kebutuhan Air Outflow	Selisih
Januari	1	6,505	1,2268	5,2782	1,2285	5,2765
	2	6,505	1,0268	5,4782	1,0285	5,4765
Februari	1	5,805	0,0368	5,7682	0,0385	5,7665
	2	5,805	0,0368	5,7682	0,0385	5,7665
Maret	1	4,955	0,0368	4,9182	0,0385	4,9165
	2	4,955	0,0368	4,9182	0,0385	4,9165
April	1	5,79	3,5168	2,2732	3,5185	2,2715
	2	5,79	3,3968	2,3932	3,3985	2,3915
Mei	1	4,57	5,6168	-1,0468	5,6185	-1,0485
	2	4,57	2,7868	1,7832	2,7885	1,7815
Juni	1	4,48	3,7868	0,6932	3,7885	0,6915
	2	4,48	4,1668	0,3132	4,1685	0,3115
Juli	1	3,495	1,5668	1,9282	1,5685	1,9265
	2	3,495	7,6468	-4,1518	7,6485	-4,1535
Agustus	1	6,53	6,1968	0,3332	6,1985	0,3315
	2	6,53	6,0868	0,4432	6,0885	0,4415
September	1	4,825	2,6368	2,1882	2,6385	2,1865
	2	4,825	3,2468	1,5782	3,2485	1,5765
Oktober	1	7,67	2,9068	4,7632	2,9085	4,7615
	2	7,67	3,3668	4,3032	3,3685	4,3015
November	1	7,065	0,0368	7,0282	0,0385	7,0265
	2	7,065	4,2068	2,8582	4,2085	2,8565
Desember	1	6,9	0,0368	6,8632	0,0385	6,8615
	2	6,9	0,0368	6,8632	0,0385	6,8615
Jumlah		137,18	63,6432	73,5268	63,6840	73,4963

Berdasarkan analisis perhitungan kebutuhan air domestik diasumsikan relatif stabil, sehingga fluktuasi penggunaan air paling banyak dipengaruhi oleh perilaku pertanian (musim tanam). Perhitungan neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air DAS Namu Sira sira cukup melimpah, mencapai $137,18 \text{ m}^3$ dengan kebutuhan air $63,6432 \text{ m}^3$ per tahun pada tahun 2020 dan $63,6840 \text{ m}^3$ per tahun pada tahun 2025 sehingga dapat disimpulkan bahwa DAS Namu Sira sira masih mampu mencukupi kebutuhan air hingga tahun 2025.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Debit andalan yang tersedia di daerah aliran sungai Namu Sira sira pada kondisi eksisting rata-rata sebesar 5,7158 m³/detik.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira dapat mencukupi kebutuhan air irigasi di Kecamatan Sei Bingai dengan rata-rata sebesar 2.615 m³/detik.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira dapat mencukupi kebutuhan air domestik di Kecamatan Sei Bingai dengan rata-rata sebesar 0,03701 m³/detik.
4. Dari hasil prediksi pada tahun 2025 kondisi ketersediaan air masih stabil atau surplus dikarenakan jumlah penggunaan air domestik dan irigasi tidak mengalami perubahan yang signifikan, ataupun masih dapat terpenuhi oleh debit andalan yang tersedia.

5.2. Saran

1. Kepada instansi terkait untuk menjaga Daerah Aliran Sungai Namu Sira sira sesuai dengan peruntukannya sehingga memberi manfaat yang besar di kemudian hari.
2. Kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika untuk dapat melengkapi data-data klimatologi yang dibutuhkan di setiap stasiun nya untuk penelitian lebih lanjut sehingga dapat mempermudah perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, A.I. dkk. (1980) *Water Supply Engineering Design*, Anna Arbor Science, University of Mosul.
- Anonim (2006) *Prakarsa Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Anonim (2008) *Undang-undang Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fokusmedia, Bandung.
- Asdak, C. (2002) *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada. University Press, Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (1986) *Standart Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan (KP-01, KP-07)*.
- SNI 19-6728.1-2002 *Penyusunan neraca sumber daya*.
- Yulistiyanto, Bambang dan Kironoto, B. (2008) *Analisa Pendayagunaan Sumber Daya Air Pada WS Paguyaman dengan RIBASIM*. Media Teknik No 2 Tahun XXX Edisi Mei 2008 ISSN 0216-3012.

Tabel L1: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2007											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		41.57	29.41	22.53	74.38	76.33	43.14	4.34	17.64	27.41	143.78	33.15	55.34
18	$K \times V_{n-1}$			24.00	18.00	26.19	21.10	49.83	74.31	69.22	36.49	19.89	17.11	95.62	80.14
19	V_n			50.00	47.41	48.71	95.47	126.16	117.45	73.55	54.12	47.30	160.89	128.77	135.47
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		26.00	29.41	22.53	74.38	76.33	43.14	4.33	17.64	27.41	143.78	33.15	55.34
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		22.90	5.19	3.98	13.13	13.47	7.61	0.77	3.11	4.84	25.37	5.85	9.77
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		48.90	34.60	26.50	87.50	89.80	50.75	5.10	20.75	32.25	169.15	39.00	65.10
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		94.00	99.00	81.00	0.00	0.00	101.00	61.00	89.00	90.00	0.00	93.00	111.00
24	Total Run Off= $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		165.80	138.79	111.48	100.63	103.27	159.36	66.87	112.86	127.09	194.52	137.85	185.87
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		14.12	13.09	9.50	8.86	8.80	14.03	5.70	9.61	11.19	16.57	12.13	15.83

Tabel L2: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2008											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		36.25	51.38	189.00	94.35	0.00	80.96	65.07	62.65	37.83	180.29	65.88	78.75
18	$K \times V_{n-1}$			29.00	30.00	45.97	155.48	165.88	108.11	133.35	139.90	142.78	127.42	198.39	185.99
19	V_n			50.00	81.38	234.97	249.83	165.88	189.08	198.42	202.54	180.60	307.71	264.27	264.74
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		21.00	51.38	189.00	94.35	0.00	80.96	65.07	62.65	37.83	180.29	65.88	78.75
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		21.65	9.07	33.35	16.65	0.00	14.29	11.48	11.06	6.68	31.82	11.63	13.90
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		42.65	60.45	222.35	111.00	0.00	95.25	76.55	73.70	44.50	212.10	77.50	92.65
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO=0$)	mm/bulan		84.00	108.00	0.00	0.00	51.50	0.00	108.00	116.00	85.00	0.00	121.00	121.00
24	Total Run Off= $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		148.30	177.52	255.70	127.65	51.50	109.54	196.03	200.76	136.18	243.92	210.13	227.55
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		12.63	16.16	21.78	11.24	4.39	9.64	16.70	17.10	11.99	20.78	18.49	19.38

Tabel L3: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2009											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		101.92	0.00	77.01	80.11	10.20	0.00	0.00	0.00	8.50	94.65	130.48	100.22
18	$K \times V_{n-1}$			20.00	26.00	-1.80	38.65	62.13	44.63	18.24	-8.23	-26.76	-36.78	19.51	96.99
19	V_n			50.00	26.00	75.21	118.76	72.33	44.63	18.24	-8.23	-18.26	57.86	149.98	197.20
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		30.00	0.00	77.01	80.11	10.20	0.00	0.00	0.00	8.50	94.65	130.48	100.22
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		89.90	0.00	13.59	14.14	1.80	0.00	0.00	0.00	1.50	16.70	23.03	17.69
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		119.90	0.00	90.60	94.25	12.00	0.00	0.00	0.00	10.00	111.35	153.50	117.90
23	Storm run off = $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		0.00	48.00	0.00	0.00	77.00	29.00	25.00	43.00	67.00	0.00	0.00	0.00
24	Total Run Off = $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		209.80	48.00	104.19	108.39	90.80	29.00	25.00	43.00	78.50	128.05	176.53	135.59
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		17.87	4.53	8.87	9.54	7.73	2.55	2.13	3.66	6.91	10.91	15.54	11.55

Tabel L4: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2010											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		51.13	43.73	1.23	69.70	10.75	33.58	47.52	55.89	71.61	0.00	105.61	91.97
18	$K \times V_{n-1}$			27.00	29.00	37.91	14.40	38.87	15.74	13.52	27.72	38.53	58.10	14.67	63.20
19	V_n			50.00	72.73	39.15	84.10	49.62	49.31	61.03	83.61	110.14	58.10	120.28	155.17
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		23.00	43.73	1.23	69.70	10.75	33.58	47.52	55.89	71.61	0.00	105.61	91.97
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		37.15	7.72	0.22	12.30	1.90	5.93	8.39	9.86	12.64	0.00	18.64	16.23
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		60.15	51.45	1.45	82.00	12.65	39.50	55.90	65.75	84.25	0.00	124.25	108.20
23	Storm run off = $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		103.00	102.00	62.00	0.00	80.00	101.00	124.00	0.00	0.00	34.00	0.00	0.00
24	Total Run Off = $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		200.30	161.17	63.67	94.30	94.55	146.43	188.29	75.61	96.89	34.00	142.89	124.43
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		17.06	15.20	5.42	8.30	8.05	12.89	16.04	6.44	8.53	2.90	12.58	10.60

Tabel L5: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2011											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		65.45	50.79	24.01	67.58	38.38	4.46	0.00	203.75	22.53	38.42	89.46	55.29
18	$K \times V_{n-1}$			21.00	31.00	35.25	34.48	57.44	57.07	35.08	14.55	141.81	94.03	72.72	97.53
19	V_n			50.00	81.79	59.26	102.06	95.82	61.54	35.08	218.30	164.33	132.45	162.18	152.82
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		29.00	50.79	24.01	67.58	38.38	4.46	0.00	203.75	22.53	38.42	89.46	55.29
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		48.00	8.96	4.24	11.93	6.77	0.79	0.00	35.96	3.97	6.78	15.79	9.76
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		77.00	59.75	28.25	79.50	45.15	5.25	0.00	239.70	26.50	45.20	105.25	65.05
23	Storm run off = $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		0.00	113.00	94.00	0.00	108.00	63.00	3.00	0.00	79.00	104.00	0.00	117.00
24	Total Run Off = $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		125.00	181.71	126.49	91.43	159.92	69.04	3.00	275.66	109.48	155.98	121.04	191.81
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		10.65	17.14	10.77	8.05	13.62	6.08	0.26	23.48	9.64	13.29	10.65	16.34

Tabel L6: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2012											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		0.00	74.93	33.53	104.34	36.59	0.00	54.02	28.48	0.00	153.72	151.30	92.61
18	$K \times V_{n-1}$			21.00	24.00	40.25	49.65	89.79	82.47	52.73	60.72	50.44	18.31	101.42	160.90
19	V_n			50.00	98.93	73.78	153.98	126.38	82.47	106.74	89.20	50.44	172.03	252.72	253.51
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		29.00	74.93	33.53	104.34	36.59	0.00	54.02	28.48	0.00	153.72	151.30	92.61
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		-29.00	13.22	5.92	18.41	6.46	0.00	9.53	5.03	0.00	27.13	26.70	16.34
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		0.00	88.15	39.45	122.75	43.05	0.00	63.55	33.50	0.00	180.85	178.00	108.95
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		31.00	0.00	112.00	0.00	112.00	52.00	115.00	101.00	38.00	0.00	0.00	0.00
24	Total Run Off= $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		2.00	101.37	157.37	141.16	161.51	52.00	188.08	139.53	38.00	207.98	204.70	125.29
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		0.17	9.23	13.40	12.42	13.76	4.58	16.02	11.88	3.34	17.72	18.02	10.67

Tabel L7: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2014											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		91.84	159.72	24.65	99.66	54.15	0.85	0.00	47.39	34.85	154.74	107.95	155.93
18	$K \times V_{n-1}$			24.00	17.00	119.70	93.05	121.90	114.23	71.55	34.09	44.03	39.22	122.77	142.51
19	V_n			50.00	176.72	144.35	192.71	176.04	115.08	71.55	81.48	78.88	193.96	230.72	298.44
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		26.00	159.72	24.65	99.66	54.15	0.85	0.00	47.39	34.85	154.74	107.95	155.93
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		82.05	28.19	4.35	17.59	9.55	0.15	0.00	8.36	6.15	27.31	19.05	27.52
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		108.05	187.90	29.00	117.25	63.70	1.00	0.00	55.75	41.00	182.05	127.00	183.45
23	Storm run off = $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		0.00	0.00	89.00	0.00	0.00	55.00	23.00	117.00	95.00	0.00	0.00	0.00
24	Total Run Off = $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		190.10	216.09	122.35	134.84	73.26	56.15	23.00	181.11	142.15	209.36	146.05	210.97
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		16.19	19.67	10.42	11.87	6.24	4.94	1.96	15.43	12.51	17.83	12.85	17.97

Tabel L8: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2014											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		28.69	0.00	12.07	182.54	9.10	0.00	0.00	59.50	34.21	168.90	131.11	117.22
18	$K \times V_{n-1}$			30.00	33.00	19.10	13.82	123.45	86.78	55.75	25.02	41.17	36.76	129.96	167.75
19	V_n			50.00	33.00	31.17	196.36	132.54	86.78	55.75	84.52	75.38	205.66	261.07	284.97
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		20.00	0.00	12.07	182.54	9.10	0.00	0.00	59.50	34.21	168.90	131.11	117.22
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		13.75	0.00	2.13	32.21	1.61	0.00	0.00	10.50	6.04	29.81	23.14	20.69
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		33.75	0.00	14.20	214.75	10.70	0.00	0.00	70.00	40.25	198.70	154.25	137.90
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		79.00	34.00	68.00	0.00	72.00	34.00	18.00	122.00	92.00	0.00	0.00	0.00
24	Total Run Off= $B_{flow} + DRO + SRO$	mm/bulan		126.50	34.00	84.33	246.96	84.31	34.00	18.00	202.50	138.29	228.51	177.39	158.59
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		10.77	3.10	7.18	21.74	7.18	2.99	1.53	17.25	12.17	19.46	15.61	13.51

Tabel L9: Lanjutan.

No	Data	Unit	Kons	2015											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
17	$1/2 \times (1+K) \times I$	Gs		51.85	5.31	0.00	102.43	34.13	81.81	0.00	34.17	26.56	161.88	94.56	72.72
18	$K \times V_{n-1}$			25.00	30.00	19.72	0.80	62.26	63.47	91.70	48.19	45.65	32.55	112.10	132.67
19	V_n			50.00	35.31	19.72	103.23	96.39	145.28	91.70	82.36	72.21	194.43	206.66	205.38
20	$\Delta V_n = V_n - (V_{n-1})$	mm/bulan		25.00	5.31	0.00	102.43	34.13	81.81	0.00	34.17	26.56	161.88	94.56	72.72
21	Base Flow = $i - \Delta V_n$	mm/bulan		36.00	0.94	0.00	18.08	6.02	14.44	0.00	6.03	4.69	28.57	16.69	12.83
22	Direct Run Off = $WS - i$	mm/bulan		61.00	6.25	0.00	120.50	40.15	96.25	0.00	40.20	31.25	190.45	111.25	85.55
23	Storm run off= $P \times PF$ (jika $P > 250, SRO = 0$)	mm/bulan		110.00	62.50	22.00	0.00	100.00	149.50	30.50	103.00	84.50	0.00	0.00	0.00
24	Total Run Off= $Bflow + DRO + SRO$	mm/bulan		207.00	69.69	22.00	138.58	146.17	260.19	30.50	149.23	120.44	219.02	127.94	98.38
25	Catchment Area	km ²		228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14	228.14
26	Stream flow	(m ³ /second)		17.63	6.35	1.87	12.20	12.45	22.90	2.60	12.71	10.60	18.66	11.26	8.38

Tabel L10: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00			0,00	0	0	0,00	0,00
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		LP	9,59	9,26	7,97	1,65	1,42
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00		1,10	4,74	4,32	3,00	0,77	0,53
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		1,10	4,31	3,45	3,11	0,61	0,55
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	1,10	1,05	4,12	4,18	3,89	0,74	0,69
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00	1,10	1,05	3,62	0,86	2,04	0,15	0,36
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	2,20	0,95	8,95	7,12	8,36	1,27	1,49
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00	1,10	0,00	9,52	9,30	9,00	1,66	1,60
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	1,10		9,52	9,13	8,94	1,63	1,59
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		LP	9,21	9,64	9,05	1,72	1,61
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00		1,10	4,18	4,44	3,91	0,79	0,70
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		1,10	3,89	5,06	4,34	0,90	0,77
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	1,10	1,05	3,72	5,88	5,23	1,05	0,93
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	1,05	4,26	5,01	3,59	0,89	0,64
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	2,20	0,95	9,40	11,08	9,74	1,97	1,73
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00	1,10	0,00	0,00	0,84	0,07	0,15	0,01
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10		9,15	9,94	9,17	1,77	1,63
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		0,50	1,57	1,38	0,00	0,24	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00		0,59	1,85	1,56	0,00	0,28	0,00
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		0,96	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00		1,05	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		1,02	3,38	0,15	1,04	0,03	0,18
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		0,95	3,14	0,00	0,76	0,00	0,14
							Padi I			11,1	10,44	1,98	1,86
							Padi II			10,81	10,26	1,92	1,83
							Palawija			1,55	0,62	0,28	0,11

Tabel L11: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha	
								kc ₁						
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		1,02	3,44	1,76	1,74	0,31	0,31	
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00		0,95	3,20	1,41	1,44	0,25	0,26	
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		LP	9,30	8,44	8,10	1,50	1,44	
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	1,10	1,10	4,31	4,37	4,08	0,78	0,73	
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00	1,10	1,10	3,80	1,04	2,22	0,18	0,39	
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	2,20	1,05	8,95	7,12	8,36	1,27	1,49	
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00	1,10	1,05	9,52	9,30	9,00	1,66	1,60	
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	1,10	0,95	4,00	3,61	3,42	0,64	0,61	
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		0,00	0,00	0,43	0,00	0,08	0,00	
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00			9,21	9,47	8,94	1,69	1,59	
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		LP	9,10	10,27	9,55	1,83	1,70	
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	1,10	1,10	3,89	6,05	5,40	1,08	0,96	
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	1,10	4,47	5,22	3,80	0,93	0,68	
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	2,20	1,05	9,40	11,08	9,74	1,97	1,73	
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00	1,10	1,05	3,91	4,75	3,98	0,85	0,71	
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10	0,95	3,53	4,32	3,55	0,77	0,63	
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00			8,72	8,43	3,61	1,50	0,64	
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		0,50	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00		0,59	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00	
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		0,96	3,18	0,00	0,84	0,00	0,15	
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		1,05	3,48	0,16	1,10	0,03	0,20	
								Padi I			10,27	9,50	1,79	1,69
								Padi II			10,81	10,26	1,92	1,83
								Palawija			4,46	1,94	0,79	0,34

Tabel L12: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		1,02	3,44	1,76	1,74	0,31	0,31
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00		0,95	3,20	1,41	1,44	0,25	0,26
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		LP	8,95	5,09	6,27	0,91	1,12
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00		1,10	8,95	4,92	6,16	0,88	1,10
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		1,10	9,52	8,20	7,90	1,46	1,41
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	1,10	1,05	4,42	4,03	3,84	0,72	0,68
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00	1,10	1,05	3,99	5,52	4,93	0,98	0,88
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00	2,20	0,95	3,61	6,07	5,54	1,08	0,99
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00	1,10	0,00	0,00	2,27	1,55	0,40	0,28
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	1,10		9,01	11,17	10,52	1,99	1,87
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00		LP	9,40	9,05	7,63	1,61	1,36
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00		1,10	9,40	8,88	7,54	1,58	1,34
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		1,10	4,09	3,83	3,06	0,68	0,55
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10	1,05	3,91	4,70	3,93	0,84	0,70
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00	1,10	1,05	3,29	4,20	0,00	0,75	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00	2,20	0,95	2,97	4,88	0,06	0,87	0,01
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	1,10		8,90	6,10	6,34	1,09	1,13
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		0,50	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		0,59	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00
							Padi I			8,07	7,39	1,44	1,32
							Padi II			8,76	8,07	1,56	1,44
							Palawija			4,46	1,94	1,05	0,89

Tabel L13: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		0,50	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00		0,59	1,99	0,20	0,23	0,04	0,04
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		0,96	4,14	3,81	2,52	0,68	0,45
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00		1,05	4,53	4,11	2,79	0,73	0,50
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		1,02	4,00	3,14	2,80	0,56	0,50
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00		0,95	3,72	2,68	2,39	0,48	0,43
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		LP	9,52	8,20	7,90	1,46	1,41
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00		1,10	4,63	3,14	2,95	0,56	0,53
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		1,10	4,18	4,61	4,02	0,82	0,72
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00	1,10	1,05	3,99	5,35	4,82	0,95	0,86
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00	1,10	1,05	3,72	5,99	5,27	1,07	0,94
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	2,20	0,95	3,36	6,62	5,97	1,18	1,06
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	0,00	0,00	0,75	0,00	0,13	0,00
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	1,10		9,40	9,98	8,64	1,78	1,54
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		LP	9,15	8,89	8,12	1,58	1,45
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00		1,10	4,09	3,78	3,01	0,67	0,54
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		1,10	3,44	3,25	0,00	0,58	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00	1,10	1,05	3,29	4,10	0,00	0,73	0,00
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00	1,10	1,05	3,55	0,84	1,05	0,15	0,19
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	2,20	0,95	3,21	1,51	1,75	0,27	0,31
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00	1,10		8,85	6,63	7,57	1,18	1,35
							Padi I			9,71	9,16	1,73	1,63
							Padi II			7,93	5,55	1,36	0,99
							Palawija			5,92	5,36	1,05	0,95

Tabel L14: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00	1,10		8,89	8,31	8,29	1,48	1,48
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	1,10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		0,50	2,16	1,83	0,53	0,32	0,10
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00		0,59	2,54	2,12	0,80	0,38	0,14
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		0,96	3,76	2,90	2,56	0,52	0,46
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00		1,05	4,12	3,08	2,79	0,55	0,50
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		1,02	3,52	0,00	0,84	0,00	0,15
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00		0,95	3,28	0,00	0,49	0,00	0,09
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		LP	9,21	9,64	9,05	1,72	1,61
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00		1,10	4,18	4,44	3,91	0,79	0,70
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		1,10	3,89	5,06	4,34	0,90	0,77
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	1,10	1,05	3,72	5,88	5,23	1,05	0,93
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	1,05	4,26	5,01	3,59	0,89	0,64
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	2,20	0,95	9,40	11,08	9,74	1,97	1,73
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00	1,10	0,00	0,00	0,84	0,07	0,15	0,01
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10		9,15	9,94	9,17	1,77	1,63
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		LP	8,72	8,53	3,69	1,52	0,66
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00		1,10	3,44	3,15	0,00	0,56	0,00
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		1,10	3,72	0,00	0,12	0,00	0,02
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	1,10	1,05	3,55	0,75	0,99	0,13	0,18
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00	1,10	1,05	3,48	1,35	2,24	0,24	0,40
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00	2,20	0,95	3,14	2,02	2,96	0,36	0,53
							Padi I			10,81	10,26	1,92	1,83
							Padi II			3,78	4,34	0,67	0,77
							Palawija			4,76	3,37	0,85	0,47

Tabel L15: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00	1,10	1,05	8,89	8,31	8,29	1,48	1,48
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	2,20	2,20	7,41	7,82	7,85	1,39	1,40
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00	1,10	0,00	9,59	10,36	9,07	1,84	1,62
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	1,10		9,59	10,27	8,95	1,83	1,59
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		0,50	1,96	1,10	0,76	0,20	0,14
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00		0,59	2,31	1,27	0,98	0,23	0,18
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		0,96	3,31	0,00	0,63	0,00	0,11
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00		1,05	3,62	0,00	0,83	0,00	0,15
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		1,02	4,29	2,97	2,67	0,53	0,48
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00		0,92	3,87	2,38	2,19	0,42	0,39
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00			0,00	0,43	0,00	0,08	0,00
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00			0,00	0,26	0,00	0,05	0,00
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		LP	9,01	10,18	9,46	1,81	1,68
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00	1,10	1,10	3,89	6,05	5,40	1,08	0,96
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00	1,10	1,10	4,47	5,22	3,80	0,93	0,68
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00	2,20	1,05	9,40	11,08	9,74	1,97	1,73
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00	1,10	1,05	3,91	4,75	3,98	0,85	0,71
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10	0,95	3,53	4,32	3,55	0,77	0,63
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00			8,72	8,43	3,61	1,50	0,64
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		LP	8,90	5,09	5,30	0,91	0,94
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00		1,10	3,72	0,00	0,06	0,00	0,01
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		1,10	3,64	0,41	1,30	0,07	0,23
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		1,05	3,48	0,16	1,10	0,03	0,20
							Padi I			10,81	10,26	1,92	1,83
							Padi II			5,95	6,04	1,06	1,08
							Palawija			2,95	1,79	0,49	0,35

Tabel L16: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan		Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha	
							kc ₁						
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		1,10	8,89	7,21	7,19	1,28	1,28
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	1,10	1,05	3,54	2,85	2,88	0,51	0,51
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00	1,10	1,05	4,53	5,30	4,01	0,94	0,71
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	2,20	0,95	4,09	5,87	4,55	1,05	0,81
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00	1,10	0,00	9,30	9,54	9,20	1,70	1,64
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	1,10		9,30	9,36	9,07	1,67	1,62
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		0,50	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00		0,59	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		0,96	4,04	2,72	2,42	0,48	0,43
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00		1,05	4,42	2,93	2,74	0,52	0,49
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		1,02	3,88	4,31	3,72	0,77	0,66
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00		0,95	3,61	3,87	3,34	0,69	0,59
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00			0,00	1,17	0,45	0,21	0,08
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00			0,00	1,06	0,41	0,19	0,07
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00		LP	9,40	9,05	7,63	1,61	1,36
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00		1,10	9,40	8,88	7,54	1,58	1,34
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		1,10	4,09	3,83	3,06	0,68	0,55
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00	1,10	1,05	3,91	4,70	3,93	0,84	0,70
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00	1,10	1,05	3,29	4,20	0,00	0,75	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00	2,20	0,95	2,97	4,88	0,06	0,87	0,01
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	1,10		8,90	6,10	6,34	1,09	1,13
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		LP	8,85	5,62	6,51	1,00	1,16
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		1,10	3,64	0,32	1,26	0,06	0,22
						Padi I			9,91	7,39	1,76	1,32	
						Padi II			8,76	8,07	1,56	1,44	
						Palawija			2,87	2,00	0,42	0,36	

Tabel L17: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan		Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha	
							kc ₁						
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00		LP	8,89	7,21	7,19	1,28	1,28
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00		1,10	3,71	1,92	1,95	0,34	0,35
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		1,10	4,74	4,41	3,12	0,79	0,56
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	1,10	1,05	4,53	5,21	3,89	0,93	0,69
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00	1,10	1,05	4,12	4,36	4,02	0,78	0,72
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	2,20	0,95	3,72	4,88	4,59	0,87	0,82
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00	1,10	0,00	8,95	6,19	7,37	1,10	1,31
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	1,10		8,95	6,02	7,26	1,07	1,29
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00		0,50	2,11	0,79	0,49	0,14	0,09
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00		0,59	2,48	0,99	0,80	0,18	0,14
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		0,96	3,65	4,08	3,49	0,73	0,62
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00		1,05	3,99	4,25	3,72	0,76	0,66
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		1,02	3,61	4,78	4,06	0,85	0,72
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00		0,95	3,36	4,42	3,77	0,79	0,67
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		LP	9,15	8,89	8,12	1,58	1,45
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00		1,10	4,09	3,78	3,01	0,67	0,54
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		1,10	3,44	3,25	0,00	0,58	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00	1,10	1,05	3,29	4,10	0,00	0,73	0,00
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00	1,10	1,05	3,55	0,84	1,05	0,15	0,19
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	2,20	0,95	3,21	1,51	1,75	0,27	0,31
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00	1,10		8,85	6,63	7,57	1,18	1,35
						Padi I			9,91	8,49	1,76	1,51	
						Padi II			7,93	7,00	1,41	1,25	
						Palawija			2,81	1,98	0,50	0,35	

Tabel L18: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha	
								kc ₁						
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00	1,10	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	1,10		8,89	8,20	8,23	1,46	1,47	
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00		LP	9,59	9,26	7,97	1,65	1,42	
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00		1,10	4,74	4,32	3,00	0,77	0,53	
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		1,10	4,31	3,45	3,11	0,61	0,55	
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00	1,10	1,05	4,12	4,18	3,89	0,74	0,69	
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00	1,10	1,05	3,62	0,86	2,04	0,15	0,36	
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	2,20	0,95	8,95	7,12	8,36	1,27	1,49	
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	1,10		9,52	9,13	8,94	1,63	1,59	
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00		0,50	1,90	2,33	1,74	0,41	0,31	
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00		0,59	2,24	2,50	1,97	0,45	0,35	
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		0,96	3,40	4,57	3,85	0,81	0,69	
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00		1,05	3,72	4,78	4,13	0,85	0,73	
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00		1,02	4,14	3,79	2,37	0,68	0,42	
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00		0,95	3,86	3,34	2,00	0,59	0,36	
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		LP	8,72	8,53	3,69	1,52	0,66	
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00		1,10	3,44	3,15	0,00	0,56	0,00	
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		1,10	3,72	0,00	0,12	0,00	0,02	
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00	1,10	1,05	3,55	0,75	0,99	0,13	0,18	
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00	2,20	1,05	3,48	2,45	3,34	0,44	0,59	
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00	1,10	0,95	3,14	0,92	1,86	0,16	0,33	
							Padi I			11,10	10,44	1,98	1,86	
							Padi II			3,85	4,34	0,68	0,77	
							Palawija			3,50	2,81	0,62	0,50	

Tabel L19: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha
								kc ₁					
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00	1,10	1,05	8,89	8,31	8,29	1,48	1,48
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	2,20	0,95	3,20	3,61	3,64	0,64	0,65
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00	1,10	0,00	0,00	0,77	0,00	0,14	0,00
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	1,10		9,59	10,27	8,95	1,83	1,59
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00		LP	9,30	8,44	8,10	1,50	1,44
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00		1,10	4,31	3,27	2,98	0,58	0,53
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		1,10	3,80	0,00	1,12	0,00	0,20
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00	1,10	1,05	8,95	6,02	7,26	1,07	1,29
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00	1,10	1,05	9,52	9,30	9,00	1,66	1,60
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	2,20	0,95	4,00	4,71	4,52	0,84	0,80
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00	1,10	0,00	0,00	1,53	0,94	0,27	0,17
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00	1,10		9,21	10,57	10,04	1,88	1,79
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00		0,50	1,77	2,94	2,22	0,52	0,40
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00		0,59	2,09	3,15	2,50	0,56	0,44
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00		0,96	3,90	3,55	2,13	0,63	0,38
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00		1,05	4,26	3,74	2,40	0,67	0,43
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		1,02	3,79	3,53	2,76	0,63	0,49
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00		0,95	3,53	3,22	2,45	0,57	0,44
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00		LP	8,90	5,09	5,30	0,91	0,94
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00		1,10	3,72	0,00	0,06	0,00	0,01
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		1,10	3,64	0,41	1,30	0,07	0,23
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00	1,1	1,05	3,48	1,26	2,20	0,22	0,39
							Padi I			5,95	6,04	1,06	1,08
							Padi II			10,05	8,44	1,79	1,5
							Palawija			3,47	2,92	0,62	0,52

Tabel L20: Analisa kebutuhan air irigasi.

Bulan			Re Padi mm/hari	Re Palawija mm/hari	Eto mm/hari	P mm/hari	WLR mm/hari	Koef Tanaman	Etc mm/hari	NFR Padi mm/hari	NFR Palawija mm/hari	DR Padi lt/det/ha	DR Palawija lt/det/ha	
								kc ₁						
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan	I	(1-15)	3,68	3,70	3,37	2,00	1,10	1,10	8,89	8,31	8,29	1,48	1,48	
	II	(16-31)	3,79	3,76	3,37	2,00	1,10	1,05	3,54	2,85	2,88	0,51	0,51	
Feb	I	(1-15)	2,33	3,62	4,31	2,00	2,20	1,05	4,53	6,40	5,11	1,14	0,91	
	II	(16-28)	2,42	3,74	4,31	2,00	1,10	0,95	4,09	4,77	3,45	0,85	0,62	
Mar	I	(1-15)	2,86	3,2	3,92	2,00	1,10	0,00	0,00	0,24	0,00	0,04	0,00	
	II	(16-31)	3,04	3,33	3,92	2,00			9,30	8,26	7,97	1,47	1,42	
Apr	I	(1-15)	5,86	4,68	3,45	2,00		LP	8,95	5,09	6,27	0,91	1,12	
	II	(16-30)	6,03	4,79	3,45	2,00		1,10	8,95	4,92	6,16	0,88	1,10	
Mei	I	(1-15)	3,32	3,62	4,21	2,00	1,10	1,10	9,52	9,30	9,00	1,66	1,60	
	II	(16-31)	3,49	3,68	4,21	2,00	1,10	1,05	4,42	4,03	3,84	0,72	0,68	
Jun	I	(1-15)	1,57	2,16	3,80	2,00	2,20	1,05	3,99	6,62	6,03	1,18	1,07	
	II	(1-30)	1,74	2,27	3,80	2,00	1,10	0,95	3,61	4,97	4,44	0,88	0,79	
Jul	I	(1-15)	0,83	1,55	3,54	2,00	1,10	0,00	0,00	2,27	1,55	0,40	0,28	
	II	(1-31)	0,94	1,59	3,54	2,00			9,01	10,07	9,42	1,79	1,68	
Agst	I	(1-15)	2,35	3,77	4,06	2,00		0,50	2,03	1,68	0,26	0,30	0,05	
	II	(1-31)	2,52	3,86	4,06	2,00		0,59	2,40	1,88	0,54	0,33	0,10	
Sept	I	(1-15)	2,26	3,03	3,72	2,00		0,96	3,57	3,31	2,54	0,59	0,45	
	II	(1-30)	2,31	3,08	3,72	2,00		1,05	3,91	3,60	2,83	0,64	0,50	
Okt	I	(1-15)	2,19	7,03	3,13	2,00		1,02	3,19	3,00	0,00	0,53	0,00	
	II	(16-31)	2,29	7,11	3,13	2,00		0,95	2,97	2,68	0,00	0,48	0,00	
Nop	I	(1-15)	5,81	5,6	3,38	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	II	(16-30)	5,9	5,66	3,38	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Des	I	(1-15)	5,23	4,34	3,31	2,00		LP	8,85	5,62	6,51	1,00	1,16	
	II	(16-31)	5,32	4,38	3,31	2,00		1,10	3,64	0,32	1,26	0,06	0,22	
								Padi I			11,01	8,94	1,96	1,51
								Padi II			8,07	7,3	1,44	1,3
								Palawija			2,20	0,34	0,39	0,19

Tabel L21: Rata-Rata Evaporasi (BMKG)
 Stasiun Kecamatan Serapit Kabupaten Langkat

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2005	3.2	4.6	4.0	3.8	4.2	4.1	3.8	4.6	3.9	3.0	3.8	3.4
2006	3.3	4.0	3.9	3.6	4.0	3.6	3.8	4.2	3.4	3.0	3.2	3.5
2007	3.2	4.6	4.0	3.3	4.4	3.5	3.8	4.5	3.8	3.2	3.6	3.3
2008	3.2	3.9	3.3	2.8	4.0	2.9	2.9	3.6	3.6	2.8	2.9	2.7
2009	3.2	3.9	3.3	2.8	4.0	2.9	2.9	3.6	3.6	2.8	2.9	2.7
2010	3.2	4.2	4.1	3.6	4.2	4.0	4.2	4.5	3.7	3.2	3.4	3.6
2011	3.5	4.5	4.0	3.6	4.2	4.2	3.9	4.1	3.8	3.6	3.5	3.4
2012	3.5	4.3	4.1	3.7	4.4	4.2	3.9	4.5	3.9	3.3	4.1	3.6
2013	3.9	4.3	4.5	3.7	4.6	4.0	4.0	4.0	3.8	3.4	3.4	3.1
2014	3.5	4.3	4.1	3.8	4.1	3.9	3.9	3.5	3.4	3.1	3.6	3.2

Tabel L22: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2006 (BPS Langkat, 2007).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	39,39	2.842	72
2. Tg. Gunung	38,51	1.855	48
3. Rumah Galuh	11,25	2.229	198
4. Pekan Sawah	21,54	2.626	122
5. Belinteng	29,36	3.714	126
6. Simp. Kuta Buluh	14,53	1.806	124
7. Durian Lingga	16,59	1.820	110
8. Gunung Ambat	22,44	3.680	164
9. Namu Ukur Selatan	26,20	4.220	161
10. Namu Ukur Utara	10,00	4.981	498
11. Ps. VIII Namu Trasi	17,76	3.296	186
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	26,95	2.066	77
13. Purwobinangun	17,88	3.240	181
14. Kwala Mencirin Ps. VI	16,49	3.970	241
15. Kwala Mencirim T. Seribu	11,69	2.557	219
16. Mekar Jaya	11,17	1.597	143
J u m l a h	331,75	46.499	140

Tabel L22: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2007 (BPS Langkat, 2008).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk/Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	39,39	2.880	73
2. Tg. Gunung	38,51	1.880	49
3. Rumah Galuh	11,25	2.259	201
4. Pekan Sawah	21,54	2.661	124
5. Belinteng	29,36	3.764	128
6. Simp. Kuta Buluh	14,53	1.831	126
7. Durian Lingga	16,59	1.845	111
8. Gunung Ambat	22,44	3.730	166
9. Namu Ukur Selatan	26,20	4.276	163
10. Namu Ukur Utara	10,00	5.048	505
11. Ps. VIII Namo Trasi	17,76	3.342	188
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	26,95	2.093	78
13. Purwobinangun	17,88	3.283	184
14. Kwala Mencirin Ps. VI	16,49	4.022	244
15. Kwala Mencirim T. Seribu	11,69	2.592	222
16. Mekar Jaya	11,17	1.621	145
J u m l a h	331,75	47.127	142

Tabel L23: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2008 (BPS Langkat, 2009).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	39,39	2.922	74
2. Tg. Gunung	38,51	1.907	50
3. Pekan Sawah	11,25	2.700	240
4. Belinteng	29,36	3.819	130
5. Rumah Galuh	21,54	2.292	106
6. Simp. Kuta Buluh	14,53	1.858	128
7. Gunung Ambat	22,44	3.785	169
8. Namu Ukur Selatan	26,20	4.338	166
9. Namu Ukur Utara	10,00	5.123	512
10. Durian Lingga	16,59	1.873	113
11. Ps. VIII Namo Trasi	17,76	3.392	191
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	26,95	2.124	79
13. Kwala Mencirin Ps. VI	16,49	4.081	247
14. Purwobinangun	17,88	3.331	186
15. Kwala Mencirim T. Seribu	11,69	2.631	225
16. Mekar Jaya	11,17	1.646	147
J u m l a h	331,75	47.822	144

Tabel L24: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2009 (BPS Langkat, 2010).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2.768	52
2. Tg. Gunung	23,96	2.061	86
3. Pekan Sawah	14,03	3.048	217
4. Belinteng	107,48	4.817	45
5. Rumah Gahuh	36,15	1.949	54
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1.162	201
7. Gunung Ambat	19,07	2.490	131
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3.457	343
9. Namu Ukur Utara	12,20	6.085	499
10. Durian Lingga	6,73	1.898	282
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	3.007	226
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2.783	680
13. Kwala Mencirin Ps. VI	5,92	4.255	719
14. Purwobinangun	9,98	3.605	361
15. Kwala Mencirim T. Seribu	5,25	3.490	664
16. Mekar Jaya	5,74	1.646	287
J u m l a h	333,17	48.521	146

Tabel L25: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2010 (BPS Langkat, 2011).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2.755	52
2. Tg. Gunung	23,96	2.046	85
3. Pekan Sawah	14,03	3.110	222
4. Belinteng	107,48	4.771	44
5. Rumah Gahuh	36,15	1.997	55
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1.152	199
7. Gunung Ambat	19,07	2.463	129
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3.436	341
9. Namu Ukur Utara	12,20	6.027	494
10. Durian Lingga	6,73	1.882	280
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	2.990	224
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2.842	695
13. Kwala Mencirim Ps. VI	5,92	4.210	711
14. Purwobinangun	9,98	3.568	358
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3.469	661
16. Mekar Jaya	5,74	1.628	284
J u m l a h	333,17	48.346	145

Tabel L26: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2011 (BPS Langkat, 2012).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2.770	52
2. Tg. Gunung	23,96	2.069	86
3. Pekan Sawah	14,03	3.147	224
4. Belinteng	107,48	4.805	45
5. Rumah Galuh	36,15	2.007	56
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1.162	201
7. Gunung Ambat	19,07	2.475	130
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3.465	344
9. Namu Ukur Utara	12,20	6.073	498
10. Durian Lingga	6,73	1.892	281
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	3.019	226
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2.865	700
13. Kwala Mencirin Ps. VI	5,92	4.258	719
14. Purwobinangun	9,98	3.592	360
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3.514	669
16. Mekar Jaya	5,74	1.641	286
Jumlah	333,17	48.754	146

Tabel L27: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2012 (BPS Langkat, 2013).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2.771	52
2. Tg. Gunung	23,96	2.069	86
3. Pekan Sawah	14,03	3.149	224
4. Belinteng	107,48	4.807	45
5. Rumah Gahuh	36,15	2.007	55
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1.162	201
7. Gunung Ambat	19,07	2.475	130
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3.467	344
9. Namu Ukur Utara	12,20	6.075	498
10. Durian Lingga	6,73	1.892	281
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	3.021	227
12. Emplasmn N. Trasi Ps. IV	4,09	2.866	701
13. Kwala Mencirin Ps. VI	5,92	4.260	720
14. Purwobinangun	9,98	3.594	360
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3.516	670
16. Mekar Jaya	5,74	1.641	286
J u m l a h	333,17	48.772	146

Tabel L28: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2013 (BPS Langkat, 2014).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2 776	52
2. Tg. Gunung	23,96	2 073	87
3. Pekan Sawah	14,03	3 155	225
4. Belinteng	107,48	4 816	45
5. Rumah Galuh	36,15	2 011	56
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1 164	201
7. Gunung Ambat	19,07	2 480	130
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3 474	345
9. Namu Ukur Utara	12,20	6 086	499
10. Durian Lingga	6,73	1 896	282
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	3 027	227
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2 871	702
13. Kwala Mencirim Ps. VI	5,92	4 268	721
14. Purwobinangun	9,98	3 601	361
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3 522	671
16. Mekar Jaya	5,74	1 645	287
J u m l a h	333,17	48 865	147

Tabel L29: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2014 (BPS Langkat, 2015).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk*	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2 853	53
2. Tg. Gunung	23,96	2 131	89
3. Pekan Sawah	14,03	3 243	231
4. Belinteng	107,48	4 950	46
5. Rumah Galuh	36,15	2 067	57
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1 196	207
7. Gunung Ambat	19,07	2 549	134
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3 571	355
9. Namu Ukur Utara	12,20	6 255	513
10. Durian Lingga	6,73	1 949	290
11. Ps. VIII Namo Trasi	13,33	3 111	233
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2 951	722
13. Kwala Mencirin Ps. VI	5,92	4 387	741
14. Purwobinangun	9,98	3 701	371
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3 620	690
16. Mekar Jaya	5,74	1 691	295
J u m l a h	333,17	50 225	151

Tabel L30: Luas, Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk dirinci menurut Desa/Kelurahan tahun 2015 (BPS Langkat, 2016).

Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk/ Km ²
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Telaga	53,38	2 878	54
2. Tg. Gunung	23,96	2 150	90
3. Pekan Sawah	14,03	3 271	233
4. Belinteng	107,48	4 993	46
5. Rumah Galuh	36,15	2 086	58
6. Simp. Kuta Buluh	5,79	1 206	208
7. Gunung Ambat	19,07	2 571	135
8. Namu Ukur Selatan	10,07	3 602	358
9. Namu Ukur Utara	12,20	6 310	517
10. Durian Lingga	6,73	1 966	292
11. Ps. VIII Namu Trasi	13,33	3 139	235
12. Emplasmen N. Trasi Ps. IV	4,09	2 977	728
13. Kwala Mencirin Ps. VI	5,92	4 425	747
14. Purwobinangun	9,98	3 733	374
15. Empl. KW. Mencirim	5,25	3 651	695
16. Mekar Jaya	5,74	1 705	297
J u m l a h	333,17	50 663	152

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Deni Rahmadi
Panggilan : Deni
Tempat, Tanggal Lahir : Subulussalam, 13 Desember 1995
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl. Belimbing, Kec. Simpang Kiri, Kota Subulussalam
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Masril Isa
Ibu : Ida Salda
E-mail : dennyrahmady69@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD N 1 Simpang Kiri	2007
2	SMP	SMP Negeri 2 Simpang Kiri	2010
3	SMA	SMA Plus Muhammadiyah Subulussalam	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai dengan tahun 2017.		