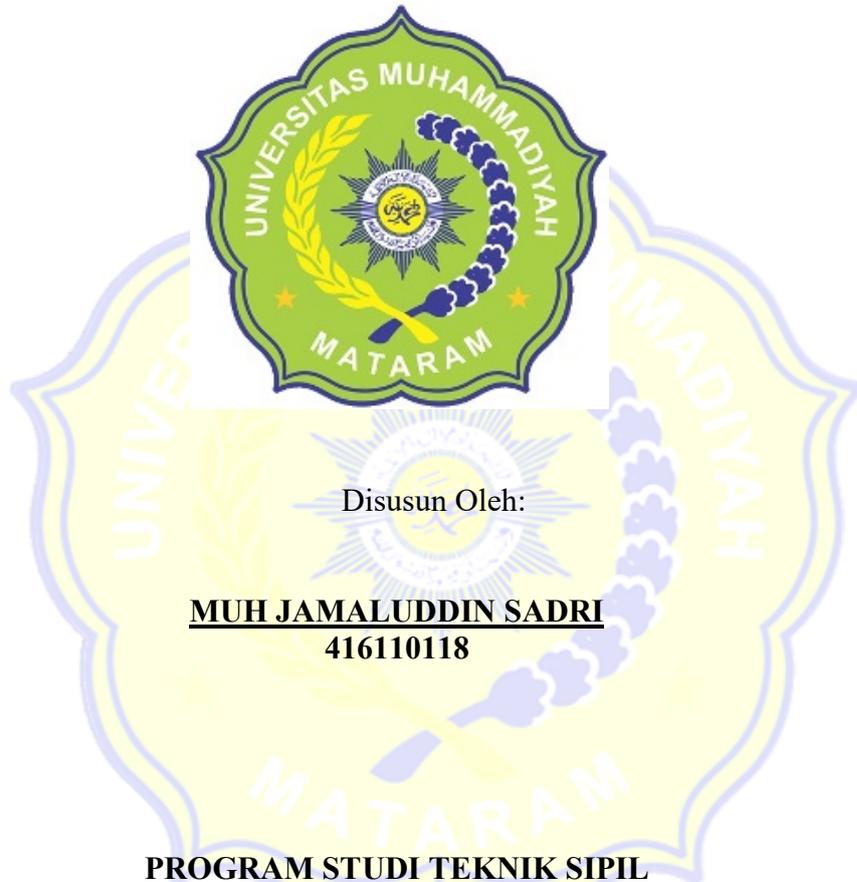


SKRIPSI

**OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR EMBUNG AI MUAL DAN
KEBUTUHAN AIR IRIGASI di, KABUPATEN SUMBAWA BARAT**

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



Disusun Oleh:

MUH JAMALUDDIN SADRI
416110118

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2021**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR EMBUNG AI MUAL DAN KEBUTUHAN AIR
IRIGASI DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT

Disusun Oleh:

MUH JAMALUDDIN SADRI
416110118

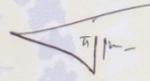
Mataram, 27 Juli 2021

Pembimbing I,



Dr. Eng. M. Islamy Rusvda, ST., MT.
NIDN.0824017501

Pembimbing II,

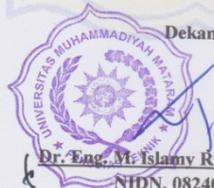


Titik Wahyuningsih, ST., MT.
NIDN.0819097401

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusvda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR EMBUNG AI MUAL DAN KEBUTUHAN AIR
IRIGASI DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

MUH JAMALUDDIN SADRI
416110118

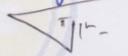
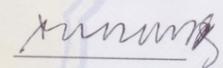
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Hari, Kamis, 13 Agustus 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Pembimbing I : Dr. Eng M. Islamy Rusyda, ST., MT
2. Pembimbing II : Titik Wahyuningsih, ST., MT.
3. Penguji III : Ir Agus Partono, MT.

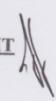
Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,




Dr. Enes M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Skripsi dengan judul :

"OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR EMBUNG AI MUAL DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT"

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data penelitian, maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website: <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail: upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

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

Nama : MUH. JAMALUDDIN SADR
NIM : 416110118
Tempat/Tgl Lahir : PANGGONGAN, D. MARET, 1997
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK SIPIL
No. Hp/Email : 085-339-063-339 Jamaludin.sabri.1997@gmail.com
Judul Penelitian : -

OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR EMBUNG AL MUAL DAN
KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI KABUPATEN SUMBAWA
BARAT

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 10%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi 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.

Dibuat di : Mataram
Pada tanggal : 16 Agustus, 2021

Penulis



MUH. JAMALUDDIN SADR
NIM. 416110118

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : MUH. JAMALUDDIN. SADR.
NIM : 416110118
Tempat/Tgl Lahir : PANOGONGAN, 10. MARET. 1997.
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 085.378.063.339
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

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:

OPTIMASI... KETERSEDIAAN... AIR... EMBUNG... AL... MUAL... DAN... KEBUT... UHAN...
AIR... IRI... ASI... DI... KABUPATEN... SUMBAWA... BARAT

Segala tuntutan hukum yang timbul atas 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.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 18. AGUSTUS 2021

Penulis



MUH. JAMALUDDIN SADR.
NIM. 416110118

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

MOTTO

- Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu, maka ia sedang berada di jalan Allah hingga ia pulang.

~H.R Tarmidzi

- Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkan dari dunia sementara sedangkan menyia-nyiakan waktu memiskahkanmu dari Allah swt.

~Iman Bin al Qoyium“



PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penyusun Tugas Akhir dengan judul “Optimasi Ketersediaan Air Embung Ai Mual Dan Kebutuhan Air Irigasi di Kabupaten Sumbawa Barat “ dapat terselesaikan.

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini sebagai syarat menjenjang s1, penulis tak lupa mendapatkan bimbingan, arahan dan pengetahuan, hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini sesuai yang diharapkan. Sehubungan dengan selesainya tugas akhir ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustini Ernawati. ST, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Titik Wahyuningsih, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh Staf dan Pegawai Sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik.

Mataram, Agustus 2021
Penulis,

Muh jamaluddin sadri
Nim : 416110118

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya terutama kepada :

1. Allah Subhanahuwa Ta'ala dengan segala Rahmat dan Karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama.
3. Titik Wahyuningsih, ST, MT. selaku Wakil Dkan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.
4. Agustini Ernawati.ST,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Kepada kedua orang tua tercinta Bapak Dan ibu tercinta, yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang, serta do'a yang tidak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.

Rekan-Rekan mahasiswa keluarga besar rekayasa sipil khusus kelas D angkatan 2016 dan untuk semua angkatan terimakasih kawan-kawan dan sahabat atas motivasi, bantuan dan dukungannya dengan semangat juang yang tak terputus selama masa perkuliahan. Serta masih banyak lagi yang tak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Kebutuhan air merupakan daya faktor determinan yang menentukan kinerja sektor pertanian, karena tidak ada satu pun tanaman pertanian dan ternak yang tidak memerlukan air. Secara kuantitas, permasalahan air bagi pertanian terutama di lahan kering adalah persoalan ketidaksesuaian air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu (*temporal*) dan tempat (*spatial*). Salah satu potensi embung yang ada di Kecamatan Jereweh adalah Embung Ai Mual. Embung ini berada di Desa Belo, Kecamatan Jereweh. Embung ini berada pada aliran sungai Brang Badaning (Ordo 2) (DAS Jereweh). Luas Cathment Area 17,11 km² dengan panjang sungai 7,15 km.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi pemanfaatan sumber air Embung Ai Mual sehingga dihasilkan suatu simulasi optimal dalam hal pemenuhan luas areal irigasi yang ada maupun peningkatan terhadap intensitas tanam. Dalam analisis keseimbangan air pada embung Ai Mual dilakukan perhitungan, analisis hujan rerata daerah, uji konsistensi data, analisis hujan efektif, analisis evapotranspirasi, analisis ketersediaan air, analisis kebutuhan air irigasi, analisis kapasitas tampungan, dan analisis keseimbangan air (Metode NRECA).

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%.

Kata Kunci : *Ketersediaan Air, Kebutuhan Air Irigasi, Optimasi.*

ABSTRACT

Water demand is a determining factor that determines the performance of the agricultural sector because there is not a single agricultural crop and livestock that does not require water. The water mismatch between demand and supply according to time (temporal) and place is the water dilemma for agriculture, especially in arid terrain (spatial). The Ai Mual Reservoir is one of the prospective reservoirs in Jereweh District. Belo Village, Jereweh District, is home to this reservoir. The Brang Badaning River (Ordo 2) is where this dam is located (Jereweh Watershed). The Cathment Area covers 17.11 square kilometers and has a river length of 7.15 kilometers. This study aims to optimize the use of water sources in the Ai Mual Reservoir so that an optimal simulation is produced to fulfill the existing irrigation area and increase cropping intensity. Analysis of effective rain, evapotranspiration, water availability analysis, irrigation water needs, storage capacity analysis, and water balance analysis (NRECA Method).

The average annual rainfall is 7.530 millimeters, according to the results of the water demand analysis. With the dependability of 80 percent (Q80) of 0.031 m³/sec and a reliability of 50 percent (Q50) of 0.040 m³/sec, water availability computed using the Nreca technique yielded an average inflow of 3,201 m³/sec. The water demand for the intake (DR) is 3.27 lt/sec/ha, whereas clean water in the fields (NFR) is 2.12 lt/sec/ha. According to the reservoir optimization simulation, the irrigation area is 100.00 Ha, the kind of secondary crop is maize, the planting intensity is 200 percent, and the statistical dependability is 83 percent. Details of cropping patterns based on cropping intensity are as follows:

- MT-1 Rice, irrigated area of 100.00 Ha with 100% planting intensity.
- MT-2 Paddy, irrigated area of 100.00 Ha with a planting intensity of 10%.
- MT-2 Palawija, irrigated area of 100.00 Ha with a planting intensity of 90%.
- MT-3 Bero, irrigated area of 100.00 Ha with 0% planting intensity.

Keywords: Water Availability, Irrigation Water Needs, Optimization.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Batasan masalah	3
1.4. Tujuan penelitian	3
1.5. Mamfaat penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori	4
2.2.1. Pengertian embung.....	4
2.2.2. Analisa hidrologi	6
2.2.3. Analisa ketersediaan air.....	12
2.2.4. Kebutuhan ari irigasi	17
2.2.5. Analisis keseimbangan air.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian	32
3.2. Variabel penelitian	33
3.3. Langkah – langkah penelitian	33
3.4. Tahap analisis data	34
3.5. Prosedur penelitian	36
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Ketersediaan Data	38
4.1.1. Data Sistem Sungai	38

4.1.2. Data daerah tangkapan air	39
4.1.3. Data pola tanam existing.....	40
4.1.4. Data hujan.....	40
4.1.5. Data iklim	41
4.1.6. Data debit.....	41
4.1.7. Data topografi	44
4.2. Analisa data	46
4.2.1. Hujan rerata daerah.....	46
4.2.2. Uji konsistensi data.....	48
4.2.3. Curah hujan efektif.....	51
4.2.4. Analisa evapotranspirasi	54
4.2.5. Analisa ketersediaan air.....	58
4.2.6. Analisa kebutuhan air.....	65
4.2.7. Kapasitas tampungan embung.....	69
4.2.8. Analisa keseimbangan air.....	71
4.3. Pembahasan	80
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1.	Nilai Kritis Yang Diiijinkan Untuk Metode RAPS	8
Tabel	2.2.	Koefisien Reduksi Penguapan Peluh	15
Tabel	2.3	Nilai Ra berdasarkan letak lintang dalam mm/hari.....	20
Tabel	2.4	Koefisien Tanaman	21
Tabel	2.5	Nilai Efisiensi Irigasi.....	23
Tabel	4.1.	Data Hujan Setengan Bulanan Stasiun Ai Mual (2011 – 2020)	42
Tabel	4.2.	Data Klimatologi Stasiun Sultan Muhammad Kaharudin (2016 -2019).....	43
Tabel	4.3.	Data Tampungan Embung Ai Mual	45
Tabel	4.4.	Uji Konsistensi Data Hujan Maksimum Harian Stasiun Jereweh.....	49
Tabel	4.5.	Uji Konsistensi Data Hujan Tahunan Stasiun Jereweh.....	50
Tabel	4.6.	Rangking Curah Hujan Dari Besar Ke Kecil (Metode Basic Month).....	51
Tabel	4.7.	Curah Hujan Efektif untuk Padi dan Palawija	52
Tabel	4.8.	Perhitungan Evapotranspitasi untuk Daerah Irigasi Embung Ai Mual.....	56
Tabel	4.9.	Perhitungan Evapotranspitasi untuk Catchment Area Embung Ai Mual.....	57
Tabel	4.10.	Perhitungan Ketersediaan Air Embung Ai Mual Metode Nreca Tahun 2011	61
Tabel	4.11.	Rekapitulasi Perhitungan Ketersediaan Air Embung Ai Mual Metode Nreca.....	62
Tabel	4.12.	Rekapitulasi Perhitungan Ketersediaan Air Andalan Embung Ai Mual (<i>Metode Basic Month</i>).....	63
Tabel	4.13.	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Embung Ai Mual	67
Tabel	4.14.	Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Embung Ai Mual Pola tanam : Padi – Padi–Palawija – Bero	68
Tabel	4.15.	Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Embung Ai Mual Pola tanam : Padi – Palawija – Bero	69
Tabel	4.16.	Perhitungan Volume Tampungan Embung Ai Mual	70
Tabel	4.17.	Perhitungan Simulasi Operasi Embung Ai Mual.....	74
Tabel	4.18.	Perhitungan Simulasi Operasi Embung Ai Mual.....	76
Tabel	4.19.	Rekapitulasi Hasil Simulasi Operasi Embung Ai Mual Pola tanam : padi – padi – palawija – bero	79
Tabel	4.20.	Rekapitulasi Hasil Simulasi Operasi Embung Ai Mual Pola tanam : padi – palawija – bero	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1.	Embung urugan homogen	5
Gambar	2.2.	Embung urugan Tipe Zonal	6
Gambar	2.3.	Embung urugan sekat	6
Gambar	2.4.	Metode Polygon Thiessen	10
Gambar	2.5.	Skematisasi Model NRECA.....	14
Gambar	3.1	Peta Lokasi Daerah Penelitian	32
Gambar	4.1.	Peta Skema Sungai jereweh	38
Gambar	4.2.	Peta DTA dan Areal Irigasi Potensial Embung Ai Mual	39
Gambar	4.3.	Areal Irigasi Potensial Embung Ai Mual	40
Gambar	4.4.	Peta Sebaran Pos Hidroklimatologi di Wilayah Studi	41
Gambar	4.5.	Peta Topografi Embung Ai Mual	44
Gambar	4.6.	Lengkung Kapasitas Embung Ai Mual	45
Gambar	4.7.	Sebaran Stasiun Hujan	46
Gambar	4.7.	Garis Plygon Thesien	47
Gambar	4.9.	Peta Poligon Thiessen Lokasi Embung Ai Mual	47
Gambar	4.10	Grafik Hujan Rerata dan Hujan Andalan Basic Month	53
Gambar	4.11	Grafik Debit Andalan Metode Basic Month	64
Gambar	4.12.	Kurva Kapasitas Tampungan Embung Ai Mual.....	70
Gambar	4.13.	Grafik Hasil Simulasi Embung Ai Mual Pola Tanam : padi – padi – palawija – bero Awal Tanam Nov. 1.....	75
Gambar	4.14.	Grafik Hasil Simulasi Embung Ai Mual Pola Tanam : padi – palawija – bero Awal Tanam Nov. 1.....	77

DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran sungai (km^2)
AET	= Nilai evapotranspirasi aktual
AWLR	= Alat duga muka air otomatis
c	= Faktor konversi kecepatan angin dan kelembaban
DR	= Kebutuhan air irigasi pada pintu pengambilan ($1\text{t}/\text{dt}.\text{ha}$)
DRO	= Aliran permukaan (mm/bulan)
E	= Elevasi medan dari muka air laut
ea	= Tekanan uap jenuh (mbar)
ed	= Tekanan uap nyata (mbar)
Eff	= Efisiensi irigasi
Eo	= Evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hari)
Ep	= Evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
ER	= Excess rainfall (mm/bulan)
Et	= Evapotranspirasi terbatas (mm/bulan)
ETc	= Kebutuhan air tanaman (mm/hari)
ETo	= Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)
f(u)	= Fungsi kecepatan angin
I	= Infiltrasi (mm/bulan)
IR	= Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)
Kc	= Koefisien tanaman
m	= Nomor urut angka pengamatan dalam susunan (dari besar ke kecil)

n	= Banyaknya pengamatan (jumlah tahun hujan)
NFR	= Kebutuhan air di sawah (mm/hari)
n/N	= Lama penyinaran matahari terukur (%),
n/N_c	= Penyinaran matahari terkoreksi (%),
P	= Perkolasi (mm/hari)
PET	= Nilai evapotranspirasi potensial
P_t	= Jumlah penduduk yang akan dilayani (orang)
Q	= debit (m^3/dt)
\bar{R}	= Curah hujan rerata daerah (mm)
R_a	= Radiasi teraksial ekstra (mm/hari) yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah.
R_{eff}	= Hujan efektif (mm/hari)
R_h	= Kelembaban udara (%)
R_{n1}	= Radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)
R_{ns}	= Radiasi bersih gelombang pendek (mm/hari)
R_s	= Radiasi gelombang pendek (mm/hari)
SK^*, SK^{**}	= Nilai statistik
T	= Temperatur rata-rata ($^{\circ}C$)
T_c	= Temperatur terkoreksi (C)
U_2	= Kecepatan angin dilokasi pengukuran (km/jam)
U_{2c}	= Kecepatan angin dilokasi perencanaan (km/hari)
V_i	= Volume air tanah bulan ke-I (mm/bulan)
V_{i-i}	= Volume air tanah bulan ke-(I - 1) (mm/bulan)

W	= Faktor temperatur dan ketinggian
W_i	= Nilai tampungan kelengasan tanah
W_o	= Nilai tampungan kelengasan awal
$WB(t)$	= Jumlah debit air yang dipergunakan untuk air baku pada waktu t
WS	= Kelebihan air (mm/bulan)
X_j	= Peubah putusan
X_n	= Variabel putusan
\bar{Y}	= Rerata curah hujan (mm)
Y_i	= Data curah hujan (mm)
Z	= Fungsi tujuan
ΔV	= Perubahan volume air tanah (mm/bulan)
α	= Albedo
/	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air merupakan daya faktor determinan yang menentukan kinerja sektor pertanian, karena tidak ada satu pun tanaman pertanian dan ternak yang tidak memerlukan air. Meskipun peranannya sangat strategis, namun pengelolaan air masih jauh dari yang diharapkan, sehingga air yang semestinya sahabat petani berubah menjadi bencana bagi petani. Pemanfaatan sumber daya air selama ini oleh penduduk setempat adalah sebagian memanfaatkan dengan menaikkan permukaan air untuk dialirkan ke areal persawahan dengan membuat cekdam-cekdam sederhana dari bahan bambu dan karung, namun kondisi saat ini tidak dapat bertahan lama karena setiap musim penghujan ketika terjadi banjir bangunan-bangunan sederhana tersebut hanyut terbawa banjir.

Secara kuantitas, permasalahan air bagi pertanian terutama di lahan kering adalah persoalan ketidaksesuaian air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu (*temporal*) dan tempat (*spatial*). Persoalan ini menjadi semakin kompleks, rumit dan sulit diprediksi karena pasokan air terganggu dari sebaran curah hujan di sepanjang tahun yang sebenarnya tidak merata walau di musim penghujan sekalipun.

Kondisi sosial ekonomi masyarakat di Desa Belo, Kecamatan Jereweh, Kabupaten Sumbawa Besar sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani dan peternak dengan kondisi SDM (Sumber Daya Manusia) yang masih kurang dan keadaan ekonomi yang belum memadai. Potensi pertanian yang dimiliki Desa Belo adalah padi, peternakan, dan palawija (kedelai/jagung). Dalam mengolah lahannya petani sangat bergantung terhadap air pada musim hujan. Selain untuk pertanian, kebutuhan untuk air bersih dan ternak juga hanya memanfaatkan air hujan.

Kecamatan Jereweh adalah salah satu kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi NTB. Potensi lahan pertanian berupa lahan tadah hujan di daerah ini cukup luas namun belum bisa dimanfaatkan secara optimal. Dalam mengolah lahannya masyarakat mengandalkan air hujan untuk

memenuhi kebutuhan air irigasi. Potensi debit air dari sungai cukup melimpah pada musim hujan namun belum bisa dimaksimalkan pemanfaatannya. Untuk itu diperlukan pengelolaan air dengan konsep zero limpasan dengan menampung air pada saat musim hujan semaksimal mungkin dan memanfaatkannya pada musim kemarau.

Salah satu potensi embung yang ada di Kecamatan Jereweh adalah Embung Ai Mual. Embung ini berada di Desa Belo, Kecamatan Jereweh. Embung ini berada pada aliran sungai Brang Badaning (Ordo 2) (DAS Jereweh). Luas Cathment Area 17,11 km² dengan panjang sungai 7,15 km.

Kondisi topografi pada areal rencana embung ini membentuk suatu tampungan yang efektif untuk menampung air pada musim hujan lalu dimanfaatkan pada musim kemarau untuk mengairi lahan pertanian. Areal irigasi potensial pada lokasi Embung Ai Mual ± 100 ha berupa sawah tadah hujan dengan pola tanam eksisting adalah MT I : palawija, MT II : bero, MT III : bero dengan intensitas tanam 100%. Keberadaan embung ini diharapkan dapat meningkatkan produktifitas pertanian di wilayah Kecamatan Jereweh (DPUPRPP KSB, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi tingkat ketersediaan sumber daya air pada Embung Ai Mual untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Optimasi dilakukan dengan menerapkan beberapa alternatif pola tanam dan awal tanam yang sesuai sehingga didapatkan kemampuan maksimum tampungan embung untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka peneliti melakukan penelitian tentang **“Optimasi Ketersediaan Air Embung Ai Mual Dan Kebutuhan Air Irigasi di Kabupaten Sumbawa Barat”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Berapa besar ketersediaan air Embung Ai Mual untuk memenuhi kebutuhan irigasi di Daerah Irigasi Embung Ai Mual ?

- b. Berapa besar kebutuhan air irigasi di Daerah Irigasi Embung Ai Mual ?
- c. Berapa kemampuan maksimum (optimasi) Embung Ai Mual yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan air irigasi pada daerah layanan Embung Ai Mual ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dianalisa dalam studi ini meliputi :

- a. Studi kasus dilakukan pada Embung Ai Mual Kabupaten Sumbawa.
- b. Kebutuhan air yang dianalisis adalah kebutuhan air irigasi pada daerah layanan embung Ai Mual.
- c. Tidak menghitung rencana anggaran biaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mencari besarnya ketersediaan air pada embung Ai Mual.
- b. Mencari besarnya kebutuhan air irigasi pada daerah layanan Embung Ai Mual.
- c. Mengetahui hasil maksimum (optimasi) Embung Ai Mual yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan air irigasi pada daerah layanan Embung Ai Mual.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk melakukan perhitungan kembali agar mengetahui ketersediaan air dan kebutuhan air pada embung Ai Mual, sehingga nantinya dapat dijadikan acuan dalam keakuratan perhitungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tisnawati (2010), melakukan analisa optimasi pemanfaatan sumber daya air Embung Batu Tulis di Kecamatan Jonggat Kabupaten Lombok Tengah. Dari hasil diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil optimasi Embung Batu Tulis dengan debit keandalan 80% yang memberikan intensitas tanam paling maksimum adalah sistem pola tanam padi – kedelai 50 % + kacang tanah 50 % – kedelai dengan awal tanam Oktober I. Hasil intensitas tanam maksimum yang didapat dari perhitungan optimasi sebesar 218,84%, dengan rincian luas tanam I sebesar 65,94 ha dengan intensitas tanamnya 18,84%, luas tanam II sebesar 350 ha dengan intensitas tanamnya 100% dan luas tanam III sebesar 350 ha dengan intensitas tanamnya 100%.

Sudirja (2008), dalam analisisnya tentang Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Air Untuk Irigasi, Peternakan Dan Air Baku Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Reak menyebutkan bahwa besar suplai air yang mampu diberikan oleh daerah aliran sungai (DAS) Reak untuk irigasi, peternakan dan air baku dalam satu tahun masing - masing sebesar 36.547.272,62 m³, 120.941,00 m³ dan 429.962,55 m³.

Zainul A. (2019), melakukan analisis Optimasi Tingkat keandalan embung Bengkemah di Desa Belo Kecamatan Jereweh Kabupaten Sumbawa diperoleh kesimpulan bahwa ketersediaan air menggunakan metode Nreca diperoleh inflow sebesar 7,75 juta m³, debit Q80 sebesar 0.089 m³/dt sedangkan Q50 sebesar 0.534 m³/dt. Luas sawah maksimum yang bisa diairi sebesar ha dengan pola tanam padi (100% = 500 ha) – palawija (100%=500 ha) – palawija (10%=50 ha).

2.2. Landasan Teori

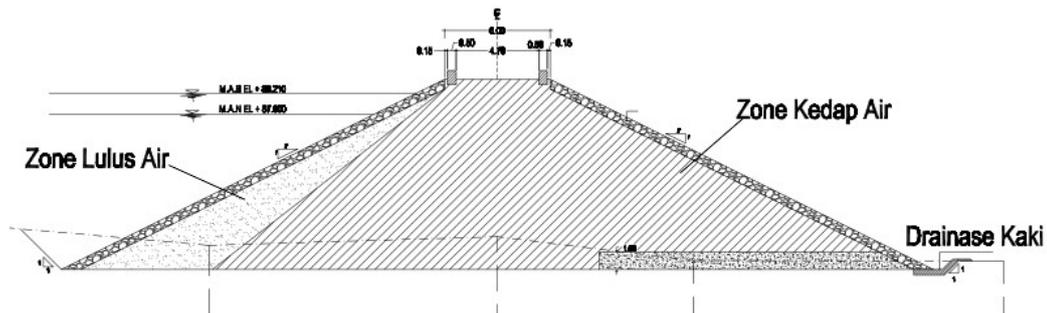
2.2.1 Pengertian Embung

Embung adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menampung air pada periode-periode hujan untuk dipergunakan pada waktu kering. Airnya dapat di pergunakan untuk penyediaan air minum, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), dan umumnya untuk keperluan irigasi dan keperluan lainnya. Embung merupakan suatu bangunan yang dibuat dengan cara menimbun bahan-bahan seperti: batu, kerikil, pasir, tanah random, dengan komposisi tertentu dengan fungsi sebagai pengempang atau pengangkat permukaan air. (Sosrodarsono, 1977).

Sehubungan dengan fungsinya sebagai pengempang air atau menaikkan permukaan air dalam suatu waduk, secara garis besarnya tubuh Embung merupakan penahan rembesan kearah hilir serta menyangga tandon air tersebut. Ditinjau dari penempatan serta susunan bahan yang membentuk tubuh Embung untuk dapat memenuhi fungsinya dengan baik, maka Embung urugan dapat digolongkan dalam 3 (tiga) type utama yaitu sebagai berikut (Sosrodarsono, 1977). :

1. Embung Urugan Homogen
2. Embung Urugan Type Zonal
3. Embung Urugan Bersekat

1. Embung Urugan Homogen



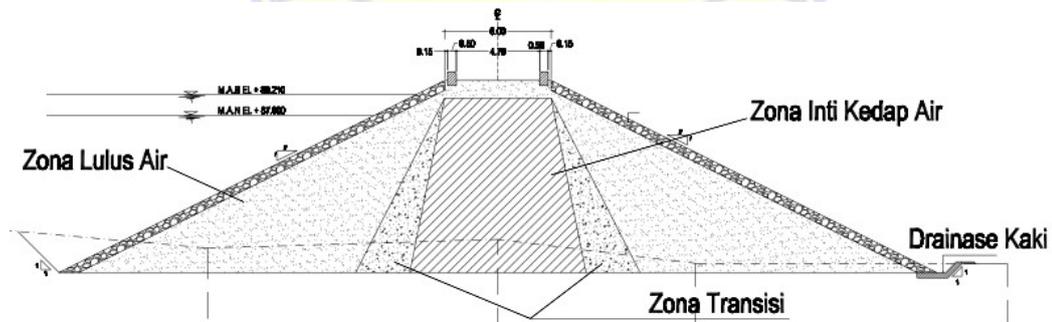
Sumber: Gambar Perencanaan

Gambar 2.1. Embung urugan homogen

Suatu Embung dikatakan homogen, apabila bahan yang membentuk tubuh Embung tersebut terdiri dari tanah yang hampir sejenis dan gradasinya (susunanukuran butiran) hampir seragam. Tubuh Embung secara keseluruhan berfungsi ganda, yaitu sebagai bangunan penyangga dan sekaligus sebagai penahan rembesan air.

2. Embung Urugan Tipe Zonal

Embung urugan digolongkan dalam tipe zonal, apabila timbunan yang membentuk tubuh Embung terdiri dari batuan dengan gradasi yang berbeda beda dalam urutan-urutan pelapisan tertentu. Apabila Embung 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).

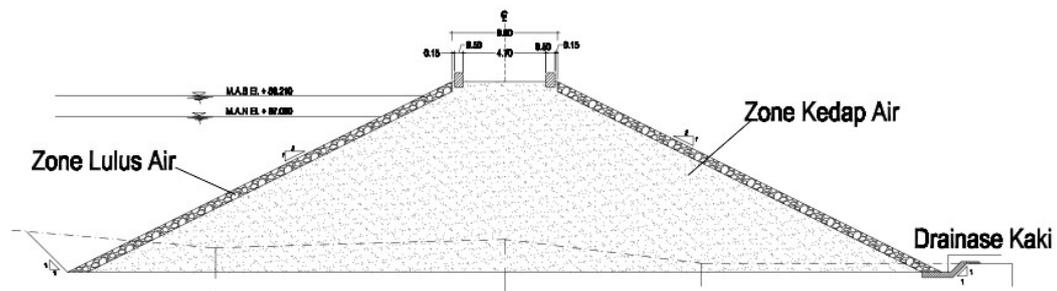


Sumber: Gambar Perencanaan

Gambar 2.2. Embung urugan Tipe Zonal

3. Embung Urugan Bersekat (Embung Sekat)

Embung urugan digolongkan dalam tipe sekat (facing) apabila dilereng tubuh Embung dilapisi dengan sekat tidak lulus air (dengan kededapan yang tinggi) seperti lembaran baja tahan karat, beton aspal, lembaran beton bertulang, hamparan plastik, susunan beton balok dan lain-lain.



Sumber: Gambar Perencanaan

Gambar 2.3. Embung urugan sekat

2.2.2 Analisis Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan suatu bagian analisa awal dalam perencanaan bangunan hidro. Hal ini mempunyai pengertian bahwa informasi dan besaran yang diperoleh dalam analisa hidrologi merupakan masukan penting dalam analisa selanjutnya. Hidrologi adalah 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. Tahapan awal analisa hidrologi sebagai berikut (Soemarto, 1987):

1. Penyiapan Data

Data yang dimaksudkan harus merupakan data yang dapat dikumpulkan secara teratur dan teramati, sehingga dapat memberikan data yang benar-benar mengandung informasi yang tepat. Pengumpulan informasi yang tepat. Pengumpulan data ini hendaknya dilakukan dengan instansi tertentu.

2. Uji Konsistensi Data

Selain kekurangan data, data hujan yang didapatkan dari stasiun masih sering terdapat kesalahan yang berupa ketidakakuratan data (*inconsistency*). Data hujan yang inconsistent dapat terjadi karena beberapa hal antara lain (Sri Harto, 1993) :

- Alat diganti dengan alat berspesifikasi lain,
- Perubahan lingkungan yang mendadak,
- Lokasi dipindahkan.

Untuk memperoleh hasil analisis yang baik data hujan harus dilakukan pengujian konsistensi terlebih dahulu untuk mendeteksi penyimpangan ini. Uji

konsistensi juga meliputi homogenitas data karena data konsistensi berarti data homogen. Uji konsistensi data dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), digunakan untuk menguji ketidaktepatan antar data dalam stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (*mean*). Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Sri Harto, 1993) :

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \dots\dots\dots(2.1)$$

$k = 0, 1, 2, \dots, n$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan :

n = jumlah data hujan/Banyak tahun

Y_i = data curah hujan, (mm)

\bar{Y} = rerata curah hujan, (mm)

S_k^*, S_k^{**}, D_y = nilai statistik.

Nilai statistik Q

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}| \dots\dots\dots(2.4)$$

Nilai Statistik R (*Range*)

$$R = \max_{0 \leq k \leq n} S_k^{**} - \min_{0 \leq k \leq n} S_k^{**} \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

Q = nilai statistik, Debit (m^3/dt)

n = jumlah data hujan.

Dengan melihat nilai statistik di atas maka dapat dicari nilai Q_y/\sqrt{n} dan

R_y/\sqrt{n} . Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai Q_y/\sqrt{n} syarat

dan R_y/\sqrt{n} syarat.

Tabel 2.1. Nilai kritis yang diijinkan untuk metode RAPS

N	Q_y/\sqrt{n}			R_y/\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 : Sri Harto, 1993

3. Curah Hujan Rerata Daerah

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

- a. Daerah dengan luas 250 Ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah 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 di pengaruhi oleh faktor topografi, dapat digunakan cara rata-rata aljabar. Jika titik pengamatan itu tidak tersebar merata, maka akan digunakan cara polygon thiessen.
- d. Untuk daerah yang lebih besar dari 500.000 Ha, maka dapat digunakan cara isohiet atau cara potongan antara (*inter –section method*).

Curah hujan daerah harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan, cara-cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik antara lain sebagai berikut :

a. Cara rata-rata aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata aljabar curah hujan di dalam dan sekitar daerah yang bersangkutan, dapat dipakai persamaan berikut (Sosrodarsono, 1987):

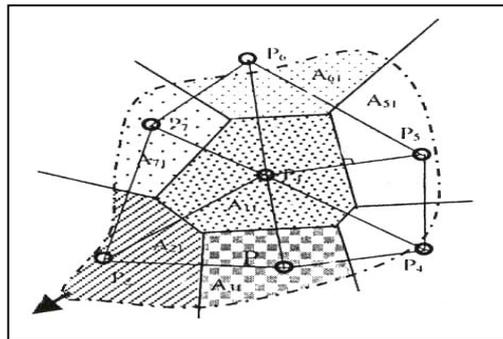
$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan :

- \bar{R} = curah hujan rata-rata (mm),
- n = jumlah stasiun hujan,
- R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di stasiun N (mm).

b. Cara Polygon Thiessen

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tersebar tidak merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan . Curah hujan di daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sosrodarsono, 1987) :



Sumber: Sopyan, S. 2020

Gambar 2.4 Metode Polygon Thiessen

$$d = \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + \dots + A_n \cdot d_n}{A} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A} \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan :

- A = luas areal total (km²),
- d = curah hujan rata-rata areal (mm),
- $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = curah hujan di pos 1, 2, 3, ..., n (mm),
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n (km²).

c. Cara Garis Isohyet

Cara ini dilakukan dengan menggambar contour dengan tinggi curah hujan yang sama (*isohyet*). Kemudian luas bagaian diantara isohyet – isohyet yang berdekatan diukur, dan harga rata-ratanya dihitung sebagai harga rata-rata timbang dari nilai kontur, dengan persamaan berikut ini (Sosrodarsono, 1987) :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :

- \bar{R} = curah hujan rata-rata DAS,
- A = luas total areal (m²)
- A_1, A_2, \dots, A_n = luas bagian daerah yang diwakili oleh kontur hujan N,
- R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan pada kontur N (mm).

4. Curah Hujan Efektif dan Debit Andalan

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat dipergunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.9)$$

dengan :

- P = Peluang curah hujan yang terjadi (%) ,
- m = Nomor urut (ranking),

n = Banyaknya pengamatan.

Untuk perhitungan curah hujan dengan probabilitas (P) 80% dan 50% adalah sebagai berikut :

a. Untuk tanaman padi:

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

b. Untuk tanaman palawija:

$$R_{50} = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

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

a. Untuk tanaman padi

$$Re = 0.7 * \frac{R_{80}}{15} \dots\dots\dots(2.12)$$

b. Untuk tanaman palawija

$$Re = 0.7 * \frac{R_{50}}{15} \dots\dots\dots(2.13)$$

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

Debit andalan (dependable flow) adalah besarnya debit aliran rendah (bukan hanya saat banjir) yang diyakini akan terjadi dengan peluang keberhasilan tertentu. Ditentukan untuk keperluan operasional bangunan keairan.

2.2.3 Analisis Ketersediaan Air

Untuk dapat melakukan studi keseimbangan air (*water balance*), maka perlu terlebih dahulu diketahui besarnya potensi ketersediaan air. Data inflow dari pengukuran debit sungai nantinya digunakan untuk proses simulasi waduk. Karena data debit yang terbatas, maka perlu adanya konversi dari data curah hujan yang ada menjadi data debit dengan menggunakan metode yang umum dipakai NRECA (USA).

Banyak model hidrologi untuk mensimulasikan hujan limpasan yang tujuannya adalah untuk pengisian atau memperpanjang data debit antara lain model Tank, model Mock, model SSARR dan model NRECA (USA). Dalam studi ini model hujan limpasan yang dipakai adalah model NRECA (USA) yang dikembangkan oleh *Crowfort*, dimana dalam model ini telah banyak diterapkan oleh Puslitbang Pengairan pada berbagai daerah pengaliran di Indonesia, selain parameter model relatif sedikit dan mudah dalam pelaksanaannya serta memberikan hasil yang cukup handal.

Secara umum persamaan dasar dari model ini dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = P - E + S$$

Dimana :

Q = limpasan (mm)

P = hujan rata-rata DAS (mm)

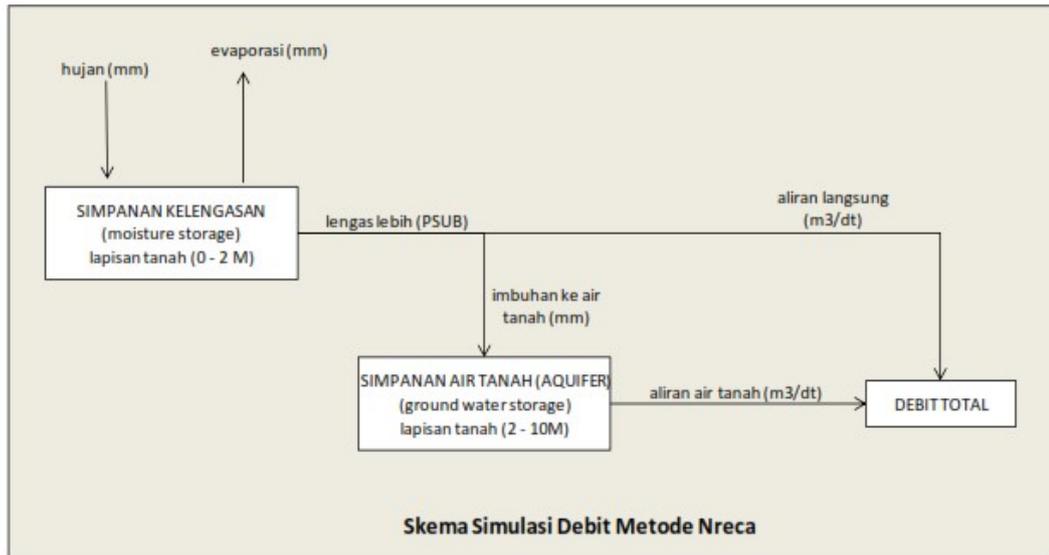
E = Evapotranspirasi actual (mm)

S = perubahan kandungan (simpanan air dalam tanah) (mm)

Persamaan keseimbangan air diatas merupakan dasar dari model NRECA untuk suatu daerah aliran sungai pada setiap langkah waktu, dimana hujan, actual evapotranspirasi dan limpasan adalah volume yang masuk kedalam dan keluar pada suatu DAS untuk setiap langkah waktu tertentu. Dalam model NRECA terdapat dua tampungan yaitu tampungan kelengasan (*moisture storage*) dan tampungan air tanah (*groundwater storage*). Tampungan kelengasan ditentukan oleh hujan dan actual evapotranspirasi. Tampungan air tanah ditentukan oleh kelebihan kelengasan (*Excess moisture*).

Data masukan yang diperlukan dari model hujan-limpasan NRECA adalah sebagai berikut :

- a. Hujan rata-rata dari suatu DAS (P)
- b. Evapotranspirasi potensial dari DAS (PET) Jika data yang ada adalah evapotranspirasi standar (Eto) maka $PET = C_f \times Eto$ dimana C_f adalah factor tanaman.
- c. Kapasitas tampungan kelengasan (NOM) Diperkirakan nilai $NOM = 100 + 0,2 * \text{hujan rata-rata tahunan (mm)}$, dimana nilai $C = 0,2$ untuk DPS yang hujannya terjadi terus menerus sepanjang tahun, dan $c < 0,2$ untuk DAS yang mempunyai tipe hujan musiman.
- d. Persentase limpasan yang keluar dari DAS di sub surface/infiltrasi (PSUB) Nilai PSUB berkisar antara 0,1 – 0,5
- e. Persentase limpasan tampungan air tanah menuju ke sungai (GWF) Groud Water Flow, Aliran dalam tanah Nilai PSUB berkisar antar 0,5 – 0,9
- f. Nilai awal dari tampungan kelengasan tanah (SMSTOR) Soil Mousture Survace. Kadar kelengasan tanah.
- g. Nilai awal dari tampungan air tanah (GWSTOR) Tampungan air dalam tanah.



Sumber: Sopyan, S. 2020

Gambar 2.5. Skematisasi Model NRECA

Perhitungan limpasan model NRECA dibagi menjadi dua bagian yaitu perhitungan limpasan langsung (*direct run-off*) dan air tanah yang menuju ke sungai (*groundwater*). Urutan langkah perhitungan untuk limpasan setengah bulanan adalah sebagai berikut :

- a) Nama bulan Januari sampai Desember
- b) Analisis nilai hujan rata-rata bulanan (P)
- c) Analisis nilai penguapan peluh potensial (PET)
- d) Analisis nilai tampungan kelengasan awal (W_0). Nilai ini harus dicoba-coba dan diambil nilai pertama 500 mm/bulan pada bulan januari I. Bulan selanjutnya = bulan sebelumnya + Δs bulan sebelumnya.
- e) Analisis nilai tampungan kelengasan tanah (*soil moisture storage - W_i*) dihitung dengan rumus :

$$W_i = \frac{W_0}{\text{Nominal}} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{Nominal} = 100 + 0,2 Ra \dots\dots\dots(2.15)$$

dengan :

- Ra = Hujan tahunan (mm),
- W_0 = Tampungan kelengasan awal,
- W_i = Tampungan Kelengasan tanah.

- f) Analisis rasio hujan rata-rata dengan dengan evapotranspirasi potensial.

$$\text{Rasio} = \frac{P}{\text{PET}} \dots\dots\dots(2.16)$$

- g) k1.

Jika $P/PET < 1$ dan $W_i < 2$ maka $P/PET \times (1 - 0.5 W_i) + 0.5 \times W_i$, jika tidak diberiharga 1.....(2.17)
 Analisis rasio evapotranspirasi aktual.

$$AET = \left(\frac{AET}{PET} \right) \times PET \times koef. reduksi \dots\dots\dots(2.18)$$

Koefisien reduksi diperoleh dari fungsi kemiringan lahan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Koef. Reduksi Penguapan Peluh

Kemiringan (m/Km)	Koef. Reduksi
0 - 50	0,9
51 - 100	0,8
101 - 200	0,6
> 200	0,4

Sumber : KP-01,1986

h) Analisis neraca air

$$N_a = P - AET \dots\dots\dots(2.19)$$

i) Analisa rasio kelebihan kelengasan (*excess moisture*) yang dapat diperoleh sebagai berikut :

✓ Bila neraca air < 0 (negatif), *excess moisture ratio* (kolom 10) = 0

Bila neraca air (kolom 9) > 0 (positif), maka *excess moisture ratio* (kolom 10) = $(0.2116 \times W_i^5) - (1.1144 \times W_i^4) - (1.6673 - W_i^3) - (0.4471 \times W_i^2) - (0.1745 \times W_i^1) + 0.0005 \dots\dots\dots(2.20)$

Analisis kelebihan kelengasan
 = rasio kelebihan kelengasan x neraca air.....(2.21)
 = kolom (10) x kolom (9)

j) Analisis perubahan tampungan

$$= \text{neraca air} - \text{kelebihan kelengasan} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$= \text{kolom (9)} - \text{kolom (11)}$$

k) Analisis tampungan air tanah

$$= P1 \times \text{kelebihan kelengasan} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$= P1 \times \text{kolom (11)}$$

P1 = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 0 -2m), nilainya 0,1 - 0,5 tergantung pada sifat lulus air lahan.

$$P1 = 0,1 \text{ bila bersifat kedap air}$$

$$P1 = 0,5 \text{ bila bersifat lulus air}$$

l) Analisis tampungan air tanah awal yang harus dicoba-coba nilai awal = 2.

m) Analisis tampungan air tanah akhir

$$= \text{tampungan air tanah} + \text{tampungan air tanah awal} \dots\dots\dots(2.24)$$

- =kolom (13) + kolom (14)
- n) Analisis aliran air tanah
- = P2 x tampungan air tanah akhir(2.25)
- = P2 x kolom (15)
- P2 = parameter seperti P1 tetapi untuk lapisan tanah dengan (kedalaman 2 -10 m)
- P2 = 0,9 bila bersifat kedap air
- P2 = 0,5 bila bersifat lulus air
- o) Analisis limpasan langsung (*direct run-off*)
- = kelebihan kelengasan - tampungan air tanah(2.26)
- = kolom (11) - kolom (13)
- p) Analisis aliran total
- = larian langsung + aliran air tanah.....(2.27)
- = kolom (17) + kolom (16), dalam (mm/15 harian)
- q) Analisis aliran total dalam m³/dt
- = ((kolom (18) dalam mm x 10⁽⁻³⁾)*(luas areal * 10⁶)) / (15*24*3600)(2.28)
- Untuk perhitungan bulan berikutnya diperlukan nilai tampungan kelengasan (kolom 4) untuk bulan berikutnya dan tampungan air tanah (kolom 14) bulan berikutnya yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:
- (i) Tampungan kelengasan = tampungan kelengasan bulan sebelumnya + perubahan tampungan = kolom (4) + kolom (12), semuanya dari bulan sebelumnya.
- (ii) Tampungan air tanah = tampungan air tanah bulan sebelumnya - aliran air tanah = kolom (15) - kolom (16), semuanya dari bulan sebelumnya

Sebagai patokan di akhir perhitungan, nilai tampungan kelengasan awal (januari) harus mendekati tampungan kelengasan bulan Desember. Jika perbedaan antara keduanya cukup jauh (> 200 mm) perhitungan perlu di ulang mulai bulan Januari lagi dengan mengambil nilai tampungan kelengasan awal (Januari) = tampungan kelengasan bulan Desember.

2.2.4 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dapat diketahui dengan menghitung kebutuhan air tanaman. Besarnya kebutuhan air untuk tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Evapotranspirasi

Peristiwa perubahan air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi (*penguapan*). Peristiwa penguapan tanaman disebut transpirasi. Apabila keduanya terjadi bersama-sama disebut evapotranspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah suhu, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara dan sinar matahari yang saling

berhubungan satu dengan yang lainnya. Evapotranspirasi adalah faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dan merupakan proses penting dalam siklus hidrologi.

Perhitungan evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode persamaan (modifikasi FAO) dengan data klimatologi terdekat sebagai stasiun referensi. Persamaan modifikasi FAO (*Food and Agriculture Organization*) adalah sebagai berikut (Sri Harto, 1993):

$$ET_o = c \cdot (W \cdot R_n + (1-W)) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d) \dots\dots\dots(2.29)$$

dengan:

- ET_o = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari),
- W = faktor temperatur dan ketinggian,
- R_n = radiasi bersih (mm/hari),
- f(u) = fungsi kecepatan angin,
- e_a = tekanan uap jenuh (mbar),
- e_d = tekanan uap nyata (mbar),
- c = factor kompensasi temperatur angin dan kelembaban.

harga-harga:

$$W = \frac{d}{d+y} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dengan rumus-rumus pendukung lainnya :

$$d = 2(0,00738 \cdot T_c + 0,8072)^{T_c} - 0,0016 \dots\dots\dots(2.31)$$

$$y = 0,386 \cdot \frac{P}{L} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$P = 1013 - 0,1055 \cdot E \dots\dots\dots(2.33)$$

$$L = 595 - 0,510 \cdot T \dots\dots\dots(2.34)$$

dengan :

E = elevasi medan dari muka air laut (m),

T = temperature rata-rata (C).

Sedangkan :

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s \dots\dots\dots(2.36)$$

α = 6% (areal genangan)

α = 25% (areal irigasi)

α = 25% (catchment area)

$$R_s = (0.25 + 0.28 \frac{n}{N}) \cdot R_a \dots\dots\dots(2.37)$$

$$R_{n1} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(\frac{n}{N}) \cdot R_a \dots\dots\dots(2.38)$$

$$e_a = 7,01 \cdot 1,062^T \dots\dots\dots(2.39)$$

$$e_d = R_h \cdot e_a \dots\dots\dots(2.40)$$

$$c = 0.68 + 0.0095 \times R_h \max + 0.018125 \times R_s - 0.068 \times U_2^C + 0.013 \times 3 + 0.0097 \times 3 \times U_2^C + 0.43 \cdot 10^{-4} \times R_h \max \times R_s \times U_2^C \dots\dots(2.41)$$

dengan:

R_{n1} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari),

R_{ns} = radiasi bersih gelombang pendek (mm/hari),

R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hari),

Ra = radiasi teraksial ekstra (mm/hari) yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah

Rh = kelembaban udara (%),

n/N = lama penyinaran matahari terukur (%).

harga fungsi-fungsi:

$$f(u) = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \dots \dots \dots (2.42)$$

$$f(T) = 11,25 \cdot 1,0133^T \dots \dots \dots (2.43)$$

$$f(ed) = 0,34 - 0,044 (ed)^{0,5} \dots \dots \dots (2.44)$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,10 + 0,90 \cdot \frac{n}{N} \dots \dots \dots (2.45)$$

dengan:

U = kecepatan angin dalam km/hari.

Reduksi pengurangan temperatur karena ketinggian elevasi daerah pengaliran diambil menurut persamaan:

$$T_c = T - 0,006 \times \delta E \dots \dots \dots (2.46)$$

dengan:

T_c = temperatur terkoreksi (°C),

T = temperatur rata-rata (°C),

δE = beda tinggi elevasi stasiun dengan lokasi tinjauan (m).

Koreksi kecepatan angin karena perbedaan elevasi pengukuran diambil menurut persamaan :

$$U_{2c} = U_2 \left(\frac{L_i}{L_p}\right)^7 \dots \dots \dots (2.47)$$

dengan:

U_{2c} = kecepatan angina di lokasi perencanaan (km/hari),

U₂ = kecepatan angin di lokasi pengukuran (km/hari),

L_i = elevasi lokasi perencanaan (m),

L_p = elevasi lokasi pengukuran (m).

Koreksi terhadap lama penyinaran matahari lokasi perencanaan adalah:

$$\frac{n}{N_c} = \frac{n}{N} - 0,01 \delta E \dots \dots \dots (2.48)$$

dengan:

$\frac{n}{N_c}$ = penyinaran matahari terkoreksi (%),

$\frac{n}{N}$ = lama penyinaran matahari terukur (%),

a,b = konstanta yang tergantung letak suatu tempat di atas bumi.

untuk:

Virginia, amerika serikat a = 0,22 b = 0,54,

Canberra, Australia a = 0,25 b = 0,54,

Negri Belanda a = 0,20 b = 0,48.

Untuk daerah tropik dan subtropik dapat diambil nilai untuk a = 0,28 dan b = 0,48.

Tabel 2.3 Nilai Ra berdasarkan letak lintang dalam mm/hari

Ls	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.6	12	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2

Sumber: Soemarto, 1987

2. Penggunaan Konsumtif (*Consumptive Use*)

Penggunaan konsumtif untuk tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan menggantikan air yang hilang akibat evapotranspirasi. penggunaan konsumtif dapat dihitung dengan persamaan :

$$Etc = k \times Eto \dots\dots\dots(2.49)$$

dengan :

Etc = kebutuhan air tanaman (mm/hari),

K = Koefisien tanaman,

ETo = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari).

Besarnya koefisien tanaman setiap jenis tanaman yang berbeda-beda yang besarnya berubah setiap priode pertumbuhan. Lebih rinci hasil kofisien tanaman (k) untuk masing-masing jenis tanaman, dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini .

Tabel 2.4 Koefisien Tanaman

Bulan	<i>Nedeco/ Prosida</i>		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3,0	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4,0	0 ⁴		0	

Sumber : KP-01,2013

3. Infiltrasi Dan Perkolasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air dari permukaan tanah ke dalam tanah (daerah tidak jenuh), sedangkan perkolasi adalah masuknya air dari daerah tidak jenuh ke dalam daerah jenuh, pada proses ini air tidak dimanfaatkan oleh tanaman. Harga ketetapan untuk perkolasi yang besarnya sangat bergantung pada tekstur dan kemiringan tanah, biasanya diambil 1-3 mm/hari. Untuk tujuan perencanaan, tingkat perkolasi standar 2,0 mm/hari, dipakai untuk mengestimasi kebutuhan air pada daerah produksi padi (KP-01, 2013).

4. Penggantian Lapisan Air

Saat memproduksi padi, untuk melakukan pemupukan dan penyiangan dilakukan praktek penurunan muka air sawah, sehingga lapisan air harus diganti. Penggantian lapisan genangan air dapat dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (3,30 mm/hari) selama setengah bulan, selama sebulan dan dua bulan setelah pemindahan (*transpalantasi*). Kebutuhan ini tidak berlaku untuk tanaman palawija (*KP-01, 2013*).

5. Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk pengolahan lahan sawah (*puddling*) bisa diambil 200 mm. ini meliputi penjenuhan (*peresaturation*) dan penggenangan sawah, pada awal transplantasi akan ditambahkan lapisan air 50 mm lagi. Angka 200 mm tersebut mengandaikan bahwa tanah tersebut bertekstur berat, cocok digenangi dan bahwa lahan itu belum bera (tidak ditanami) selama lebih dari 2,5 bulan. Jika tanah itu di biarkan bera lebih lama lagi, ambilah tinggi genangan air 250 mm sebagai kebutuhan untuk penyiapan lahan. (*Anonim,1986*).

Kebutuhan air selama penyiapan lahan digunakan metode yang dikembangkan oleh *Van de Goor dan Zijlstra (1986)*. Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam liter/detik selama periode penyiapan lahan. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1} \dots\dots\dots(2.50)$$

$$M = E_o + P \dots\dots\dots(2.51)$$

$$k = \frac{MT}{S} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$E_o = 1,1 \times ETo \dots\dots\dots(2.53)$$

dengan :

- IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari),
- M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporosi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari),
- E_o = evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hari),
- P = perkolasi,
- K = koefisien tanaman,
- T = jangka waktu penyiapan lahan (hari),
- S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni 200 + 50 = 250 mm.

Secara keseluruhan, kebutuhan air yang diperlukan untuk penyiapan lahan dengan harga ketetapan sebesar 250 mm perbulan atau sebesar 8,33 mm/hari.

6. Kebutuhan Air Di Sawah

Kebutuhan air (*water requirement*) untuk tanaman dapat di hitung menurut waktu penanaman dan jenis tanaman. Pola tanam yang direncanakan adalah padi-palawija-bero. Besarnya kebutuhan air disawah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (*Anonim,1986*) :

$$NFR = (ETc - Reff) \times \frac{1}{8,64} \dots\dots\dots(2.54)$$

dengan :

- NFR = kebutuhan air disawah (mm/hari),
- ETC = kebutuhan air untuk tanaman (mm/hari),
- Reff = hujan efektif (mm/hari),
- 8,64 = faktor konversi dari mm/hari ke ltr/dt/ha.

7. Efisiensi Irigasi

Efisiensi merupakan persentase perbandingan antara jumlah air yang dapat di gunakan untuk pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan. Agar air yang sampai pada tanaman tepat jumlahnya seperti yang direncanakan, maka air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan harus lebih besar dari kebutuhan.

Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi :

- a. Kehilangan ditingkat tersier, meliputi kehilangan air di saluran sekunder,
- b. Kehilangan ditingkat sekunder, meliputi kehilangan air ditingkat sekunder,
- c. Kehilangan ditingkat primer, meliputi kehilangan air ditingkat primer.

Besarnya efisiensi irigasi dapat ditentukan pada Tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Nilai Efisiensi Irigasi

Lokasi	Efisiensi irigasi (%)
Tingkat tersier	80
Tingkat sekunder	90
Tingkat primer	90
Total	65

Sumber : KP-01, 1986

Mengacu pada Direktorat Jendral Pengairan (1986) maka efisiensi irigasi secara keseluruhan diambil 90% dan tingkat tersier 80%. Angka efisiensi irigasi keseluruhan tersebut dihitung dengan cara mengkonversi efisiensi di masing-masing tingkatan yaitu, $0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,648 \approx 65\%$.

Secara matematis kebutuhan air irigasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1. Untuk tanaman padi

$$I = \frac{ETc+E+P+W+G-Re}{Efisiensi} \dots\dots\dots(2.55)$$

- 2. Untuk tanaman palawija

$$I = \frac{ETc-Re}{Efisiensi} \dots\dots\dots(2.56)$$

dengan:

- I = kebutuhan air irigasi total terhitung di bangunan utama (mm/hari),
- ETc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari),
- W = genangan air di petak tanaman/sawah (mm/hari),
- G = penggantian genangan air/kebutuhan persemaian (mm/hari),
- P = perkolasi (mm/hari),
- Eo = evaporasi air terbuka (mm/hari),

Reff = curah hujan efektif (mm/hari).

Persamaan tambahan untuk menyelesaikan persamaan diatas adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan lahan (netto)} = \text{Total kebutuhan air tanaman} - \text{Reff} \dots\dots(2.57)$$

$$\text{Kebutuhan lahan} = \frac{\text{Kebutuhan Lahan dalam mm/hari}}{8,64} \dots\dots(2.58)$$

$$\text{Kebutuhan saluran} = \frac{\text{Kebutuhan Lahan dalam l/dt/ha}}{\text{efisiensi (0,65)}} \dots\dots(2.59)$$

8. Kebutuhan Air Di Intake

Kebutuhan air irigasi pada pintu pengambilan dapat dihitung dengan persamaan (Anonim, 1986) :

$$DR = \frac{NFR}{EFF} \dots\dots(2.60)$$

dengan :

DR = kebutuhan air di intake rata-rata (lt/dt/ha),

NFR = kebutuhan air irigasi (mm/hari),

Eff = efisiensi irigasi.

Harga kebutuhan air irigasi diperoleh dari data klimatologi dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang ada, selain itu dapat ditentukan dari hasil percobaan dan pengamatan di lapangan.

9. Pola Tanam

Pola tanam adalah usaha penanaman pada sebidang lahan dengan mengatur susunan tata letak dan urutan tanaman selama periode waktu tertentu termasuk masa pengolahan tanah dan masa tidak ditanami selama periode tertentu. Pola tanam ada tiga macam, yaitu : monokultur, rotasi tanaman dan polikultur (Anwar, 2012).

Penyusunan pola tanam didasarkan pada jenis tanaman, umur tanaman, kecocokan tanah pada tanaman, pengelolaan pertanian, pengalaman yang ada sebelumnya dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat di sekitar daerah irigasi tersebut. Ada beberapa pola tanam yang berlaku di Indonesia, masing-masing pola tanam biasanya sangat tergantung pada iklim, kondisi tanah serta kebiasaan petani setempat. Secara umum pola tanam yang dipakai sebagai berikut:

1. Padi-Padi

Pola tanam padi-padi cocok dipakai pada daerah irigasi dimana tanaman palawija belum memikat petani atau petani cenderung menanam padi varietas lokal yang umumnya lebih dari 140 hari.

2. Padi-Padi-Palawija

Pola tanam padi-padi-palawija memungkinkan untuk diterapkan pada daerah irigasi dengan debit sungai di musim kemarau cukup besar. Untuk melaksanakan pola tanaman ini harus menyediakan air cukup di musim kemarau, yaitu untuk tanaman padi kedua di musim kamarau.

3. Padi-Palawija-Palawija

Pola tanam padi-palawija-palawija cocok untuk daerah irigasi dengan keadaan debit sungai yang kecil di musim kemarau, sehingga petani sangat intensif untuk mengelola tanah.

10. Macam dan jenis pola tanam, antara lain :

1. Monokultur

Pertanian monokultur adalah pertanian dengan menanam tanaman sejenis, misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Penanaman monokultur menyebabkan terbentuknya lingkungan pertanian yang tidak mantap. Hal ini terbukti dari tanah pertanian harus selalu diolah, dipupuk dan disemprot dengan insektisida sehingga resisten terhadap hama.

2. Rotasi Tanaman (*crop rotation*)

Rotasi tanaman atau pergiliran tanaman adalah penanaman dua jenis atau lebih secara bergiliran pada lahan penanaman yang sama dalam periode waktu tertentu. Seperti tanaman semusim yang ditanam secara bergilir dalam satu tahun, dan tanaman tersebut semisal tanaman jagung, padi, dan ubi kayu.

Rotasi tanam dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapat keuntungan maksimum. Faktor – faktor tersebut adalah :

- a) Pengolahan yang bisa dilakukan dengan menghemat tenaga kerja, biaya pengolahan tanah dapat ditekan, dan kerusakan tanah sebagai akibat terlalu sering diolah dapat dihindari.
- b) Hasil panen secara beruntun dapat memperlancar penggunaan modal dan meningkatkan produktivitas lahan.
- c) Dapat mencegah serangan hama dan penyakit yang meluas.
- d) Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi.
- e) Sisa komoditi tanaman yang diusahakan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau.

3. Polikultur

Tanaman polikultur terbagi menjadi beberapa pola tanam, pola tanam tersebut adalah:

- a) Tumpang sari (*Intercropping*)

Tumpangsari adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu atau periode tanam yang bersamaan pada lahan yang sama (Thahir, 1999).

b) Tanaman Bersisipan (*Relay Cropping*)

Merupakan pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam yang bersamaan atau waktu yang berbeda). Kegunaan dari sistem ini yaitu pada tanaman yang ke dua dapat melindungi lahan yang mudah longsor dari hujan sampai selesai panen pada tahun itu.

c) Tanaman Campuran (*Mixed Cropping*)

Merupakan penanaman jenis tanaman campuran yang ditanam pada lahan dan waktu yang sama atau jarak waktu tanam yang singkat, tanpa pengaturan jarak tanam dan penentuan jumlah populasi. Kegunaan sistem ini dapat melawan atau menekan kegagalan panen total (Kustantini, 2012).

Dari berbagai pola tanam tersebut, pola rotasi tanam merupakan pola tanam yang paling sesuai dengan kondisi lahan sawah. Hal ini dikarenakan pemilihan komoditas untuk dirotasikan dengan tanaman padi sebagai tanaman pokok dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan air komoditas lain seperti jagung dan ubi kayu. Pola rotasi juga dapat menekan perkembangan hama dan penyakit yang mengganggu tanaman yang berakibat pada penurunan produktivitas tanaman.

Pola tanam digunakan sebagai landasan untuk meningkatkan produktivitas lahan. Hanya saja, dalam pengelolaannya diperlukan pemahaman kaedah teoritis dan keterampilan yang baik tentang semua faktor yang menentukan produktivitas lahan tersebut. Biasanya, pengelolaan lahan sempit untuk mendapatkan hasil atau pendapatan yang optimal maka pendekatan pertanian terpadu, ramah lingkungan, dan semua hasil tanaman merupakan produk utama adalah pendekatan yang bijak (Handoko, 2008).

2.2.5 Analisis Keseimbangan Air

1. Optimasi

Analisa keseimbangan air pada studi ini adalah dengan melakukan simulasi operasi waduk dalam rangka studi optimasi yang bertujuan untuk menemukan hubungan antara : volume tampungan waduk dan tinggi embung, luas areal irigasi, dan pola tanam dan intensitas tanam. Simulasi operasi waduk tersebut dimaksudkan untuk mengetahui keseimbangan air (*water balance*) sehingga diperoleh skala pengembangan yang optimal. Prinsip dasar simulasi operasi waduk adalah menggunakan persamaan kontinuitas.

Untuk memenuhi keseimbangan air (*water balance*) antara kebutuhan dan ketersediaan air, maka perlu adanya perencanaan luas area, pola dan intensitas tanam. Yang perlu mendapat perhatian dari sistem neraca air ini adalah menjaga muka air waduk (*tampungan*) agar tidak kurang dari elevasi muka air operasi minimum dan tidak lebih dari elevasi muka air banjir.

Kondisi yang optimal (handal) adalah kondisi dimana dimensi waduk yang diperlukan mampu melayani kebutuhan areal irigasi dengan pola tanam yang direncanakan sesuai dengan tingkat keberhasilan 80% dari total periode tanam. Prinsip pola pengoperasian waduk yang optimal adalah : Kondisi muka air waduk akhir operasi harus lebih tinggi atau sama dengan muka air waduk awal, dan muka air waduk berada pada posisi antara muka air normal dan muka air rendah. Selain itu kondisi waduk saat awal operasi harus sama dengan kondisi akhir operasi dalam setahun.

Pola pikir yang digunakan dalam simulasi waduk ini adalah bahwa tampungan pada waktu (t + 1) merupakan hasil kesetimbangan dari komponen inflow (I) dan komponen outflow (O) serta tampungan (storage) pada waktu (t) . Hasil nilai kesetimbangan komponen inflow dan outflow dijaga agar tidak lebih kecil dari elevasi pada pintu pengambilan atau elevasi muka air operasi minimum. Apabila lebih besar dari nilai setara pada ambang elevasi pelimpah (spillway) maka akan terjadi limpahan (spillout) dan nilai tampungan pada (t + 1) setara dengan elevasi pelimpah yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai kesetimbangan pada waktu berikutnya. Analisa pendekatan untuk keseimbangan simulasi dari kemampuan air dan kebutuhan air. Prinsip dasar dari studi optimasi dengan simulasi adalah pengembangan dari persamaan kontinuitas berupa rumus neraca air di waduk sebagai berikut :

$$St = St-1 + It - Et + Wr + Ot \dots\dots\dots(2.61)$$

dimana:

- St = Volume air waduk pada waktu t
- St-1 = Volume air waduk pada waktu t-1
- It = Volume *inflow* yang masuk ke waduk pada waktu t
- Et = Evaporasi yang terjadi waduk pada waktu t
- Wr = Kebutuhan air tanaman pada waktu ke t
- Ot = Volume *outflow* yang disuplai dari waduk pada waktu t

Prinsip dasar dari studi optimasi dengan simulasi adalah pengembangan dari persamaan kontinuitas, yaitu :

$$i - o = \frac{ds}{dt} \dots\dots\dots(2.62)$$

dimana :

- i = *inflow* dalam (m³/dt)
- o = *outflow* dalam (m³/dt)
- $\frac{ds}{dt}$ = perubahan tampungan yang merupakan fungsi dari waktu

Detail persamaan simulasi dikembangkan sebagai berikut:

$$I_t - L_{t-1} - S_t - SP_t - O_t = \frac{(W_t - W_{t-1})}{dt} \dots\dots\dots(2.63)$$

dimana :

- It = rata-rata inflow di embung dalam setengah bulanan dalam (m³/dt)
- Lt = kehilangan air pada embung oleh evapotranspirasi dalam setengah bulanan (m³/dt)

- St = kehilangan air akibat rembesan melalui pondasi embung dalam setengah bulanan (m^3/dt)
- Spt = air yang melalui pelimpah dalam setengah bulanan (m^3/dt)
- Ot = *outflow* yang dibutuhkan untuk daerah irigasi dalam setengah bulanan (m^3/dt)
- Wt = volume embung dalam setengah bulanan (m^3)
- dt = periode operasi dari embung setengah bulanan (m^3/dt)

2. Komponen Studi Pengoprasian Waduk

a) Inflow

Besarnya inflow rerata tahunan yang masuk ke waduk berdasarkan studi hidrologi sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya.

b) Outflow

Komponen outflow dalam perhitungan simulasi waduk terdiri atas outflow dari bangunan pengambilan untuk keperluan air bersih dan irigasi. Outflow untuk air irigasi didasarkan pada fungsi luasan dan satuan kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tanam yang direncanakan.

c) Outflow Limpasan Pelimpah

Outflow limpasan pelimpah waduk terjadi apabila kapasitas tampungan waduk yang direncanakan melebihi volume yang terjadi pada saat itu.

3. Faktor (Koefisien Pengaliran)

Perhitungan koefisien pengaliran harus dilakukan apabila debit tersedia tersedia di embung lebih kecil dari perkiraan debit normal yang dibutuhkan. Jika hal tersebut terjadi maka pembagian air harus dilakukan dengan system gilir/golongan. Analisa factor K (Permen PU No. 32 Tahun 2007) dilakukan dengan menggunakan pendekatan kondisi sebagai berikut:

$K = 1$, pemberian air secara terus menerus

$0.7 < K < 1$, pemberian air secara terus menerus disesuaikan dengan factor K

$0.50 < K < 0.7$, pemberian air secara bergiliran di dalam petak tersier.

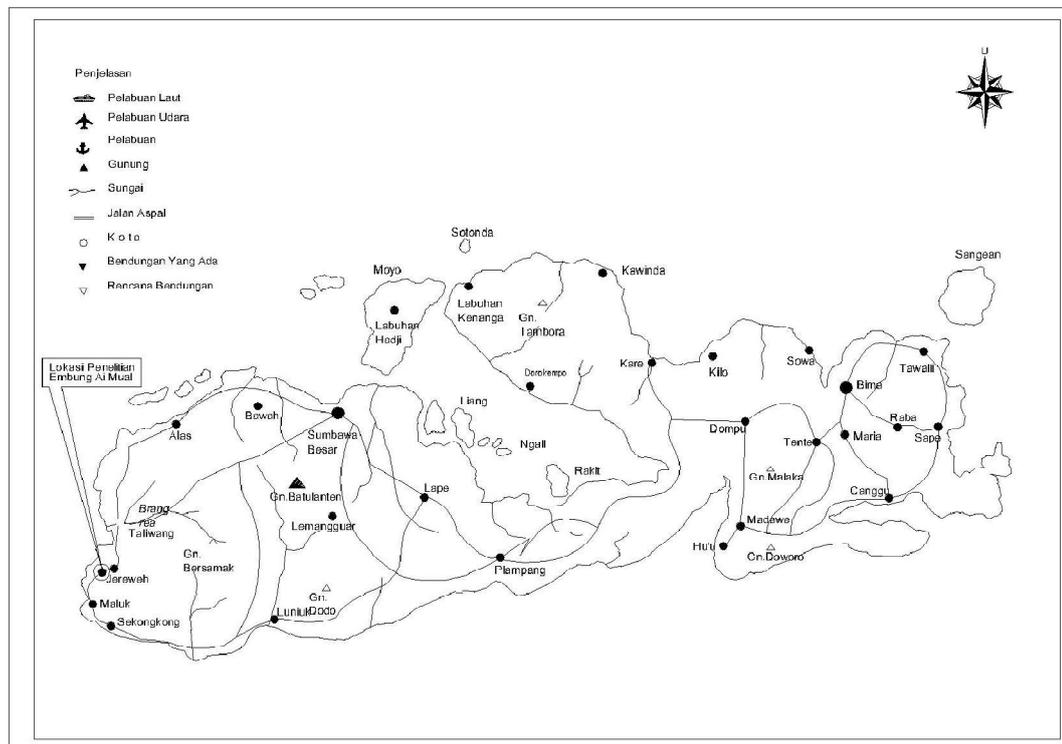
4. Penentuan Kendala Pengoprasian Waduk

Simulasi barangkali merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam analisis sistem sumber daya air. Simulasi bukanlah prosedur optimasi, sehingga tidak mengidentifikasi keputusan yang optimal. Simulasi hanya menilai unjuk kerja sebuah sistem untuk kondisi masukan dan realistik dari karakteristik sistem sumber daya air. konsep yang tidak bisa dipisahkan dalam pendekatan simulasi adalah kemudahan dalam memahami dibandingkan dengan konsep model yang lain. (Bender, 2002)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi daerah penelitian terletak di Desa Belo, Kecamatan Jereweh, Kabupaten Sumbawa Barat, NTB. Secara geografis terletak pada posisi 8°52'21.49" Lintang Selatan dan 116°51'22.98" Bujur Timur atau dalam koordinat UTM (Universal Transverse Mercator) pada posisi X : 484204,89 dan Y : 9019225,81. Untuk mencapai lokasi embung dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat. Dari ibu kota kabupaten menuju ke arah selatan sejauh ± 17,0 km menuju Kecamatan Jereweh. Dari ibukota kecamatan ke arah timur sejauh ± 2,0 km menuju Desa Belo dan Desa Beru.



Sumber: Gambar Perencanaan

Gambar 3.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiono, 2017).

Dalam penelitian yang berjudul “Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Air Embung Ai Mual di Kabupaten Sumbawa Barat”, terdapat dua variable yang digunakan yaitu optimasi pemanfaatan sumber daya air (variabel terikat) dan Embung Ai Mual di Kabupaten Sumbawa Barat (variabel bebas).

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variable dependen/terikat (Sugiono, 2017).

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiono, 2017).

3.3. Langkah – Langkah Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yakni data primer dan data sekunder. Menurut Sugiyono (2017) yang dimaksud data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Sedangkan data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul.

Data primer dalam penelitian ini adalah survey langsung lapangan ke lokasi rencana Embung Ai Mual. Survey ini bertujuan untuk mengetahui kondisi langsung daerah studi baik itu kondisi topografi, daerah irigasi potensial maupun kondisi hidrologi daerah aliran sungai.

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari instansi terkait sebagai berikut:

1. Data Topografi

Data topografi berupa peta site embung dan genangan Embung Ai Mual. Data ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Penataan Ruang Perumahan dan Permukiman Kabupaten Sumbawa Barat.

2. Data Hidroklimatologi

Data hidroklimatologi terdiri dari data hujan, data iklim dan data debit. Data hujan dan data iklim diperoleh dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Lombok Barat, Provinsi NTB, sedangkan data debit diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Penataan Ruang Perumahan dan Permukiman Kabupaten Sumbawa Barat.

3. Data DAS dan Areal Irigasi Potensial

Data DAS dan areal irigasi potensial didapatkan dari Peta RBI digital dari Badan Informasi Geospasial (BIG) atau Bakosurtanal.

3.4. Tahap Analisis Data

Setelah data-data terkumpul, kemudian dilakukan proses analisa data. Adapun analisa data yang dilakukan dalam studi ini sebagai berikut :

1. Analisis Hujan Rerata Daerah

Analisis hujan rerata daerah bertujuan untuk mengetahui stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi studi. Data curah hujan yang dikumpulkan dipilih berdasarkan pertimbangan antara lain kedekatan lokasi dan kesamaan karakteristik DAS pada stasiun curah hujan dengan lokasi dan karakteristik DAS pada embung serta pertimbangan kelengkapan data dan panjang data yang mencukupi. Metode penentuan hujan rerata daerah dihitung dengan metode Poligon Thiessen.

2. Uji Konsistensi Data

Untuk memperoleh hasil analisis yang baik, data hujan harus dilakukan pengujian konsistensi terlebih dahulu untuk mendeteksi penyimpangan ini. Uji konsistensi juga meliputi homogenitas data karena data konsistens berarti data homogen. Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data hujan yang

digunakan masih dalam batasan konsisten berdasarkan nilai parameter statistik

3. Analisis Hujan Efektif

Dari data curah hujan diperoleh selanjutnya dihitung curah hujan efektif yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan kebutuhan air irigasi. Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat dipergunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya.

4. Analisis Evapotranspirasi

Data Klimatologi digunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial yang terjadi pada daerah studi, besarnya evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode *Penman* (Modifikasi FAO).

5. Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dihitung dengan metode *Nreca*. Analisis bertujuan untuk mengetahui besarnya potensi inflow yang terjadi pada embung.

6. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisa kebutuhan air dimaksudkan untuk menentukan besarnya kebutuhan air untuk irigasi sehingga akan dapat dilakukan simulasi operasional waduk untuk dalam rangka optimasi embung.

7. Analisis Kapasitas Tampungan

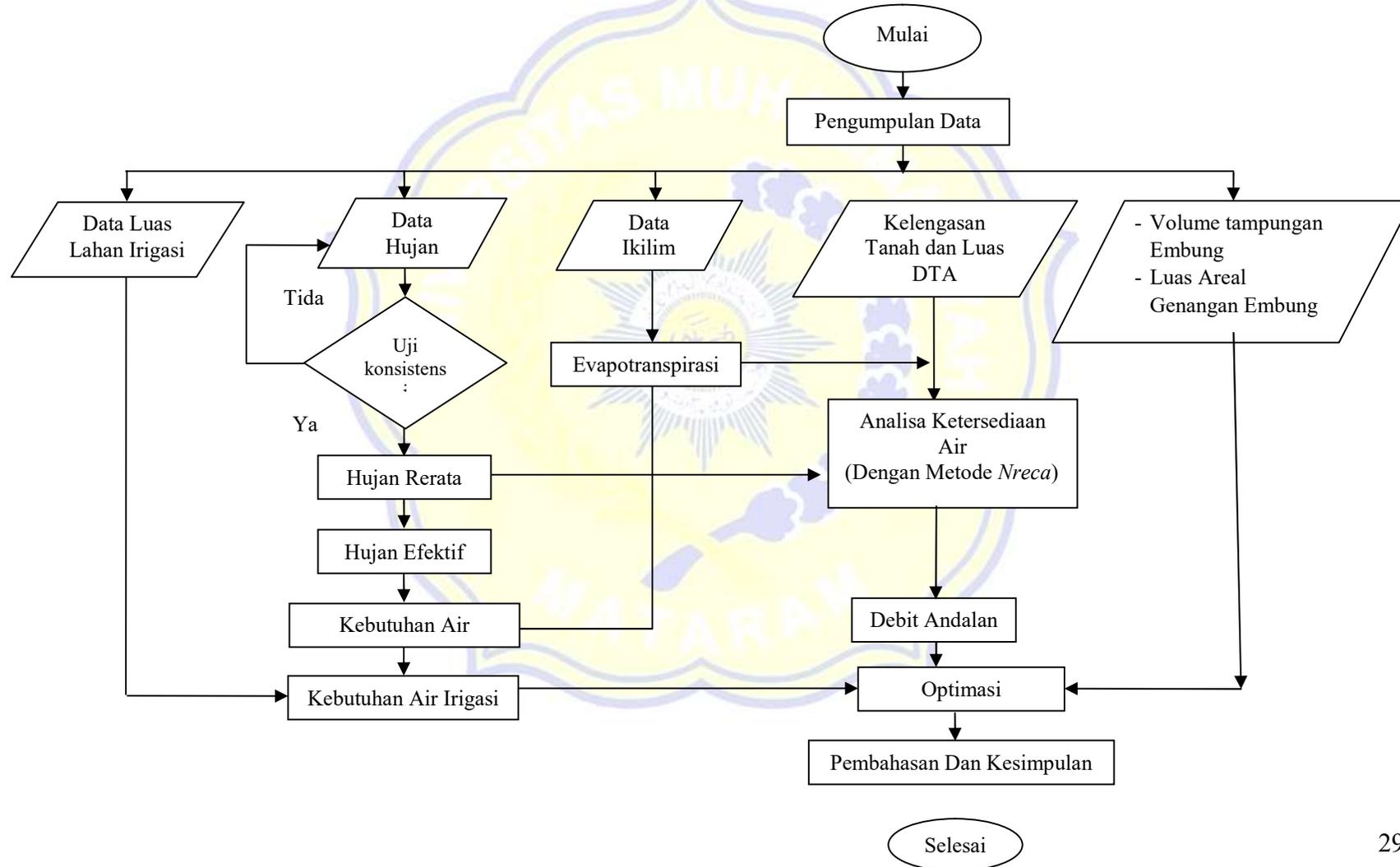
Analisis kapasitas tampungan embung dimaksudkan untuk mengetahui besarnya volume tampungan efektif embung yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi.

8. Analisis Keseimbangan (Neraca) Air

Pola operasi waduk dimaksudkan untuk mengetahui keseimbangan air (*water balance*) sehingga diperoleh skala pengembangan yang optimal. Prinsip dasar simulasi operasi waduk adalah menggunakan persamaan kontinuitas artinya debit yang masuk melalui waduk akan sama dengan debit yang keluar melalui waduk.

3.5. Prosedur Penelitian

Dalam penyelesaian penelitian ini, dapat digambarkan melalui bagan alir di bawah ini.



Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari – hari. Seperti sektor pertanian, air merupakan peranan yang sangat penting yang menentukan hasil panen.

