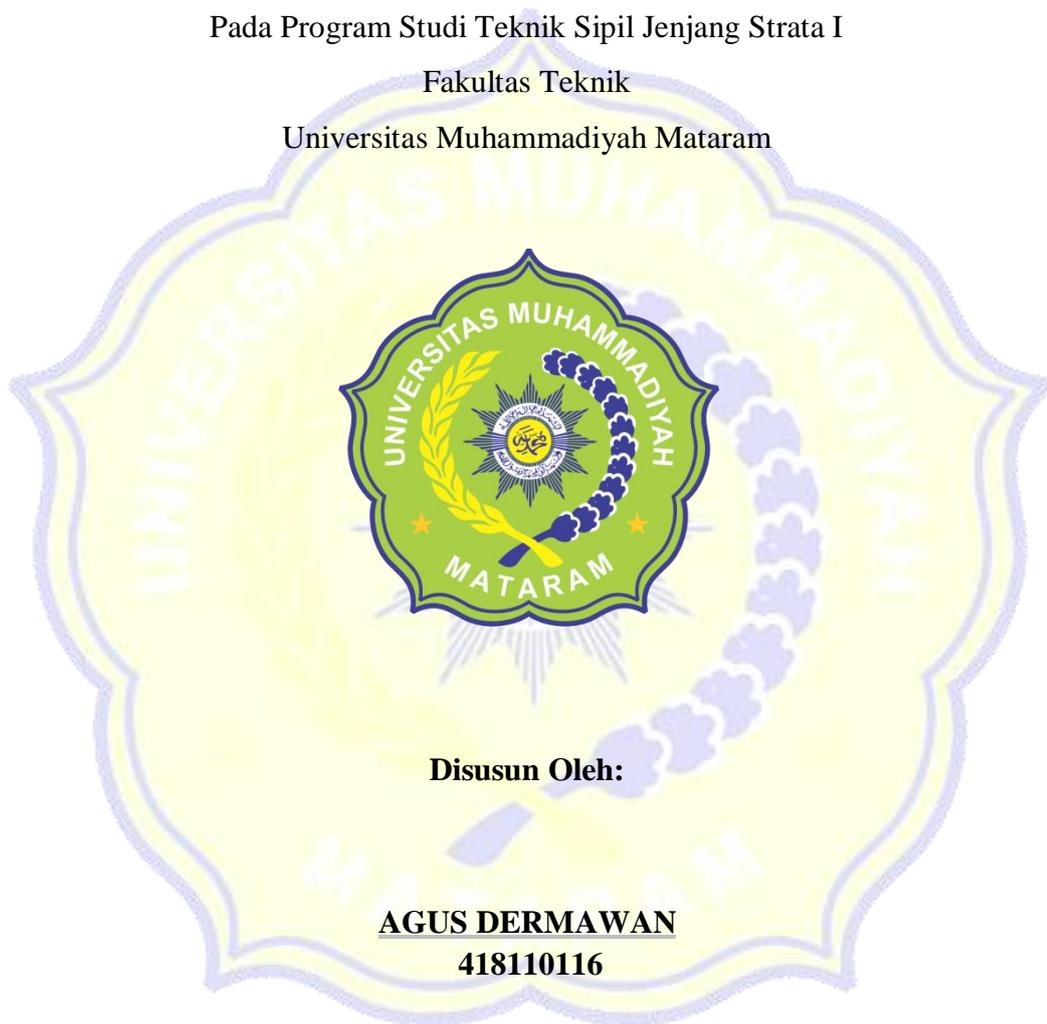


SKRIPSI

**STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN BENDUNGAN TIU SUNTUK
DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT UNTUK KEBUTUHAN AIR
IRIGASI DAN AIR BAKU**

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh:

AGUS DERMAWAN
418110116

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

2022

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN BENDUNGAN TIU SUNTUK
DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT UNTUK KEBUTUHAN AIR
IRIGASI DAN AIR BAKU**

Disusun Oleh :

AGUS DERMAWAN
418110116

Mataram, 01 Agustus 2022

Pembimbing I,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN : 0824017501

Pembimbing II,



Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng.
NIDN. 0823029401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**



Dekan,
Wakil Dekan I

Yusuf Hirsan, ST, MT

Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.

NIDN : 0824017501

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN BENDUNGAN TIU SUNTUK
DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT UNTUK KEBUTUHAN AIR
IRIGASI DAN AIR BAKU**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

AGUS DERMAWAN
418110116

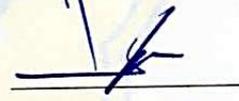
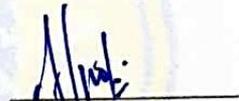
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari, Jumat, 05 Agustus 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Penguji I : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT

Penguji II : Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng

Penguji III : Adryan Fitrayudha, ST., MT



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**



**Dehan,
Wakil Dekan I**
Fan Pruhadi Hirsan, ST, MT
Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

Skripsi/tugas akhir yang berjudul ***“Studi Optimasi Pemanfaatan Bendungan Tiu Suntut Di Kabupaten Sumbawa Barat Untuk Kebutuhan Air Irigasi Dan Air Baku”***

1. Adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiarisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar Pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, 15 Agustus 2022

Pembuat Pernyataan



Agus Dermawan
NIM. 418110116



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Dermawan
NIM : 418110116
Tempat/Tgl Lahir : Bima, 19 November 2000
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 085 237 114 533
Email : agusdermawan20182022@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

Studi Optimalisasi Pemanfaatan Bendungan Tiu Suntut
di Kabupaten Sumbawa Barat Untuk kebutuhan Air Irigasi
dan Air Baku

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 37%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 22 Agustus2022

Penulis



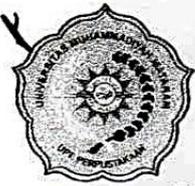
Agus Dermawan
NIM. 418110116

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Dermawan
NIM : 418110116
Tempat/Tgl Lahir : Bima, 19 November 2000
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 085 237 114533
Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Studi Optimalisasi Pemanfaatan Bendungan Tiu Sun untuk
di Kabupaten Sumbawa Barat untuk kebutuhan Air irigasi
dan Air Baku

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 22 Agustus 2022
Penulis



Agus Dermawan
NIM. 418110116

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

‘‘Jadikan kesuksesan suatu kepastian bukan hanya sekedar bualan, karena kesuksesan hanya untuk orang-orang yang mau berdoa dan berusaha.’’

‘‘Maka ingatlah nikmat-nikmat Allah supaya kamu mendapat keberuntungan.’’

(QS. AL- A’RAF 7:69)

‘‘Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang.’’

(Imam Syafi’i)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak yang ikut serta dalam proses penyusunan skripsi. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya tercinta Ibu Kalisom dan Bapak Iqbal dan keluarga saya yang selama ini telah banyak berjuang demi masa depan saya, memberi dukungan, perhatian, kasih sayang, dan doa yang tidak hentihentinya selama masa perkuliahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
6. Agustini Ernawati, ST., M.Tech, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Untuk Sahabat seperjuanganku, Muhammad Aslam, Muh. Harmoko, Angga, Nanang, Parhan Ali, Esa Gelar Ayodhia, yang telah memberikan motivasi, semangat, bantuan, dukungannya selama masa perkuliahan, dan rekan-rekan mahasiswa keluarga besar teknik sipil khususnya angkatan 2018

PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul *“Studi Optimasi Pemanfaatan Bendungan Tiu Suntut di Kabupaten Sumbawa Barat Untuk Kebutuhan Air Irigasi dan Air Baku”* dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang wajib dibuat untuk menyelesaikan program S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. H.Arsyad Abd. Ghani, M.Pd. selaku Rektor UMMAT.
2. Bapak Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik UMMAT.
3. Agutini Ernawati, ST., M.Tech., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMMAT.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku dosen Pembimbing I.
5. Ari Ramadha Hidayat, ST., M.Eng., selaku dosen pembimbing II.
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, 14 Agustus 2022

AGUS DERMAWAN
NIM. 418110116

ABSTRAK

Air sangat berperan penting dalam kelangsungan kehidupan makhluk hidup, Selain itu air juga sangat dibutuhkan dalam kegiatan pertanian, perikanan, industri, pariwisata maupun kegiatan lainnya. Bendungan Tiu Suntuk yang terletak di Dusun Hijrah, Desa Mujahidin, Kecamatan Brang Ene, Kabupaten Sumbawa Barat, yang merupakan salah satu mempunyai lahan area pertanian yang cukup luas, namun sebagian besar sudah mengalami penurunan kinerja (penurunan efisiensi), penyebab kurangnya pasokan air yang tidak dapat diolah oleh petani, serta keuntungan panen tiap musim tanam yang diperoleh masih belum optimal, sedangkan pertumbuhan penduduk semakin meningkat perlu diimbangi dengan persediaan air yang cukup untuk kebutuhan masyarakat.

Penelitian ini menggunakan metode program linier dengan bantuan *POM-QM For Windows 5* dalam menganalisis optimasi pemanfaatan kebutuhan air irigasi dan air baku, Sehingga dapat diketahui pembagian air yang baik dan pengaturan pola tanam, untuk simulasi optimasi menentukan luas tanam yang optimal dan keuntungan maksimum. Dalam analisis optimasi dilakukan perhitungan, uji konsistensi data, analisis curah hujan rerata daerah, analisa klimatologi, analisis debit andalan, analisis kebutuhan air irigasi, analisis kebutuhan air baku, dan melakukan optimasi

Dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan debit *inflow* andalan bendungan menggunakan metode *F.J Mock* diperoleh debit rerata tahunan sebesar 12,85 m³/detik. Debit andalan Q80 terbesar adalah 11,59 m³/detik dan debit andalan terkecil Q80 adalah 5,19 m³/detik untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dan air baku. Besar kebutuhan air irigasi berdasarkan beberapa alternatif pola tanam yaitu sebagai berikut :

Alternatif 1 36434,81 liter/detik,

Alternatif 2 34495,77 liter/detik,

Alternatif 3 37903,35 liter/detik,

Alternatif 4 38944,67 liter/detik,

Dari hasil alternatif pola tanam yang paling optimal yang didapatkan pada alternatif pola tanam 4, sedangkan untuk Kebutuhan air baku pada tahun 2070 pada keadaan normal adalah sebesar 17,82 liter/detik. Sedangkan kebutuhan air baku pada hari maksimum adalah 19,60 liter/detik dan pada jam puncak sebesar 26,73 liter/detik. Keuntungan optimum yang didapatkan pada pola tanam padi – padi&palawija – padi&palawija dengan awal tanam desember II sebesar Rp 8.804.124.000,

Kata Kunci : *Air Irigasi, Air Baku, Bendungan Tiu Suntuk, Optimasi.*

ABSTRACT

Water plays an important role in the survival of living things. In addition, water is crucial for many other activities like agriculture, fishery, manufacturing, and tourism. One of the regions with a sizable agricultural area is Tiu Suntuk Dam, which is situated in the Hijrah Hamlet, Mujahidin Village, Brang Ene District, West Sumbawa Regency. The harvest profit for each growing season is still subpar; most of it has undergone a fall in performance (decreased efficiency). It is because farmers are unable to process the water supply. Simultaneously, the rising population must be balanced with a sufficient water supply to meet the neighbourhood's needs. This study uses a linear programming method with the help of POM-QM For Windows 5 to analyze the optimization of the utilization of irrigation water and raw water needs so that it can be seen that the distribution of water is good and the arrangement of cropping patterns, for optimization simulations to determine the optimal planting area and maximum profit. In the optimization analysis, calculations are carried out, data consistency test, analysis of regional average rainfall, climatological analysis, mainstay discharge analysis, analysis of irrigation water needs, analysis of raw water needs, and optimization. The average yearly discharge of the dam is 12.85 m³/second, according to calculations and analysis of the major input discharge of the dam using the F.J. Mock method. The Q80's greatest and smallest flagship discharges are 11.59 m³/sec and 5.19 m³/sec. The need for irrigation water is based on several alternative cropping patterns, which are as follows:

Alternative 1 36434.81 liters/second,

Alternative 2 34495.77 liters/second,

Alternative 3 37903.35 liter/second,

Alternative 4 38944.67 liter/second,

Alternative cropping pattern 4 was the most effective, and the minimum amount of water needed in 2070 under normal circumstances was 17.82 litres/second. In contrast, the demand for raw water is 26.73 litres/second during peak hours and 19.60 litres/second on a maximum day. With the initial planting in December II, the maximum profit from the cropping pattern of rice, rice and pulses, rice and pulses was Rp. 8,804,124,000..

Keywords: Irrigation Water, Raw Water, Tiu Suntuk Dam, Optimization.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM.



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS.....	iv
SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME.....	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN MOTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHASAN	viii
PRAKATA	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	7
2.3 Analisa Hidrologi.....	10
2.3.1 Penyiapan Data	10
2.3.2 Uji Konsistensi Data.....	10
2.3.3 Curah Hujan Rerata Daerah.....	12
2.3.4 Curah Hujan Efektif	15

2.3.5	Analisa Evapotranspirasi	15
2.3.6	Debit Andalan	16
2.4	Kebutuhan Air Irigasi.....	20
2.5	Kebutuhan Air Baku	24
2.6	Optimasi Dengan Program Linier	28
BAB III METODE PENELITIAN		32
3.1	Lokasi Penelitian.....	32
3.2	Metode Pengumpulan Data	33
3.3	Tahapan Perhitungan.....	34
3.4	Bagan Alir Penelitian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Analisa Hidrologi	37
4.1.1	Data Hujan.....	37
4.1.2	Uji Konsistensi Data Curah Hujan	37
4.1.3	Curah Hujan Rerata Daerah	41
4.1.4	Curah Hujan Efektif.....	44
4.1.5	Analisis Evapotranspirasi.....	48
4.1.6	Analisis Debit Andalan	52
4.2	Analisis Kebutuhan Air Irigasi.....	57
4.2.1	Kondisi Eksisting.....	57
4.2.2	Kebutuhan Air Tanam.....	57
4.3	Analisa Kebutuhan Air Baku	65
4.3.1	Analisa Proyeksi Jumlah Penduduk.....	65
4.3.2	Analisa Kebutuhan Air Baku	68
4.4	Analisis Optimasi Pola Tanam	81
4.4.1	Perencanaa Pola Tanam	81
4.4.2	Analisa Usaha Tani.....	81
4.4.3	Model Optimasi	82
4.4.4	Analisis Hasil Optimasi	85

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

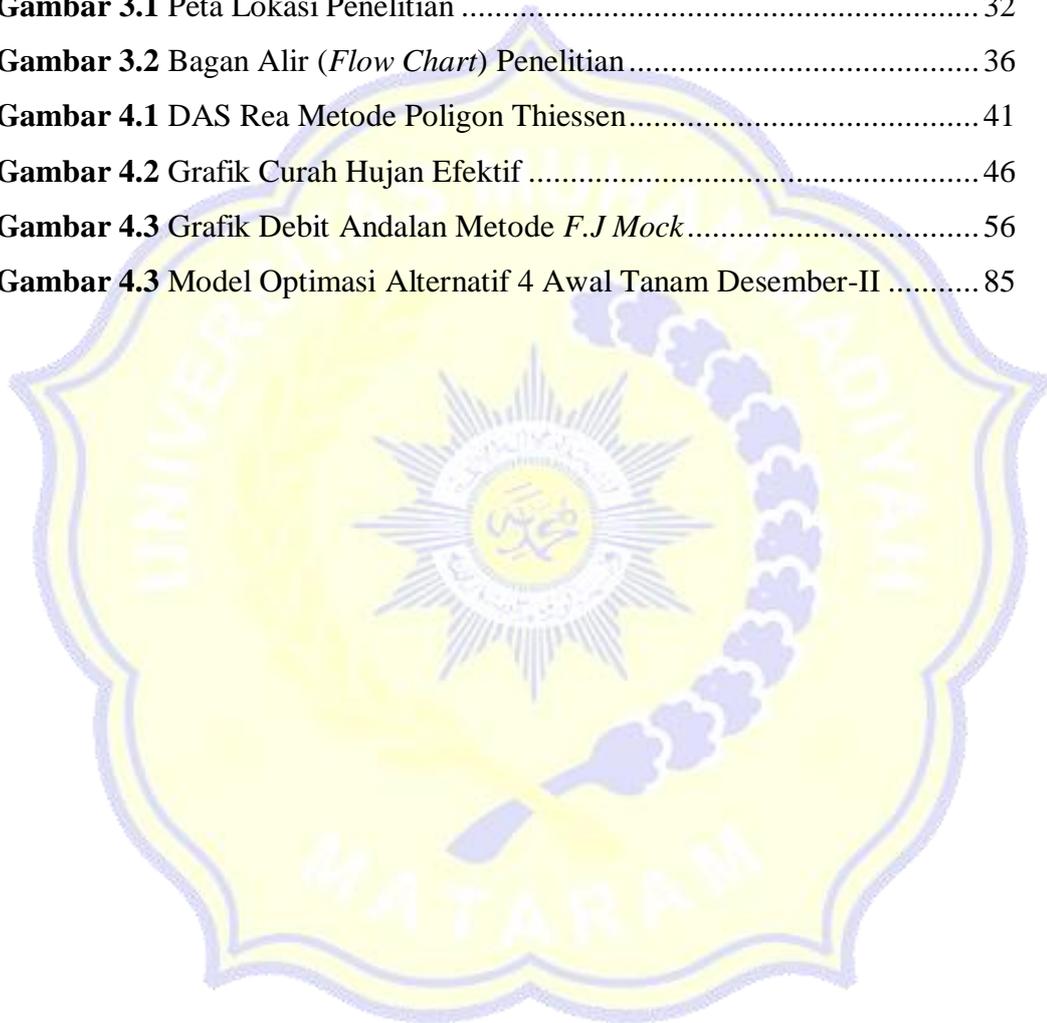
Tabel 2.1 Nilai kritis Q dan R yang diijinkan dengan metode RAPS.....	11
Tabel 2.2 Koefisien tanaman (Kc) tanaman padi.....	22
Tabel 2.3 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku.....	26
Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Air Baku.....	26
Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik.....	28
Tabel 4.1 Pengujian RAPS Stasiun Taliwang	38
Tabel 4.2 Pengujian RAPS Stasiun Tepas.....	39
Tabel 4.3 Pengujian RAPS Stasiun Jereweh	40
Tabel 4.4 Luas dan Koefisien Thiessen.....	41
Tabel 4.5 Curah Hujan Rerata Daerah (mm/15hari).....	43
Tabel 4.6 Rangkang Curah Hujan Dari Besar ke Kecil	45
Tabel 4.7 Rekap Nilai R Bendungan Tiu Suntuk (mm/15hari).....	46
Tabel 4.8 Curah Hujan Rencana Padi dan Palawija (mm/hari).....	47
Tabel 4.9 Data Klimatologi Rata-Rata Tahun 2012-2021.....	48
Tabel 4.10 Evapotranspirasi Potensial	50
Tabel 4.11 Perhitungan Debit Andalan Metode <i>F.J. Mock</i> Tahun 2021.....	53
Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan <i>F.J. Mock</i>	54
Tabel 4.13 Probabilitas <i>Inflow F.J. Mock</i>	55
Tabel 4.14 Perhitungan Curah Hujan Efektif	57
Tabel 4.15 Perhitungan Kebutuhan Air Padi Alternatif 1 Pada Awal Tanam November I.....	60
Tabel 4.16 Perhitungan Kebutuhan Air Palawija Alternatif 1 Pada Awal Tanam November I.....	61
Tabel 4.17 Rekap Kebutuhan Air untuk tanaman padi	62
Tabel 4.18 Rekap Kebutuhan Air untuk tanaman palawija.....	63
Tabel 4.19 Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Brang Ene	64
Tabel 4.20 Perhitungan Proyeksi Penduduk pada Kecamatan Brang Ene	66
Tabel 4.21 Kebutuhan Air baku Sambung Rumah Tangga.....	68
Tabel 4.22 Kebutuhan Air baku untuk Hidran Umum.....	69
Tabel 4.23 Jumlah Pelajar Kecamatan Brang Ene Tahun 2020	70

Tabel 4.24 Kebutuhan Air baku untuk Pendidikan.....	71
Tabel 4.25 Kebutuhan Air baku untuk Pasar.....	72
Tabel 4.26 Kebutuhan Air baku untuk Puskesmas	73
Tabel 4.27 Kebutuhan Air baku untuk Masjid	74
Tabel 4.28 Kebutuhan Air baku untuk Mushola.....	75
Tabel 4.29 Rekap Kebutuhan Air Baku Domestik dan Non Domestik	76
Tabel 4.30 Jumlah Total Kebutuhan Air Baku Kecamatan Brang Ene	77
Tabel 4.31 Pendapatan bersih petani DI Kalimantan I Per Hektar	82
Tabel 4.32 Pendapatan bersih petani DI Kalimantan I Per Hektar	82
Tabel 4.33 Model Optimasi Alternatif 1 Awal Tanam November I.....	85
Tabel 4.34 Rekap Perhitungan Optimasi	86
Tabel 4.35 Rekap Total Kebutuhan Air Irigasi.....	87
Tabel 4.36 Total kebutuhan air irigasi untuk altertatif 1	87



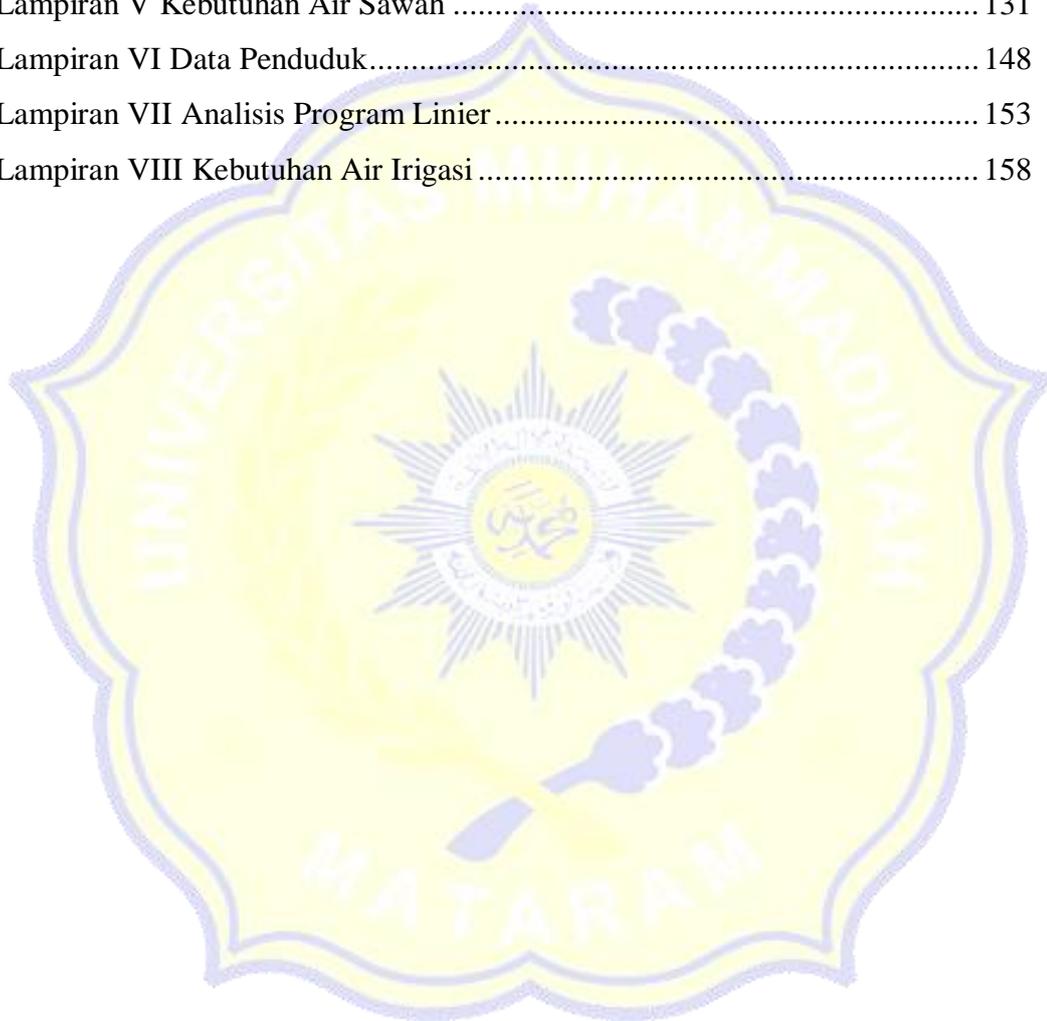
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Bendungan Urugan	9
Gambar 2.2 Gambar Bendungan Urugan Zonal dengan inti tegak	10
Gambar 2.3 Rerata Aljabar	13
Gambar 2.4 Contoh Gambar Polygon Thiessen.....	13
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	32
Gambar 3.2 Bagan Alir (<i>Flow Chart</i>) Penelitian	36
Gambar 4.1 DAS Rea Metode Poligon Thiessen.....	41
Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Efektif	46
Gambar 4.3 Grafik Debit Andalan Metode <i>F.J Mock</i>	56
Gambar 4.3 Model Optimasi Alternatif 4 Awal Tanam Desember-II	85



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Data Curah Hujan	92
Lampiran II Data Klimatologi	97
Lampiran III Analisis Evapotranspirasi	108
Lampiran IV Analisis Debit Andalan	120
Lampiran V Kebutuhan Air Sawah	131
Lampiran VI Data Penduduk.....	148
Lampiran VII Analisis Program Linier.....	153
Lampiran VIII Kebutuhan Air Irigasi.....	158



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air sangat berperan penting dalam kelangsungan kehidupan makhluk hidup. Selain itu air juga sangat dibutuhkan dalam kegiatan pertanian, perikanan, industri, pariwisata maupun kegiatan lainnya. Tingkat pemanfaatan sumber daya air dari waktu ke waktu semakin meningkat, baik oleh manusia maupun oleh makhluk hidup lain, sehingga tidak dapat disangkal lagi bahwa air merupakan kebutuhan pokok bagi setiap makhluk hidup. Tantangan dalam penyediaan air adalah bagaimana mencapai ketersediaan air baik dari segi kuantitas maupun kualitas. (Santoso, 2017)

Dalam pemanfaatan dan penggunaan air dibutuhkan pembangunan, konservasi, pembenahan dan pengawasan sebagai usaha memelihara kesetimbangan antara kebutuhan dengan ketersediaan air. Dalam kegiatan pertanian air sangat dibutuhkan dalam mencukupi keperluan pangan dan ekspansi wilayah. Selain untuk pertanian, kebutuhan untuk air bersih dan ternak juga hanya memanfaatkan pada musim hujan. Selain itu, meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk menyebabkan kebutuhan air bersih terus meningkat. Oleh karena itu diperlukan peningkatan produksi pertanian dan sumber air baku. Salah satu upaya untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah membangun bendungan.

Bendungan Tiu Suntuk merupakan bendungan yang terletak di Dusun Hijrah, Desa Mujahidin, Kecamatan Brang Ene, Kabupaten Sumbawa Barat. Secara umum kondisi topografi lokasi Bendungan Tiu Suntuk yang dilintasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Rea dengan seluas 127,51 km². Kapasitas tampungan air Bendungan Tiu Suntuk dengan volume sebesar 56 juta m³. Pembangunan Bendungan Tiu Suntuk diharapkan mampu menyediakan air untuk daerah layanan irigasi Bendungan Tiu Suntuk (Existing DI Kalimantan-I 1.368 Ha dan Pengembangan 375 Ha) dan bertujuan untuk mengembangkan areal irigasi serta meningkatkan intensitas tanam. Selain sektor pertanian, Bendungan Tiu Suntuk sebagai penyedia air baku sebesar 68 liter/detik untuk masyarakat disekitarnya, dan untuk pengendalian banjir, potensi pembangkit tenaga listrik,

mengembangkan bidang perikanan serta meningkatkan sektor pariwisata. (PUPR BWS NT1, 2020)

Kecamatan Brang Ene merupakan salah satu kecamatan yang mempunyai lahan area pertanian yang cukup luas, yakni Daerah Irigasi Kalimantan I dengan seluas 1.368 Ha. Dimana pola tanam pada musim hujan yaitu padi-padi-palawija sedangkan pola tanam musim kemarau yaitu padi-palawija-palawija dengan intensitas 250. Saat ini sebagian besar sudah mengalami penurunan kinerja (penurunan efisiensi). Salah satu yang menjadi penyebab adalah kurangnya pasokan air yang tidak dapat diolah oleh petani, serta keuntungan panen tiap musim tanam yang diperoleh masih belum optimal. Kecamatan Brang Ene memiliki jumlah penduduk pada tahun 2020 sebanyak 6.652 jiwa (Kecamatan Brang Ene, 2021), dengan luas wilayah sebesar 140.90 km². Wilayah Kecamatan Brang Ene terdiri dari 6 desa yaitu Desa Mura, Desa Kalimantan, Desa Lampok, Desa Mujahiddin dan Desa Mataiyang. Dengan pertumbuhan penduduk di Kecamatan Brang Ene semakin meningkat perlu diimbangi dengan persediaan air yang cukup untuk kebutuhan masyarakat, baik itu untuk domestik maupun non domestik. Untuk saat ini suplai air bersih mengalami kekurangan khususnya pada saat musim kemarau, maka dari itu perlu untuk melakukan suplai air baku secara maksimal dalam memenuhi kebutuhan air bersih.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut perlu adanya studi optimasi bendungan tiu suntuk untuk pemanfaatan irigasi dan kebutuhan air baku. Dengan adanya studi optimasi dapat diketahui pengaturan pembagian air yang baik dan pengaturan pola tanam. Hal ini dapat ditindak lanjuti dengan studi optimasi antara pola tanam dan kebutuhan air baku untuk masyarakat di Kecamatan Brang Ene sehingga fungsi dari Bendungan Tiu Suntuk dapat digunakan secara optimal. Untuk analisa ini digunakan dengan bantuan program linier digunakan *POM-QM For Windows 5*

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah sebagai berikut :

- 1 Berapakah besar debit *inflow* andalan Bendungan Tiu Suntuk?

- 2 Berapakah besar kebutuhan air irigasi dari beberapa alternatif pola tanam?
- 3 Berapakah besar kebutuhan air baku?
- 4 Berapakah keuntungan maksimum (optimasi) Bendungan Tiu Suntut yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Menentukan berapakah besar debit inflow andalan Bendungan Tiu Suntut
- 2 Menentukan besar kebutuhan air irigasi dari beberapa alternatif pola tanam
- 3 Menentukan besar kebutuhan air baku
- 4 Menentukan keuntungan maksimum bendungan yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat antara lain:

1. Untuk melakukan perhitungan supaya mendapatkan besar debit *inflow* andalan Bendungan Tiu Suntut
2. Untuk melakukan perhitungan supaya mendapatkan besar kebutuhan irigasi dari beberapa alternatif dan air baku
3. Hasil studi dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan oleh pengambil kebijakan pengelolaan sumber daya air dalam mengelola air di Bendungan Tiu Suntut.
4. Sebagai masukan kepada pihak terkait dalam hal mengoptimalkan irigasi dan air baku di Kecamatan Brang Ene, Kabupaten Sumbawa Barat

1.5 Batasan Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat antara lain:

- 1 Pengoptimasian ditunjukkan hanya pada daerah layanan Bendungan Tiu Suntut

2. Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air irigasi dan air baku
3. Data curah hujan harian yang digunakan 3 Stasiun yaitu stasiun taliwang, Stasiun Tepas dan Stasiun Jereweh, data tahun 2010 sampai tahun 2021.
4. Optimasi digunakan program linier dengan bantuan *POM-QM for Windows 5*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Sadri (2021), melakukan analisa Optimasi Ketersediaan Air Embung Ai Mual Dan Kebutuhan Air Irigasi di Kabupaten Sumbawa Barat. Dari hasil perhitungan analisa kebutuhan air Rerata hujan tahunan sebesar 7,530 mm. ketersediaan air dihitung menggunakan metode Nreca diperoleh rerata inflow sebesar 3,201 m³/dt, dengan keandalan 80% (Q80) sebesar 0,031 m³/dt, dan keandalan 50% (Q50) sebesar 0,040 m³/dt. Kebutuhan air bersih di sawah (NFR) 2,12 lt/dt/ha, sedangkan kebutuhan air di intake (DR) sebesar 3,27 lt/dt/ha. Dari hasil perhitungan simulasi optimasi embung dihasilkan luas areal irigasi 100.00 Ha, jenis tanaman palawija adalah jagung, intensitas tanam sebesar 200%, keandalan statistik 83%. Rincian pola tanam berdasarkan intensitas tanam adalah sebagai berikut : - MT-1 Padi, luas areal irigasi 100.00 Ha dengan intensitas tanam 100%. - MT-2 Padi, luas areal irigasi 100.00 Ha dengan intensitas tanam 10%. - MT-2 Palawija, luas areal irigasi 100.00 Ha dengan intensitas tanam 90%. - MT-3 Bero, luas areal irigasi 100.00 Ha dengan intensitas tanam 0%

Reinhart Hadthya, dkk (2020), dengan Analisa yang telah dilakukan tentang Optimasi Pemanfaatan Air Waduk Tukul Menggunakan Model Simulasi Operasi Waduk Multi Kriteria Pada penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan air menggunakan model alihragam hujan aliran metode Mock, kebutuhan air irigasi dan kebutuhan air baku menggunakan dua kondisi, kondisi satu menggunakan debit maksimum pipa air baku 300 liter/detik dan kondisi dua menggunakan proyeksi kebutuhan air penduduk pada tahun 2040. Selanjutnya dilakukan simulasi pengaturan release air waduk berbasis neraca air menggunakan metode *Standard Operating Rule* (SOR) dan dilakukan optimasi menggunakan metode Program Linier. Kriteria pemanfaatan air optimal didasarkan pada intensitas tanam, faktor k, reliabilitas layanan air irigasi dan air baku. Setelah dilakukan simulasi dan optimasi pemanfaatan air Waduk Tukul menggunakan data debit Sungai Kali Telu historis menghasilkan intensitas tanam sebesar

213,57%, reliabilitas air irigasi dan air baku mencapai 99,90% dan 96,32% dan rerata faktor k irigasi dan air baku masing-masing sebesar 0,99 dan 0,97 pada kondisi satu, sedangkan kondisi dua, intensitas tanam mencapai 226,14% dengan reliabilitas air irigasi dan air baku mencapai 99,90% dan 98,64%, dan rerata faktor k irigasi dan air baku masing-masing sebesar 1,00 dan 0,99. Untuk skenario debit tahun basah, intensitas tanam dapat mencapai 300% pada kedua kondisi. Pada skenario debit tahun normal, intensitas tanam 283,15% (kondisi satu) dan 299,05% (kondisi dua), sedangkan skenario debit tahun kering, intensitas tanam pada kondisi tanam satu dan dua mencapai 254,01% dan 268,32%. Pada skenario debit basah, normal dan kering, semua layanan air dapat dipenuhi dengan reliabilitas 100%, nilai minimum faktor k air irigasi dan air baku mampu mencapai nilai minimum 0,75 dan 0,85.

Safitri (2017), melakukan sebuah optimasi pada Pengelolaan Air Embung Salut Timur untuk Air Baku dan Irigasi di Desa Salut Kecamatan Kayangan Lombok Utara. Berdasarkan hasil dari perhitungan air yang tersedia dengan menggunakan Metode Neraca air yang tersedia di catchment area Embung Salut Timur adalah $Q_{80} = 0,022 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $R_{50} = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari hasil optimasi diperoleh jumlah warga yang bisa menerima manfaat suplai air baku sebanyak 100 orang, sedangkan awal tanam paling optimum adalah Nopember I dengan pola tanam Palawija-Palawija-Palawija intensitas tanam 267,58% dan luas areal irigasi MT I 65 Ha, MT II 43,92 Ha, MT III 65 Ha.

Fachrurrozi (2016), dari hasil analisa yang telah dilakukan tentang Optimasi Pemanfaatan Waduk Bagong di Kabupaten Trenggalek Untuk Jaringan Irigasi dan Kebutuhan Air Baku, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu Debit inflow waduk diperoleh dari perhitungan debit aliran rendah dengan metode *F.J Mock*, kemudian dibangkitkan untuk 25 tahun ke depan dengan metode *Thomas Fiering*. Hasil dari bangkitan debit inflow, yaitu debit maksimal sebesar 17,5 m^3/detik dan debit terendah adalah 0,0 m^3/detik , Alternatif Pola Tanam yang paling optimal adalah Alternatif Pola Tanam 2 dengan masa awal tanam Nopember 2, dan besar kebutuhan untuk air baku pada tahun 2015 pada jam puncak adalah sebesar 87,70 lt/dt.

Ahadunnisa, Radita (2015), dengan Analisa yang telah dilakukan tentang Studi Optimasi Pemanfaatan Waduk Way Apu Untuk Jaringan Irigasi, Kebutuhan Air Baku, Dan Potensi PLTA. Bahwa dari hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu Debit andalan yang digunakan untuk menghitung besar kebutuhan air adalah Debit Andalan 80% terbesar adalah 21.27 m³/detik dan Debit Andalan 80% terkecil adalah 0.95 m³/detik, Alternatif Pola Tanam yang paling optimal adalah Alternatif Pola Tanam 1 dengan masa awal tanam Nopember 1, besar kebutuhan air untuk kebutuhan air baku pada tahun 2012 pada kondisi jam puncak adalah sebesar 44.67 liter/detik, dan besar energi yang dihasilkan dari perhitungan potensi PLTA didapatkan daya sebesar 136.94 kW dengan Debit Andalan 90% sebesar 2.47 m³/detik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Bendungan

Bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang Bendungan).

Bendungan yang berfungsi sebagai penampungan air dan menyimpannya di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan. Bendungan digunakan untuk keperluan irigasi, air minum industri, tempat rekreasi, tempat penampungan limbah, cadangan air minum, pengendali banjir, perikanan, pariwisata dan olahraga air. (Riadi, Muchlisin, 2018)

Bendungan memiliki berbagai macam tipe sesuai dengan fungsi, ukuran, kegunaan, dan konstruksinya. Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai bendungan yang sesuai dengan konstruksinya, yaitu bendungan tipe urugan.

Suatu bendungan yang dibangun dengan cara menimbunkan bahan-bahan seperti : batu, krakal, krikil, pasir, dan tanah pada komposisi tertentu dengan fungsi sebagai pengempang atau pengangkat permukaan air yang terdapat di

dalam waduk di udiknya disebut bendungan tipe urugan atau “Bendungan Urugan”.

Didasarkan pada ukuran butiran dari bahan timbunan yang digunakan, secara umum dapat dibedakan 2 tipe bendungan urugan, yaitu :

1. Bendungan Urugan Batu (*rock fill dam*) disingkat dengan istilah “Bendungan Batu”.
2. Bendungan Urugan Tanah (*earth fill dam*) disingkat dengan istilah “Bendungan Tanah”

Selain kedua jenis tersebut, terdapat pula bendungan campuran, yaitu terdiri dari timbunan batu di bagian hilirnya yang berfungsi sebagai penyangga, sedang bagian udiknya terdiri dari timbunan tanah yang disamping berfungsi 5 sebagai penyangga tambahan, terutama berfungsi sebagai tirai kedap air (Sosrodarsono, 2002:11).

Sehubungan dengan fungsinya sebagai pengempang air atau pengangkat permukaan air di dalam suatu waduk, maka secara garis besarnya tubuh bendungan merupakan penahan rembesan air kearah hilir serta penyangga tandonan air tersebut. Ditinjau dari penempatan serta susunan bahan yang membentuk tubuh bendungan untuk dapat memenuhi fungsinya dengan baik, maka bendungan urugan dapat digolongkan dalam 3 (tiga) tipe utama, yaitu :

1. Bendungan urugan homogen (bendungan homogen)
2. Bendungan urugan zonal (bendungan zonal)
3. Bendungan urugan bersekat (bendungan sekat)

Untuk dapat membedakan ketiga tipe tersebut, maka skema serta uraian singkatnya tertera pada **Gambar 2.1**.

1. Bendungan Homogen

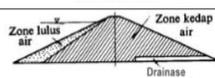
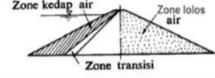
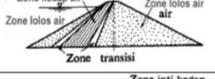
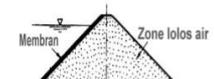
Suatu bendungan urugan digolongkan dalam tipe homogen, apabila bahan yang membentuk tubuh bendungan tersebut terdiri dari tanah yang hampir sejenis dan gradasinya (susunan ukuran butirannya) hampir seragam. Tubuh bendungan secara keseluruhannya berfungsi ganda, yaitu sebagai bangunan penyangga dan sekaligus sebagai penahan rembesan air.

2. Bendungan Zonal

Bendungan urugan digolongkan dalam tipe zonal, apabila timbunan yang membentuk tubuh bendungan terdiri dari batuan denggradasi (susunan ukuran butiran) yang berbeda-beda dalam urutan-urutan pelapisan tertentu. Pada bendungan tipe ini sebagai penyangga terutama dibebankan kepada timbunan yang lulus air (zone lulus air), sedang penahan rembesan dibebankan kepada timbunan yang kedap air (zone kedap air).

Berdasarkan letak dan kedudukan dari zone kedap airnya, maka tipe ini masih dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu :

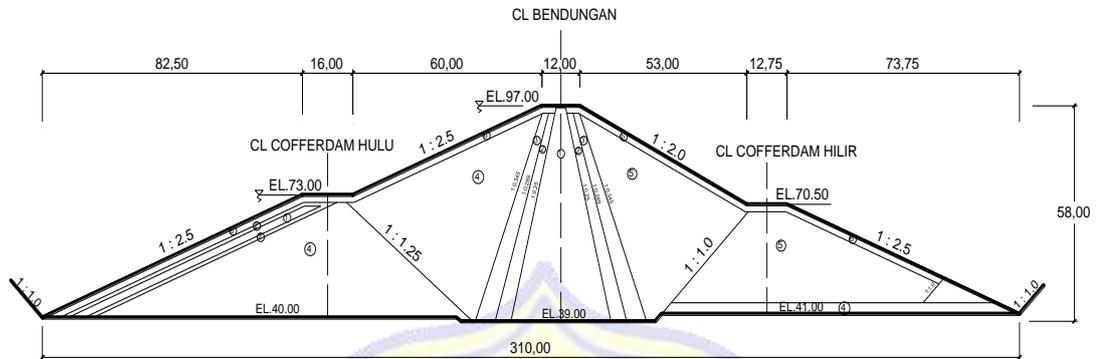
- a. Bendungan urugan zonal dengan tirai kedap air atau “bendungan tirai” (*front core fill type dam*), ialah bendungan zonal dengan zone kedap air yang membentuk lereng udik bendungan tersebut.
- b. Bendungan urugan zonal dengan inti kedap air miring atau “bendungan inti miring” (*inclined-core fill type dam*), ialah bendungan zonal yang zone kedap airnya terletak di dalam tubuh bendungan dan berkedudukan miring ke arah hilir.
- c. Bendungan urugan zonal dengan inti kedap air tegak atau “bendungan inti tegak” (*central-core fill type dam*), ialah bendungan zonal yang zone kedap airnya terletak di dalam tubuh bendungan dengan kedudukan vertikal. Biasanya inti tersebut terletak di bidang tengah dari tubuh bendungan.

Tipe	Skema umum	Keterangan
Bendungan urugan homogen		Apabila 80% dari seluruh bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang bergradasi sama, dan bersifat kedap air.
Bendungan urugan Zonal		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan tirai kedap air di udiknya.
Inti miring		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, dilengkapi dengan inti kedap air yang posisinya miring ke hilir.
Inti vertikal		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, dilengkapi dengan inti kedap air yang posisinya vertikal.
Bendungan urugan batu dengan membran		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, dilengkapi dengan membran kedap air di lereng udiknya, yang biasanya terbuat dari lembaran baja tahan karat, lembaran beton bertulang, aspal beton, lembaran plastik, dan lain-lain.

(Sumber: Sosrodarsono, 2002:12)

Gambar 2.1 Klasifikasi Bendungan Urugan

Namun pada studi ini, Bendungan Tiu Suntuk menggunakan Bendungan Zonal dengan tipe inti tegak sebagai berikut :



Gambar 2.2 Gambar Bendungan Urugan Zonal dengan inti tegak

2.2.2 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi adalah bagian awal dari analisa dalam perencanaan bangunan air. Hal ini berarti bahwa besaran dan informasi yang diperoleh pada analisa hidrologi merupakan masukan penting dalam analisa berikutnya. Hidrologi merupakan salah satu aspek yang sangat penting peranannya, dimana tingkat keberhasilan suatu bangunan air dipengaruhi oleh ketelitian dalam menganalisa hidrologi. Parameter hidrologi yang penting untuk perencanaan jaringan irigasi adalah curah hujan dan evapotranspirasi. Adapun tahapan awal dari analisa hidrologi adalah sebagai berikut:

2.2.3 Penyiapan data

Data yang dimaksud yaitu data yang dapat dikumpulkan secara teratur dan teramati, sehingga dapat memberikan data yang mengandung informasi yang tepat pada penelitian ini. Dalam pengumpulan data ini hendaknya dilakukan bersama instansi tertentu.

2.2.4 Uji konsistensi Data

Selain kekurangan pada data hujan yang diperoleh pada stasiun sering kali terjadi mengalami kesalahan berupa data yang tidak akurat (*inconsistency*). Data hujan yang inconsisten dapat terjadi karena beberapa hal antara lain (Sri Harto, 1993).

- Alat yang diganti menggunakan alat dengan spesifikasi lain.
- Terjadinya perubahan lingkungan yang mendadak.

c. Pemindahan lokasi pengukuran.

Salah satu metode yang digunakan untuk menguji konsistensi data yaitu dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) yang digunakan untuk menguji ketidaksesuaian antar data yang ada di stasiun itu sendiri dengan cara mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (*mean*) (Maulana, 2016 : 3) yaitu :

$$S_k^{**} = \frac{S_k}{D_y}, k = 0,1,3 \dots, n \dots\dots\dots(2.1)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2}{n}$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y), k = 1,2,3 \dots n \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan :

n = jumlah data hujan

Y_i = data curah hujan

Y = rerata curah hujan

S_k^{**}, S_k^{*}, D_y = nilai statistic

Nilai statistic Q

$$Q = \max (S_k^{**}), 0 \leq k \leq n \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R = \max S_k^{**} - S_k^{**}, 0 \leq k \leq n \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :

Q = nilai statistic

R = range

n = Jumlah hujan

Tabel 2.1 Nilai kritis Q dan R yang diijinkan dengan metode RAPS

N	Q $\frac{Q}{\sqrt{n}}$			R $\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
>100	1,22	1,36	1,53	1,62	1,75	2,00

(Sumber : Harto., 1993)

2.2.5 Curah Hujan Rerata Daerah

Secara umum untuk menghitung curah hujan daerah digunakan standar luas daerah sebagai berikut (Sosrodarsono, 1987):

- a. Daerah dengan luas 250 Ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh alat ukur hujan.
- b. Untuk daerah antara 250-500.000 Ha dengan 2 atau 3 titik pengamatan, dapat digunakan dengan rata-rata.
- c. Untuk daerah rata-rata antara 120.000-500.000 Ha dengan 2 atau 3 titik pengamatan yang tersebar cukup merata dan curah hujannya tidak terlalu dipengaruhi oleh faktor topografi, dapat digunakan cara rata-rata aljabar. Jika titik pengamatan itu tidak tersebar merata, maka digunakan cara poligon thiessen.
- d. Untuk daerah yang lebih besar dari 500.000 Ha, maka dapat digunakan cara *isohyet* atau cara potongan antara (*inter-section method*).

Curah hujan daerah diperkirakan harus dari beberapa titik pengamatan curah hujan, adapun metode untuk menghitung curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik sebagai berikut:

- a. Metode rata-rata aljabar

Metode ini merupakan perhitungan rata-rata aljabar curah hujan di dalam dan sekitar daerah bersangkutan dapat untuk dipakai dengan persamaan sebagai berikut :

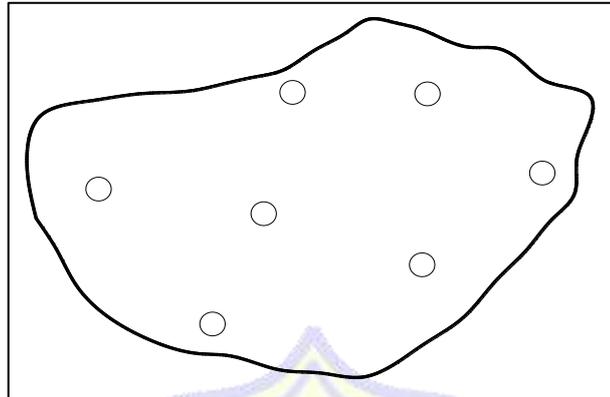
$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

R = curah hujan rata-rata (mm)

N = jumlah stasiun hujan

$R_1 + R_2 + \dots + R_n$ = curah hujan di stasiun n (mm)



Gambar 2.3 Rerata Aljabar

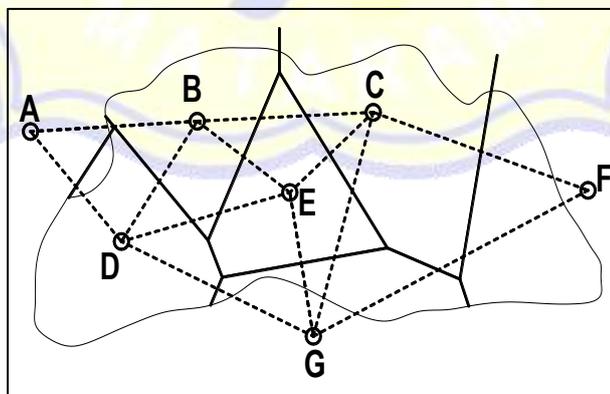
b. Metode polygon thessen

Curah hujan pada suatu daerah yang luas memiliki intensitas yang berbeda-beda. Curah hujan pada suatu daerah yang memiliki titik pengamatan curah hujan lebih dari satu maka harus dihitung nilai curah hujan rata-ratanya.dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sasrodarsono, 1987) :

$$d = \frac{A1.P1+A2.P2+\dots+An.pn}{A} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i.p_i}{A} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

- A = luas areal total (km²)
- P = curah hujan rerata areal (mm)
- P₁, P₂, P₃... P_n = curah hujan pos 1, 2, 3 ...n (mm)
- A₁.A₂.A₃... A_n = luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3 ... n (km²)



Gambar 2.4 Contoh Gambar Polygon Thiessen

Langkah – langkah penggambaran polygon (Suwarno, Hidrologi) :

- 1 Hubungkan tiap titik stasiun yang berdekatan dengan sebuah garis lurus (dengan demikian akan terlukis jaringan segi tiga yang menutupi seluruh daerah).
- 2 Daerah yang bersangkutan itu dibagi dalam polygon – polygon yang didapat dengan menggambar garis bagi tegak lurus pada tiap sisi segitiga tersebut. Curah hujan dalam tiap polygon itu dianggap diwakili oleh curah hujan dari titik pengamatan dalam tiap polygon itu.

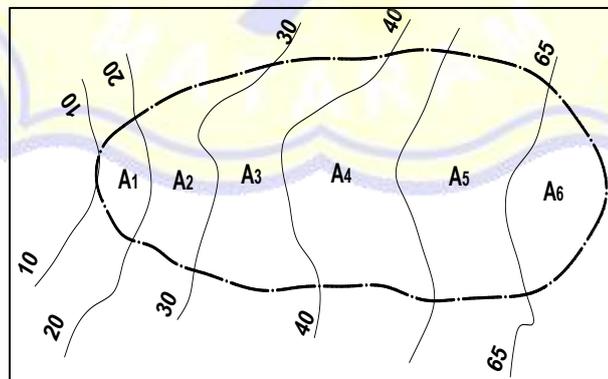
c. Metode Garis Isihyet

Metode ini dilakukan dengan cara menggambarkan kontur dengan tinggi curah hujan yang sama (*isohyet*). Selanjutnya luas bagian diantara *isohyet-isohyet* yang berdekatan diukur, dan nilai rata-ratanya dihitung sebagai nilai rata-rata timbang dari nilai kontur, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sasrodarsono, 1987) :

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.7)$$

Denngan :

- R = curah hujan rerata (mm)
- A = luas total areal (m²)
- A_1, A_2, \dots, A_n = luas bagian daerah yang diwakili kontur hujan n
- R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di stasiun n (mm)



Gamnbar 2.4. Metode Isohyer

2.2.6 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang pada suatu wilayah dan bisa dipergunakan oleh tanaman dalam proses pertumbuhan. Untuk menghitung curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija digunakan rumus sebagai berikut:

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

P = peluang curah hujan yang terjadi (%)

m = nomor urut (rangking)

n = banyak pengamatan

Perhitungan curah hujan untuk probabilitas (p) 80% dan 50% yaitu sebagai berikut :

a. Untuk tanaman padi

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

b. Untuk tanaman palawija

$$R_{50} = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Berdasarkan peluang kejadian dihitung curah hujan efektif setengah bulan dengan rumus sebagai beriku :

a. Untuk tanaman padi

$$Re = 0,7 \frac{R_{80}}{15} \dots\dots\dots(2.11)$$

c. Untuk tanaman palawija

$$Re = 0,7 \frac{R_{50}}{15} \dots\dots\dots(2.12)$$

Besarnya curah hujan efektif yang diambil untuk tanaman padi yaitu sebesar 80% dari curah hujan yaitu terpenuhinya probabilitas curah hujan sebesar 80% (R_{80}), sedangkan untuk tanaman palawija sebesar 50% (R_{50}).

2.2.7 Analisa Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan suatu proses kembalinya air ke udara yang terjadi akibat dari penguapan yang berasal dari permukaan tanah (sungai, danau)

dan tumbuh-tumbuhan. Dengan proses yang sama, hanya saja berasal dari tubuh air (*water body*) saja atau tanah tanpa adanya tumbuhan disebut evaporasi sedangkan yang berasal dari tumbuhan disebut transpirasi.

Untuk menghitung evapotranspirasi dapat dilakukan berdasarkan data dengan menggunakan Metode *Penman Modifikasi* (FAO) yang telah disesuaikan dengan keadaan daerah di Indonesia :

$$ET_o = E_a \times ET_o^* \dots\dots\dots(2.14)$$

$$ET_o^* = W(0,75.R_s - R_{n_1}) + (1 - W). f(u). (e_a - e_d) \dots\dots\dots(2.15)$$

$$R_s = \left(0,25 + 0,54 \cdot \frac{n}{N}\right) . R_a \dots\dots\dots(2.16)$$

$$R_{n_1} = f(T) . f(ed) . f\left(\frac{n}{N}\right) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$f(T) = \sigma . T a^4 \dots\dots\dots(2.18)$$

$$f(ed) = 0,34 - 0,044 . (ed)^{1/2} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,1 - 0,9 . n/N \dots\dots\dots(2.20)$$

$$f(u) = 0,27 . (1 + 0,86 . u) \dots\dots\dots(2.21)$$

$$e_d = e_a . RH \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan :

- W = faktor yang berhubungan dengan suhu (T) dan elevasi daerah
- R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hari)
- R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer
- R_{n_1} = radiasi bersih gelombang panjang
- $f(T)$ = fungsi suhu
- $f(ed)$ = fungsi tekanan uap
- $f(n/N)$ = fungsi kecerahan
- $f(u)$ = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/det)
- $(e_a - e_d)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan uap sebenarnya
- RH = kelembaban udara relatif (%)
- c = angka koreksi Penman (tergantung kondisi siang dan malam)

2.2.8 Debit Andalan

Untuk mengetahui besarnya debit minimum yang mengalir pada suatu sungai dapat dilakukan perhitungan secara empiris menggunakan Metode

F.J.Mock. Pada prinsipnya, metode *F.J Mock* memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan yang tersimpan di dalam tanah (*soil storage*).

Perhitungan debit andalan *F.J Mock* dibagi kedalam lima perhitungan utama. Kelima perhitungan tersebut yaitu perhitungan evapotranspirasi aktual, *water balance*, *run off* dan air tanah, total volume tersimpan dan aliran permukaan. Kriteria perhitungan dan asumsi diurutkan sebagai berikut:

- a. Data yang diperlukan:
 - 1) Data curah hujan bulanan (R) untuk setiap tahun
 - 2) Data jumlah hari hujan bulanan (n)
- b. Parameter yang digunakan dalam perhitungan debit *F.J Mock* (bapenas 2007)
 - 1) m = Persentase lahan yang terbuka atau tidak ditumbuhi vegetasi, ditaksir dengan peta tata guna lahan atau pengamatan di lapangan
 - 2) k = koefisien simpan tanah atau faktor resesi aliran tanah (*Catchment Area Resessio Factor*). Nilai k ditentukan oleh kondisi geologi lapisan bawah. Batasan nilai K yaitu antara 0 - 1,0. Semakin besar k , semakin kecil air yang mampu keluar dari tanah
 - 3) V_{n-1} = penyimpanan awal (*initial storage*). Nilai ini berkisar antara 3 mm 109 mm.
- a. Evapotranspirasi
 1. Evapotranspirasi potensial
Metode perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan metode *Penman Modifikasi*. Metode perhitungan ini dijelaskan lebih lanjut pada sub-bab 2.2.3
 2. Evapotranspirasi actual
Evapotranspirasi aktual merupakan evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang tersedia terbatas. Yang dapat dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau. Besarnya *exposed surface* (m) untuk tiap daerah berbeda-beda. Klasifikasi daerah dan nilai *exposed surface* (m) sebagai berikut :

1. Hujan primer, sekunder = 0%
2. Daerah tererosi = 10 - 40 %
3. Daerah ladang pertanian = 30 - 50 %

Menurut metode Mock, rasio selisih antara evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh *exposed surface* (m) dan jumlah hari hujan (n) dalam bulan yang bersangkutan, seperti ditunjukkan dalam formulasi berikut:

$$\frac{\Delta E}{E_p} = \left(\frac{m}{20}\right)(18 - n) \dots\dots\dots(2.21)$$

Sehingga :

$$\Delta E = E_p \left(\frac{m}{20}\right)(18 - n) \dots\dots\dots(2.22)$$

Dari formulasi diatas dapat dianalisis bahwa evapotranspirasi potensial akan sama dengan evapotranspirasi aktual (atau EA=0) jika:

- a) Evapotranspirasi terjadi pada hutan primer atau hutan sekunder. Dimana daerah ini memiliki harga *exposed surface* (m) sama dengan nol (0).
- b) Banyaknya hari hujan dalam bulan yang diamati pada daerah tersebut sama dengan 18 hari.

Jadi, evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi potensial yang memperhitungkan faktor *exposed surface* dan jumlah hari hujan dalam bulan yang bersangkutan. Sehingga evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi atau actual evapotranspiration. Dihitung sebagai berikut:

$$E_{actual} (E_a) = E_p - \Delta E \dots\dots\dots(2.23)$$

b. *Water Balance*

Kapasitas kelembaban tanah (*Soil Moisture Capacity*, disingkat (SMC) yaitu perkiraan kapasitas kelembaban tanah awal. Besarnya nilai SMC tergantung dari tipe tanaman penutup lahan dan tipe tanahnya.

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam menghitung *water balance* adalah:

$$WS = (P - Ea) \dots \dots \dots (2.24)$$

Dengan :

WS = kelebihan air (mm)

P = curah hujan (mm/bln)

Untuk menentukan nilai SMC ada ada dua keadaan, yaitu :

a) Jika nilai $P-Ea > 0$, maka nilai $SMC = 200$ mm

b) Jika nilai $P-Ea < 0$, maka:

$$SMC = ISMS + (P - Ea) \dots \dots \dots (2.25)$$

Dengan:

$ISMS$ = *Initial Soil Moisture Storage* (nilai SMC bulan sebelumnya bulan sebelumnya)

c. *Runoff* dan air tanah

Persamaan yang digunakan dalam menghitung *run off* dan air tanah adalah sebagai berikut:

$$In = WS \times I \dots \dots \dots (2.26)$$

Dengan :

In = infiltrasi (mm)

i = koefisien infiltrasi

koefisien infiltrasi ditentukan oleh kondisi porositas dan kemiringan daerah pengaliran. Lahan yang bersifat porous umumnya memiliki koefisien yang cenderung besar. Namun jika lahan terjal dimana air tidak sampai infiltrasi ke dalam tanah, maka anggapan infiltrasi akan kecil.

$$Igw = \frac{1}{2} x (1 + k) x ln \dots \dots \dots (2.27)$$

Dengan :

Igw = sebagian infiltrasi pengisi air tanah (mm)

K = koefisien resesi tanah

$$Ib = k \times V_{n-1} \dots \dots \dots (2.28)$$

Dengan :

Ib = pengisian air tanah sebelumnya

V_{n-1} = volume tersimpan sebelumnya

d. Total volume tersimpan

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam menghitung total volume tersimpan adalah sebagai berikut:

$$V_n = I_{gw} + I_b \dots\dots\dots(2.29)$$

$$dV_n = V_n - V_{n-1} \dots\dots\dots(2.30)$$

$$BF = I_n dV_n \dots\dots\dots(2.31)$$

Dengan :

V_n = Volume tersimpan (mm)

dV_n = perubahan volume tersimpan

Bf = aliran dasar (mm)

e. Aliran permukaan

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam menghitung aliran permukaan adalah sebagai berikut:

$$DR = WS - I_n \dots\dots\dots(2.32)$$

$$R = BF + DR \dots\dots\dots(2.33)$$

$$Q = R \times A/n \dots\dots\dots(2.34)$$

Dengan :

DR = aliran permukaan langsung (mm)

R = Aliran permukaan (mm)

Q = debit aliran sungai (m³/dt)

A = luas DAS (m²)

N = jumlah hari dalam 1 bulan x 24 x 3600 (detik)

2.3 Analisa Kebutuhan Air

2.3.1 Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman dan kehilangan air. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi adalah :

a) Areal Tanam

Areal tanam adalah lahan yang menjadi daerah aliran jaringan irigasi. Luas areal tanam di suatu daerah pengairan yang memiliki jaringan irigasi yang baik untuk tanaman akan mempengaruhi besarnya kebutuhan air.

b) Pola Tanam

Pola tanam adalah susunan rencana penanaman berbagai jenis tanaman selama satu tahun yang umumnya di Indonesia di kelompokkan dalam 3 (tiga) musim tanam dengan jenis tanaman yaitu padi – padi & palawija - padi. Pola tanam disusun berdasarkan debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan luas tanam yang optimal.

c) Sistem Golongan

Untuk memperoleh areal tanam yang optimal dari debit yang tersedia di atasi dengan cara golongan yaitu pembagian luas areal tanam pada suatu daerah irigasi dengan mulai awal tanam yang tidak bersamaan.

Cara perencanaan golongan teknis yaitu dengan membagi suatu daerah irigasi dalam beberapa golongan yg mulai pengolahan tanahnya dengan selang waktu 10 atau 15 hari. Dengan pengunduran waktu memulai pengolahan tanah pada setiap golongan maka kebutuhan air dapat terpenuhi sesuai dengan debit yg tersedia.

d) Perkolasi

Perkolasi merupakan gerakan air mengalir ke bagian *moisture content* atas yang lebih dalam sampai air tanah. Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Dari hasil-hasil penyelidikan tanah pertanian, besarnya laju perkolasi serta tingkat kecocokan tanah untuk pengolahan lahan dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaiannya. Guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

e) Kebutuhan Air Untuk Penggantian Lapisan Air (WLR)

Penggantian lapisan air diperlukan untuk mengurangi efek reduksi pada tanah dan pertumbuhan tanaman. Penggantian lapisan air diberikan menurut kebutuhan dan dilakukan setelah pemupukan atau sesuai jadwal. Jika tidak ada penjadwalan, maka dilakukan penggantian sebanyak 2 (dua) kali, (masing-masing sebesar 50 mm dan 3.3 mm/hari selama setengah bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah penanaman (Dep. PU, 1986).

f) Koefisien Tanaman

Umur dan jenis tanaman yang ada mempengaruhi besar nilai koefisien tanaman. Faktor koefisien tanaman digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman pada masa pertumbuhannya. Koefisien tanaman (Kc) untuk tanaman padi dan palawija dapat diperoleh dari Tabel

Tabel 2.2 Koefisien tanaman (Kc) tanaman padi

Bulan	Padi		Palawija		
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Kedelai	Tembakau	Jagung
0,5	1,10	1,10	0,50	0,50	0,50
1	1,10	1,10	0,75	0,50	0,59
1,5	1,10	1,00	1,00	0,80	0,96
2	1,10	1,00	1,00	0,80	1,05
2,5	1,10	0,95	0,82	0,80	1,02
3	0,95	0,00	0,45	0,50	0,95
3,5	0,95				
4	0,00				

(Sumber : Lampiran KP.01, 2013)

g) Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi adalah presentase perbandingan antara jumlah air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan. Besarnya efisiensi irigasi dipengaruhi oleh besarnya jumlah air yang hilang di perjalanan dari saluran primer, sekunder dan tersier.

h) Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Metode yang digunakan untuk menghitung besarnya kebutuhan air selama jangka waktu penyiapan lahan yaitu dengan rumus yang telah

dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra, yang didasarkan pada laju air konstan dalam liter per detik selama periode penyiapan lahan dengan persamaan sebagai berikut :

$$IR = \frac{A=M.e^K}{e^{k-1}} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$K = \frac{M.T}{S} \dots\dots\dots(2.36)$$

Dengan :

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat sawah untuk penyiapan lahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk pengganti air yg hilang akibat evaporasi dan perkolasi. = *Eo* + *P*

Eo = Evaporasi potensial (mm/hari) = *Eto* x 1.1

P = perkolasi (mm/hari)

T = waktu penyinaran matahari (hari)

S = Kebutuhan air untuk penjumlahan ditambah dengan 50 mm

i) Penggunaan konsumtif (Etc)

$$Etc = Kc \times Eto \dots\dots\dots(2.37)$$

Dengan :

Kc = koefisien tanaman

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

j) Kebutuhan air irigasi untuk palawija

$$NFR = ETc + P - Re \dots\dots\dots(2.38)$$

k) Kebutuhan air di sawah untuk padi (NFR)

$$NFR = ETc + P - Re + WLR \dots\dots\dots(2.39)$$

Dengan :

ETc = *consumptive use* (mm)

P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

l) Kebutuhan air di pintu pengambilan

Kebutuhan air di pintu pengambilan dapat diketahui dengan rumus :

$$DR = NFR/EI \dots\dots\dots(2.40)$$

Dengan :

DR = kebutuhan air di pintu pengambilan

NFR = kebutuhan air di sawah

EI = efisiensi irigasi

2.4 Kebutuhan Air Baku

Air baku merupakan kebutuhan air untuk rumah tangga dan perkotaan (*domestik and municipal*). Kebutuhan air baku pada suatu wilayah dipengaruhi oleh besarnya jumlah penduduk yang akan dialiri kemudian dikalikan dengan tingkat kebutuhan per kapita. UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dan PP No.16 Tahun 2005 tentang Pengembangan SPAM. Kebutuhan untuk air baku juga harus mempertimbangkan kebutuhan pada dua hal, yaitu: domestik (pemukiman) dan non domestik (wilayah fungsional), seperti sosial, industri, komersial dan sektor lain serta kehilangan air.

1. Proyeksi jumlah penduduk

Proyeksi kebutuhan air baku dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki (Soemarto, 1999). Untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode geometrik. Rumus dari metode geometrik tersebut yaitu:

$$P_n = P_o + (1+r)^n \dots\dots\dots(2.41)$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n yang akan datang

P_o = jumlah penduduk pada akhirl tahun

r = laju pertumbuhan penduduk (%)

n = jangka waktu tahun data

2. Kebutuhan air baku

Perkiraan kebutuhan air bersih tergantung dari banyaknya jumlah penduduk. Banyaknya kebutuhan air bersih dapat dikelompokkan menjadi (Anwar, Nadjadji: 2012) :

- a) Kebutuhan rumah tangga (*domestic use*).
- b) Kebutuhan industri dan perdagangan (*industrial and commercial use*).
- c) Pemakaian fasilitas umum (*public use*).
- d) Kehilangan pada sistem, kesalahan meter, pencurian air, dll.

Untuk menghitung jumlah kebutuhan air baku digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = Pn \times q \dots\dots\dots(2.42)$$

Dengan :

Q = Kebutuhan air baku

Pn = jumlah penduduk terlayani (jiwa)

q = debit keluaran individu

Dalam Peraturan Pemerintah, yang dimaksud dengan air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan (*atmosferik*), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Bappenas, 2006).

Standar kebutuhan air domestik, merupakan kebutuhan air yang dipakai di tempat tinggal pribadi untuk memenuhi kebutuhan setiap hari.

Tabel 2.3 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku

Jumlah Penduduk (Jiwa)	Tingkat Pelayanan (liter/orang/hari)
>1.000.000	120
500.000-1.000.000	100
100.000-500.000	90
20.000-100.000	80
10.000-20.000	60
<10.000	30

(sumber : Direktorat Jenderal Cipta Karya,, 2007)

3. Standar Kebutuhan Air Domestik

Menurut Ditjen Cipta Karya (2000) standar kebutuhan air ada dua, yaitu :

Standar Kebutuhan Air Domestik Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti; memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari.

Dari proyeksi jumlah penduduk, kemudian dihitung jumlah kebutuhan air berdasarkan kriteria Ditjen Cipta Karya Dinas PU (2007). Kriteria kebutuhan air dapat dilihat pada **Tabel 2.4** dan **Tabel 2.5**

Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Air Baku

No	Uraian	kategori kota berdasarkan jumlah jiwa				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Kons. unit sambungan rumah (SR) I/o/h	190	170	130	100	80
2	Konsulat hidran umum (HU) I/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik I/o/h (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30

Lanjutan **Tabel 2.4** Kriteria Perencanaan Air Baku

no	uraian	kategori kota berdasarkan jumlah jiwa				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
		metro	besar	sedang	kecil	desa
5	Faktor hari maksimum	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	Faktor jam puncak	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	34	24	24
11	Volume reservoir (% max day demant)	20	20	20	20	20
12	Sr : hr	50:50 s/d 80/20	50:50 s/d 80/20	50:50 s/d 80/20	50:50 s/d 80/20	50:50 s/d 80/20
13	Cakupan pelayanan (%)	*>90	90	90	90	**>70

(sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2007)

4. Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik terdiri dari penggunaan komersil dan industri, yaitu penggunaan air oleh badan badan komersil dan industri. Dan penggunaan umum, yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah dan tempattempat ibadah.

Standar kebutuhan air non domestik, merupakan keperluan air bersih di luar kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik untuk kota dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu : 1. Kota kategori I (Metro), 2. Kota kategori II (kota besar), 3. Kota kategori III (kota sedang), 4. Kota kategori IV (kota kecil), dan 5. Kota kategori V (desa).

Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/murid/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Mushola	2000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hari
Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hari

(Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996)

2.5 Optimasi Dengan Program Linier

Program linier yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi yang mempunyai bentuk ketidaksamaan. Program linier memiliki 2 fungsi utama, yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala atau pembatas. Untuk dapat menyelesaikan persoalan program linier, terutama bila mempunyai jumlah perubah yang lebih banyak dari 2 buah, maka penggunaan tabel simpleks akan sangat membantu.

Metode simpleks merupakan prosedur perhitungan yang bersifat iteratif yang merupakan gerakan selangkah demi selangkah dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah layak (*feasible region*) menuju ke titik ekstrim yang optimum. Dalam hal ini solusi optimum (atau solusi basis) umumnya didapat pada titik ekstrim. Metode simpleks mengiterasikan sejumlah persamaan yang mewakili fungsi tujuan dan fungsi – fungsi kendala pada program linier yang telah disesuaikan menjadi bentuk standar. Berikut ini bentuk standar persamaan simpleks sebagai berikut (Anwar, Nadjadji, 2006).

Permasalahan dalam pengelolaan sumber daya air pada dasarnya berkaitan erat dengan usaha untuk memperoleh hasil dan manfaat yang optimum. Untuk mencapai hasil tersebut salah satu cara dapat dilakukan dengan teknik optimasi (Legono dkk, 1998).

Optimasi dilakukan dengan memformulasikan permasalahan yang ada menjadi persamaan matematik. Dalam teknik optimasi, terdapat fungsi tujuan (*objective function*) dan kendala (*constraint*) yang diekspresikan dalam persamaan matematik sebagai fungsi variabel keputusan (*decision variables*). Untuk mencerminkan tercapainya sasaran yang paling baik sesuai model matematis, diantaranya beberapa alternatif-alternatif model matematis yang mungkin dengan menggunakan fungsi 27 linier. Model pemrograman linier adalah sebuah model matematik yang mempunyai bentuk standar sebagai berikut :

a. Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimalkan/Minimalkan } Z = C_1.X_1 + C_2.X_2 + \dots + C_n.X_n$$

b. Fungsi Kendala :

$$a_{11}.X_1 + a_{12}.X_2 + \dots + a_{1n}.X_n \leq \text{atau} \geq b_1$$

$$a_{21}.X_1 + a_{22}.X_2 + \dots + a_{2n}.X_n \leq \text{atau} \geq b_2$$

$$a_{31}.X_1 + a_{32}.X_2 + \dots + a_{3n}.X_n \leq \text{atau} \geq b_3$$

$$a_{m1}.X_1 + a_{m2}.X_2 + \dots + a_{mn}.X_n \leq \text{atau} \geq b_m$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \dots \geq 0$$

Dengan :

Z = fungsi tujuan

C_j = parameter nilai tujuan ($j=1, 2, \dots, n$)

X_j = parubahan putusan ($j= 1, 2, \dots, n$)

a_{ij} = parameter kendala (koefesien kendala)

b_i = batasan sumber daya ke- i ($i= 1, 2, \dots, m$)

Bandingkan bentuk standar metode simpleks ini dengan rumusan standar program linier dimana fungsi – fungsi pembatas dapat bertanda $\geq - \leq$. Dalam penyelesaian rumusan linier harus dirubah atau diselesaikan terlebih dahulu dalam bentuk rumusan standar metode simpleks dengan ketentuan sebagai beriku (Rakhmad Armus dkk, 2021) :

1. Fungsi kendala merupakan persoalan maksimasi atau minimasi. Bila semua suku pada persoalan maksimasi dikalikan dengan angka -1 (minus 1) maka akan menjadi persoalan minimasi.

2. Semua fungsi kendala diubah menjadi bentuk persamaan, dengan cara menambah atau mengurangi dengan bilangan – bilangan *Slack, surplus,* atau *artifisial*.
3. Semua ruas kanan fungsi kendala yang bertanda positif
4. Semua peubah tidak bertanda negative

Langkah langkah selanjutnya yaitu dengan cara iterasi dapat dilakukan dari table simpleks sebagai berikut :

1. Cari diantara nilai c_1 , pada baris fungsi tujuan (baris ke- 0) yang paling bernilai positif. Angka tetapan ini ialah faktor pengali pada peubah nonbasis (PNB), maka peubah dengan nilai c_1 paling positif akan masuk menjadi peubah basis pada tabel simpleks berikutnya sebagai peubah masuk (PM).
2. Semua fungsi kendala diubah menjadi bentuk persamaan, dengan cara menambah atau mengurangi dengan bilangan – bilangan *Slack, surplus,* atau *artifisial*.
3. Semua ruas kanan fungsi kendala bertanda positif.
4. Semua peubah tidak negatif.

Untuk penyelesaian Langkah selanjutnya ialah dengan cara iterasi dapat dilakukan pada tabel simpleks sebagai berikut :

1. Cari diantara nilai c_1 , pada baris fungsi tujuan (baris ke0) yang paling bernilai positif. Angka tetapan ini ialah faktor pengali pada peubah nonbasis (PNB), maka peubah dengan nilai c_1 paling positif akan masuk menjadi peubah basis pada tabel simpleks berikutnya sebagai peubah masuk (PM).
2. Langkah ini bertujuan mencari peubah keluar (PK) atau diantara sejumlah peubah basis solusi (b_1) dibagi dengan angka matriks pada baris yang sama dengan b_1 dan merupakan faktor pengali dari PM di baris tersebut. Angka perbandingan positif yang terkecil menentukan pada baris tersebut ialah PBS yang akan keluar menjadi PK.

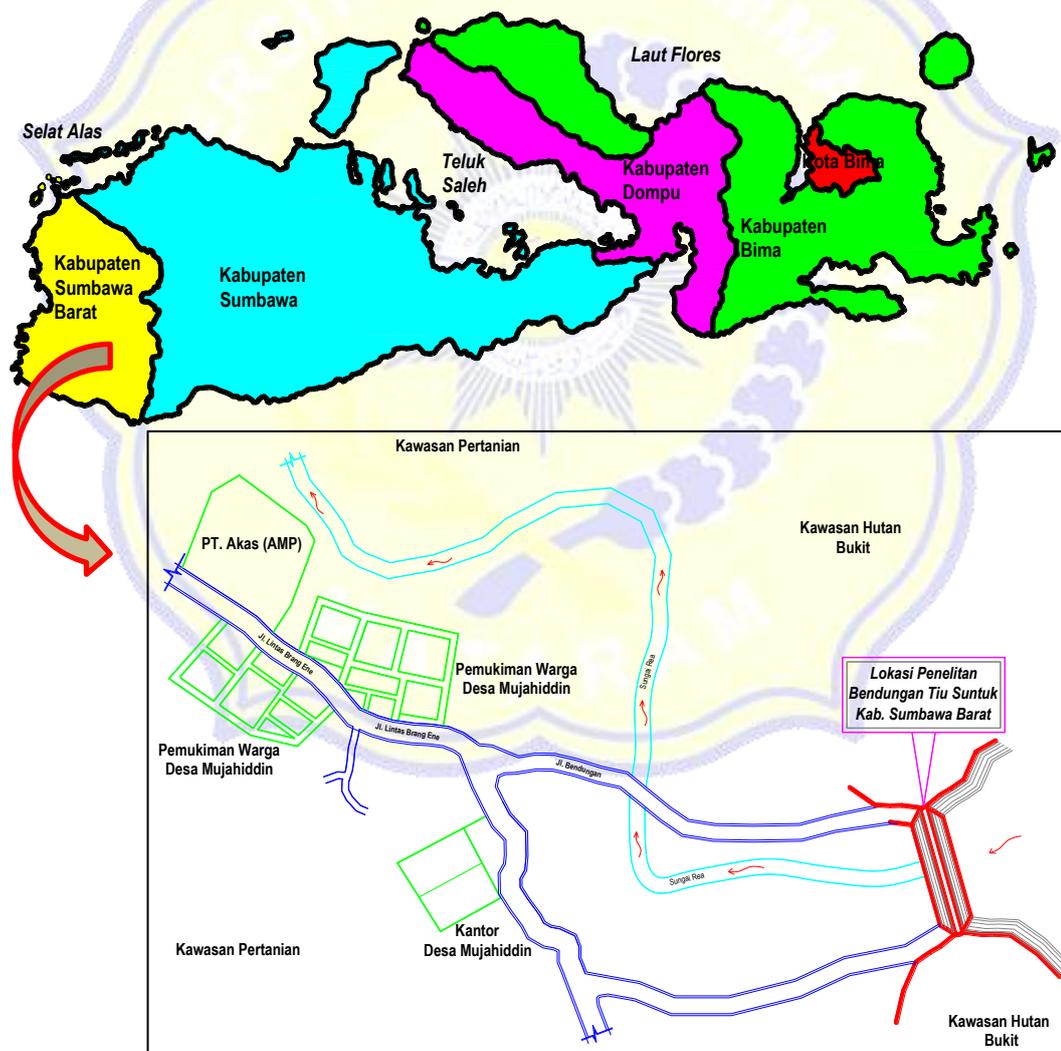
3. Melakukan perhitungan *Operasi Baris Elementer* (OBE) pada setiap baris termasuk baris fungsi tujuan sehingga didapat bahwa POM sudah menjadi PBS, dan PK menjadi PNB.
4. Bila masih terdapat nilai c1 pada baris fungsi tujuan, lanjutkan dengan memulai langkah 1 dan seterusnya hingga seluruh nilai c1 ialah nol atau positif bila keadaan terakhir terpenuhi maka PBS ialah jawaban dari permasalahan ini dan ruas kanan pada baris fungsi tujuan ialah nilai optimum dari fungsi tujuan.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi Bendungan Tiu Suntuk terletak di Dusun Hijrah, Desa Mujahiddin, Kecamatan Brang Ene, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara Geografis Dusun Hijrah berada pada 116.927° BT dan 8.794° LS. Dan secara geografis, Lokasi Bendungan Tiu Suntuk berada pada $8^{\circ}47'25''$ LS dan $116^{\circ}56'30''$ BT. Wilayah Desa Mujahiddin berbatasan dengan Desa Lampok (sebelah utara), Desa Kalimantanong (sebelah selatan), Desa Mataiyang (sebelah timur) dan Desa Kalimantanong (sebelah barat).



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

Data Primer yang digunakan dalam penelitian ini ialah melakukan survey pendahuluan untuk mengetahui kondisi daerah yang akan studi dan mengidentifikasi permasalahan yang ada dilapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi secara langsung pada daerah studi baik itu kondisi topografi, daerah irigasi potensial maupun kondisi hidrologi daerah aliran sungai, sehingga dapat mengetahui langkah-langkah yang harus diambil untuk mencari solusi terhadap permasalahan yang terjadi.

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada didaerah studi, maka selanjutnya ialah melakukan mencari data pendukung untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Data yang digunakan dalam studi ini ialah data sekunder yang diperoleh dari beberapa instansi, antara lain Unit Hidrologi & Kualitas Air PSDA BWS NT1, BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Lombok Barat dan Badan Pusat Statistika Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dalam studi ini, data yang diperlukan meliputi :

1. Data Klimatologi

Data klimatologi meliputi suhu udara rata-rata, kelembapan relatif, lamanya penyinaran matahari dan kecepatan angin yang terjadi di daerah studi. Data tersebut akan diolah untuk mendapatkan besarnya evapotranspirasi yang terjadi pada daerah studi. Data klimatologi diperoleh dari Unit Hidrologi & Kualitas Air PSDA BWS NT1 dan BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data klimatologi yang digunakan yaitu pada pos iklim Taliwang yang berpengaruh pada daerah studi, data tersedia yaitu dari tahun 2012 sampai dengan 2021.

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata debit aliran rendah, curah hujan efektif untuk tanaman kebutuhan air pada tanaman. Data curah hujan diperoleh dari Unit Hidrologi & Kualitas Air PSDA BWS NT I Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data curah hujan yang

digunakan yaitu dari tahun 2012 sampai dengan 2021 untuk 3 stasiun yaitu stasiun tepas, stasiun taliwang dan stasiun jereweh.

3. Data jumlah penduduk Kecamatan Brang Ene digunakan untuk menghitung besar kebutuhan air baku. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa Barat dalam angka tahun 2020.

4. Data DAS

Data Daerah Aliran Sungai Rea digunakan untuk mengetahui luas daerah aliran sungai yang terjerat air hujan pada daerah yang akan di tampung oleh Bendungan Tiu Suntut. Data diperoleh dari BWS NT I Provinsi Nusa Tenggara Barat dari hasil laporan spesifikasi Bendungan Tiu Suntut.

3.3 Tahapan Perhitungan

Dari tahap pengumpulan data kemudian dilakukan pengolahan data. Hasil pengolahan data tersebut digunakan untuk simulasi optimasi menentukan luas tanam yang optimal dan keuntungan maksimum. Tahapan analisa atau proses perhitungan meliputi :

1. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), untuk mengetahui keakurat atau konsisten data.

2. Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Analisis hujan rerata daerah untuk mengetahui stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi studi. Data curah hujan pada DAS Rea dapat di tinjau 3 Stasiun yang terdekat. Metode yang digunakan untuk menganalisis curah hujan rerata daerah ialah dihitung dengan metode Poligon Thiessen.

3. Analisa Klimatologi

Dalam analisa klimatologi akan membahas perhitungan evapotranspirasi yang terjadi pada daerah studi. Untuk besarnya evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode *Penman* (Modifikasi FAO).

4. Analisis debit andalan

Analisis debit andalan dengan metode *M.J Mock* untuk mengetahui *inflow* Bendungan Tiu Suntut sebagai ketersediaan air dengan debit andalan Q80% dan Q50%

5. Kebutuhan air irigasi

Dalam Analisa kebutuhan air irigasi dibahas mengenai tinjauan umum tentang kebutuhan irigasi. Fakto-factor mempengaruhinya meliputi :

- a) Kebutuhan air dipengaruhi dari jenis tanam, perlokasi, evapotranspirasi serta efisiensi yang terjadi
- b) Jenis tanaman kondisi terakhir di perlokasi besarnya perlokasi yang terjadi dilapangan
- c) Koefesien tanam mengacu pada koefesien tanaman yang berdasarkan petunjuk kreteria standar perencanaan irigasi Indonesia.
- d) Efisiensi irigasi, dipengaruhi oleh besarnya jumlah air yang hilang di perjalanannya dari saluran primer sekunder hingga tersier.

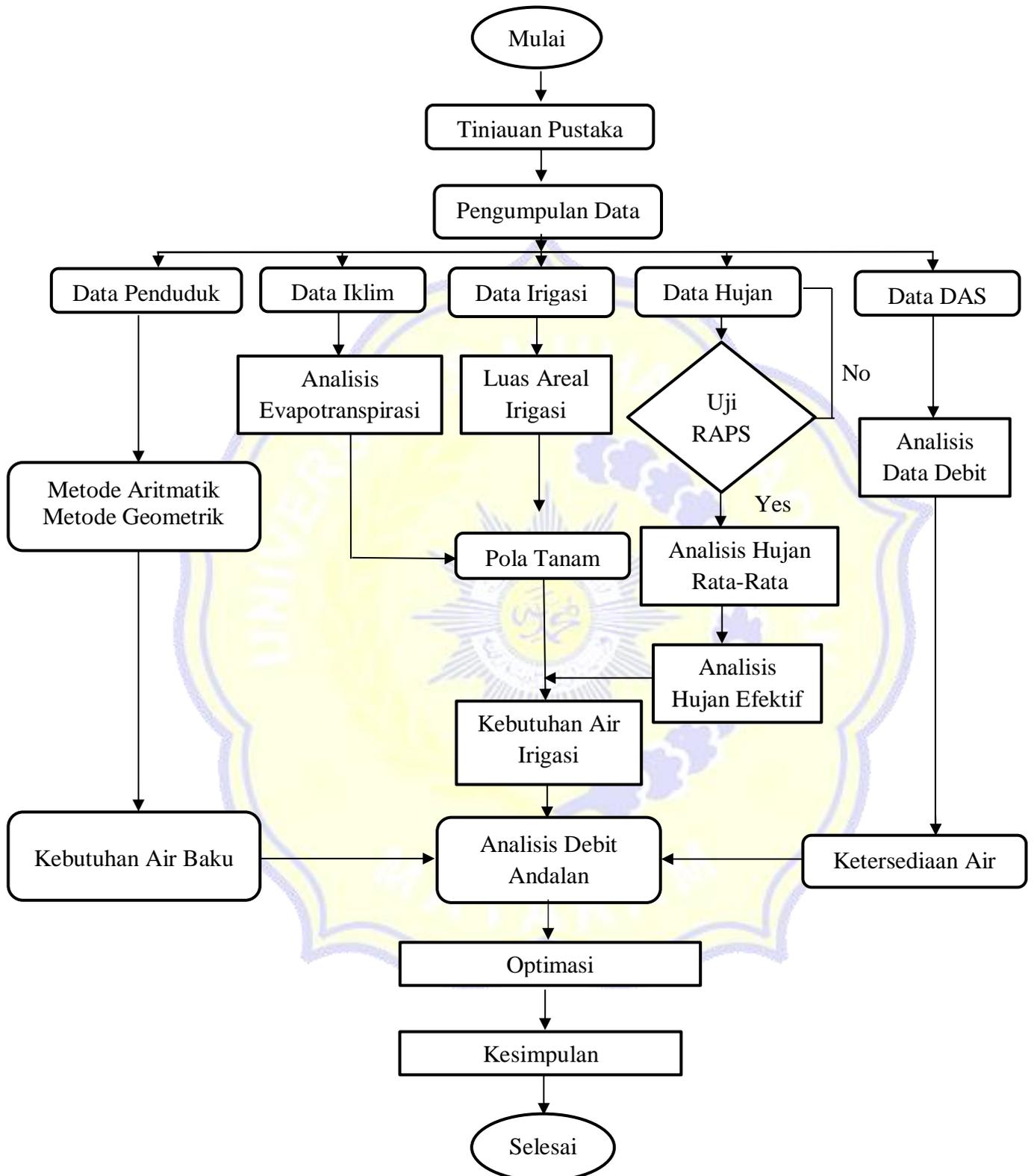
6. Kebutuhan air baku.

Kebutuhan air baku dapat dihitung berdasarkan pada jumlah penduduk di daerah studi, dengan menggunakan metode Geometri dan Artimatik dengan jumkah data penduduk tahun 2015-2020 diproyeksikan 50 tahun kedepan.

7. Optimasi

Metode optimasi yang dilakukan adalah menggunakan program linier *POM-QM For Windows 5* untuk memaksimalkan luas daerah irigasi yang di layani bendungan.

3.4 Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian