

**TUGAS AKHIR - RC 5501**  
**RENCANA POLA OPERASI (PANDUAN EKSPLOITASI)**  
**IRIGASI WADUK TUKUL PACITAN DENGAN**  
**PERTIMBANGAN POLA TATA TANAM YANG OPTIMUM**

**Bahrudin Rokhimiy**

**NRP. 3114 030 075**

**Ainun Nafis**

**NRP. 3114 030 081**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ir. Suharjoko, MT.**

**NIP. 19560119 198403 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2017**



**TUGAS AKHIR - RC 5501**  
**RENCANA POLA OPERASI (PANDUAN EKSPLOITASI)**  
**IRIGASI WADUK TUKUL PACITAN DENGAN**  
**PERTIMBANGAN POLA TATA TANAM YANG OPTIMUM**

**Bahrudin Rokhimiy**

**NRP. 3114 030 075**

**Ainun Nafis**

**NRP. 3114 030 081**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ir. Suharjoko, MT.**

**NIP. 19560119 198403 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2017**



**TUGAS AKHIR - RC 5501**

**THE IRRIGATION WATER SUPPLY OPERATION PLAN  
(GUIDANCE OF EXPLOITATION) DAM TUKUL PACITAN  
WITH THE CONSIDERATION OF THE OPTIMUM  
PLANTING PATTERN**

**Bahrudin Rokhimiy**

**NRP. 3114 030 075**

**Ainun Nafis**

**NRP. 3114 030 081**

**Counsellor Lecturer**

**Dr. Ir. Suharjoko, MT.**

**NIP. 19560119 198403 1 001**

**DIPLOMA THREE STUDY PROGRAM CIVIL ENGINEERING  
INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENTS  
FACULTY OF VOCATION  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2017**

**RENCANA POLA OPERASI (PANDUAN EKSPLOITASI)  
IRIGASI WADUK TUKUL PACITAN DENGAN  
PERTIMBANGAN POLA TATA TANAM YANG  
OPTIMUM**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Studi Diploma III Teknik Sipil Departemen Teknik  
Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :

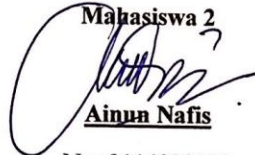
Mahasiswa 1



**Bahruddin Rokhimiy**

Nrp.3114030075

Mahasiswa 2



**Ainun Nafis**

Nrp.3114030081

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**Dr. Ir. Suharijoko, MT.**

NIP.19560119 198403 1 001

27 JUL 2017

**SURABAYA**

**Juli, 2017**



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 11 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Rencana Pola Operasi (Panduan Eksploitasi) Irigasi Waduk tukul Pacitan dengan Pertimbangan Pola Tata Tanam yang Optimum		
Nama Mahasiswa 1	Bahrudin R.	NRP	3114030075
Nama Mahasiswa 2	Ainun Nafis	NRP	3114030081
Dosen Pembimbing 1	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	-

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
- Tata cara penulisan & betulkan tabel dan gambar & pergelas - Daftar pustaka & lampiran	 S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001
Cover & luhulukan	 Ir. Didik Harjanto, CES NIP 19590329 198811 1 001
	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001
① Penjelasan tabel konkrit & tabel & pemilihan ALP, pembuat sawah baru, saluran sungai, lokasi waduk. ② - Persamaan : objective function, constrain & lain-lain. ③ Definisi & definisi & lain-lain. ④ Penjelasan OP, pemukiman air & lain-lain & lain-lain. ⑤ Flow chart & lain-lain & lain-lain & lain-lain.	 Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001	Ir. Didik Harjanto, CES NIP 19590329 198811 1 001	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001	Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiwaan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		-
	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001	NIP -



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Bahrudin R. 2 Ainun Hafis .  
NRP : 1 3114030075 2 3114030081 .  
Judul Tugas Akhir : Rencana Operasi Pemberian Air Irigasi Waduk Tukul  
Paciran dengan Pertimbangan Pola Tata Tanam yang Optimum  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjo, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	9/3/2017	Hukum keb. dir. lrt tanam Bil. fr. RTM. bul. awal - Debit Sungai: ?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	4/4/2017	Menghitung debit 1/2 2016. - acori 80% → 80% 'acori' Hidrograf 2016		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	13/4/2017	- Debit andalan ok. - kalibrasi ok. - etc ok. - mencari outflow anduk?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	22/05/2017	- masscurve - Debit andalan (cara yg paling benar)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	29/05/2017	- Optimasi pola tata tanam.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	05/06/2017	- penentuan luas lahan irigasi. - Optimasi pola tanam		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :  
B = Lebih cepat dari jadwal  
C = Sesuai dengan jadwal  
K = Terlambat dari jadwal

**RENCANA POLA OPERASI (PANDUAN EKSPLOITASI)  
IRIGASI WADUK TUKUL PACITAN DENGAN  
PERTIMBANGAN POLA TATA TANAM YANG  
OPTIMUM**

**Nama Mahasiswa** : 1. Bahruddin Rokhimiy  
                          : 2. Ainun Nafis  
**NRP** : 1. 3114030075  
          : 2. 3114030081  
**Program Studi** : Diploma Tiga Teknik Sipil  
                          Departemen Teknik Infrastruktur  
                          Sipil  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Ir. Suharjoko, MT.

**Abstrak**

Waduk Tukul Pacitan terletak di wilayah Desa Karanggede, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur dengan kapasitas waduk mencapai 68.01 juta m<sup>3</sup>. Waduk ini memiliki beberapa kegunaan salah satunya yaitu untuk irigasi. Dalam dunia pertanian, berbagai masalah yang sering dijumpai diantaranya kekeringan sawah ketika musim kemarau tiba sehingga hasil panen tidak sesuai yang diharapkan. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui sistem pendistribusian air ke sawah secara maksimal agar tidak terjadi kekurangan air ketika musim kemarau tiba. Agar pendistribusian air dapat berjalan maksimal, perlu direncanakan pola tata tanam yang optimum berdasar ketersediaan air dan kebutuhan air di suatu lahan. Dalam merencanakan pola tata tanam diperlukan data hujan, data iklim, dan data debit sungai. Untuk analisa optimasi digunakan metode program linier dengan memasukkan fungsi batasan (*Objective Function*) dan *constrain*.

Hasil penulisan tugas akhir menunjukkan bahwa, dengan adanya waduk Tukul intensitas tanamnya mencapai 300%.

Sedangkan tanpa waduk Tukul, intensitas tanamnya hanya mencapai 221%. Dengan mengimplementasikan sistem pemberian air irigasi sesuai rencana, intensitas tanam 300% dapat terwujud.

Kata kunci: Waduk Tukul, Optimasi, Intensitas Tanam, Sistem Pemberian Air Irigasi.



**THE IRRIGATION WATER SUPPLY  
OPERATION PLAN (GUIDANCE OF  
EXPLOITATION) DAM TUKUL PACITAN  
WITH THE CONSIDERATION OF THE  
OPTIMUM PLANTING PATTERN**

**Students Name** : 1. Bahruddin Rokhimiy  
: 2. Ainun Nafis  
**NRP** : 1. 3114030075  
: 2. 3114030081  
**Study Program** : **Diploma Three Civil Engineering  
Infrastructure Engineering  
Departments**  
**Counsellor Lecturer** : **Dr. Ir. Suharjoko. MT.**

**Abstract**

Tukul Pacitan Dam is located in Karanggede Village, Arjosari District, Pacitan Regency, East Java with reservoir capacity reaching 68.01 million m<sup>3</sup>. This reservoir has several uses one of which is for irrigation. In the world of agriculture, various problems that often encountered such as dry season when the dry season arrives so that the harvest is not as expected. The purpose of writing of final task is to know the system of water distribution to the fields to the maximum in order to avoid water shortages when the dry season arrives. In order for water distribution can run optimally, it is necessary to plan an optimum planting pattern based on water availability and water demand in a field. In

planning the planting pattern is needed rain data, climate data, and river flow data. For optimization analysis used linier programming method by entering the boundary function (Objective Function) and constrain.

The results of the final project showed that, with the Tukul dam, the planting intensity reached 300%. While without Tukul dam, the planting intensity only reached 221%. By implementing the irrigation water supply system as planned, the planting intensity of 300% can be realized.

Key word: Tukul dam, Optimization, Planting Intensity, Irrigation Water Supply System.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya lah kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat pada waktunya. Dalam tugas akhir ini membahas tentang “*Rencana Pola Operasi (Panduan Eksploitasi) Irigasi Waduk Tukul Pacitan dengan Pertimbangan Pola Tata Tanam yang Optimum*”. Proposal ini dibuat untuk memenuhi syarat pengerjaan tugas akhir Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Oleh karena itu, kami mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak yang sudah membantu dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, diantaranya kepada :

1. Bapak Dr. Machsus, ST. MT., selaku ketua Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Suharjoko, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir kami yang senantiasa membimbing kami dalam proses pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Widjonarko, MSc selaku dosen wali. Serta

4. Bapak dan ibu serta orang – orang yang sudah mendukung dan mendoakan atas kelancaran pengerjaan tugas akhir ini.

Dalam pengerjaan tugas akhir kami ini, kami menyadari masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pihak jika terdapat kesalahan dan kekurangan dengan itu, kritik dan saran yang membangun akan selalu kami terima demi kesempurnaan tugas akhir kami kedepan.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II PAPARAN DATA DAN DASAR TEORI .....	5
2.1 Paparan Data .....	5
2.1.1 Data Teknis Waduk .....	5
2.1.2 Data Kebutuhan Air Bersih .....	11
2.1.3 Data Curah Hujan Sepuluh Harian .....	11
2.1.4 Data Klimatologi .....	12
2.1.5 Data Debit Sungai .....	15
2.2 Dasar Teori .....	17
2.2.1 Analisa Kebutuhan Air Baku.....	17
2.2.2 Analisa Curah Hujan .....	19

2.2.3 Evapotranspirasi .....	20
2.2.4 Debit Sungai .....	20
2.2.5 Analisa Kebutuhan Air Irigasi .....	22
2.2.6 Optimasi dengan Program Linier Microsoft Excel Add- Ins Solver .....	30
<b>BAB III METODOLOGI DAN ALUR PERENCANAAN .....</b>	<b>35</b>
3.1 Metodologi .....	35
3.1.1 Survey Pendahuluan dan Studi Literatur .....	35
3.1.2 Pengumpulan Data.....	35
3.1.3 Analisa Data/Proses Perhitungan.....	36
3.2 Alur Perencanaan.....	36
3.2.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	36
<b>BAB IV ANALISA DATA .....</b>	<b>39</b>
4.1 Analisa Perhitungan Air Baku .....	39
4.2 Analisa Kebutuhan Air Irigasi .....	40
4.2.1 Hujan Andalan.....	41
4.2.2 Curah Hujan Efektif.....	43
4.2.3 Analisa Evapotranspirasi .....	45
4.2.4 Kebutuhan Air untuk Tanaman (NFR) dan Kebutuhan Air dari Sumber .....	49
4.3 Analisa Debit Sungai .....	56
4.3.1 Analisa Debit Sungai Kali Grindulu AWLR Gunungsari .....	57
4.3.2 Debit Sungai Andalan.....	60
4.4 Penelusuran Lahan Irigasi .....	66

4.5 Optimasi Irigasi dengan Metode Add-ins Solver Mic. Excel.....	69
4.5.1 Proses Pengerjaan Optimasi Solver.....	70
4.5.2 Analisa Optimasi Pola Tanam Tanpa Waduk .....	75
4.5.3 Analisa Optimasi Pola Tanam dengan Waduk.....	82
4.6 Penjadwalan Pemberian Air pada Pintu Intake untuk Irigasi pada Periode – Periode Tertentu dari Hasil Optimasi .....	92
4.7 Operasi Pengaturan Bukaan Pintu Intake .....	98
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>103</b>
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran.....	104
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>105</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>106</b>
<b>BIOGRAFI.....</b>	<b>126</b>

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Volume Tampungan Waduk .....	6
Tabel 2.2 Data Jumlah Penduduk .....	11
Tabel 2.3 Data Stasiun Hujan Nawangan .....	12
Tabel 2.4 Data Temperatur.....	13
Tabel 2.5 Data Lama Penyinaran Matahari .....	13
Tabel 2.6 Data Kecepatan Angin.....	14
Tabel 2.7 Data Kelembaban Relatif.....	15
Tabel 2.8 Data Debit Sungai Kali Grindulu AWLR Gunungsari	16
Tabel 2.9 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku .....	17
Tabel 2.10 Kategori Kebutuhan Air Non Domestik.....	18
Tabel 2.11 Pola Tanam.....	23
Tabel 2.12 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapa Lahan .....	26
Tabel 2.13 Efisiensi Irigasi.....	28
Tabel 2.14 Koefisien Tanaman Palawija .....	29
Tabel 2.15 Koefisien Tanaman Padi .....	30
Tabel 4.1 Acuan Perhitungan .....	39
Tabel 4.2 Perhitungan Kebutuhan Air Baku .....	40
Tabel 4.3 Hujan Andalan.....	42
Tabel 4.4 Re Padi dan Re Palawija.....	44
Tabel 4.5 Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penmann Modifikasi.....	48
Tabel 4.6 Evapotranspirasi .....	54
Tabel 4.7 Rencana Pola Tanam dan Kebutuhan Air Tanam Bulan Maret .....	55

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Sungai Kali Grindulu 2003 .....	58
Tabel 4.9 Data Parameter Debit Hasil Kalibrasi .....	59
Tabel 4.10 Parameter yang Digunakan untuk Perhitungan Debit Sungai Kali Telu.....	60
Tabel 4.11 Perhitungan Debit Sungai Kali Telu Tahun 2013.....	62
Tabel 4.12 Debit Sungai Kali Telu.....	63
Tabel 4.13 Debit Andalan Sungai Kali Telu Tiap Bulan.....	64
Tabel 4.14 Debit Andalan Sungai Kali Telu Tiap Tahun.....	65
Tabel 4.15 Input Untuk Optimasi .....	71
Tabel 4.16 Hasil Optimasi Tanpa Waduk .....	77
Tabel 4.17 Hasil Optimasi dengan Waduk .....	83
Tabel 4.18 Kebutuhan Air Baku .....	86
Tabel 4.19 Debit Kebutuhan yang Diberikan .....	91
Tabel 4.20 Operasional Waduk Untuk Memenuhi Irigasi.....	92
Tabel 4.21 Hasil Penelusuran Luas Lahan .....	93
Tabel 4.22 Penjadwalan Bukaannya Pintu Intake Sesuai dari Hasil Optimasi .....	96
Tabel 4.23 Penjadwalan Bukaannya Pintu Intake Sesuai dengan Lahan .....	97
Tabel 4.24 Penggambaran Implementasi Terhadap Lahan Irigasi.....	99
Tabel 4.25 Keterangan Luas Lahan.....	101

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Kurva Tampungan Waduk.....	7
Gambar 2.2 Peta Hidrologi Waduk Tukul Pacitan.....	8
Gambar 2.3 Peta Waduk Tukul Pacitan .....	9
Gambar 2.4 Peta Daerah Irigasi Eksisting.....	10
Gambar 2.5 Sketsa Sungai.....	16
Gambar 4.1 Grafik Hasil Kalibrasi.....	59
Gambar 4.2 Luas Jaringan Irigasi Eksisting .....	67
Gambar 4.3 Luas Jaringan Irigasi Sesudah Ditelusuri .....	68
Gambar 4.4 Toolbar Solver .....	72
Gambar 4.5 Input Constraint (Luas Tanam).....	73
Gambar 4.6 Input Constraint (Luas Total yang Ditanam).....	73
Gambar 4.7 Input Constraint (Debit) .....	74
Gambar 4.8 Solver Parameter .....	74
Gambar 4.9 Luas Hasil Optimasi .....	75
Gambar 4.10 Pengisian Kolom Luas Tanam Padi.....	78
Gambar 4.11 Pengisian Kolom Luas Tanam Palawija.....	79
Gambar 4.12 Grafik Hasil Optimasi Tanpa Waduk .....	81
Gambar 4.13 Pengisian Kolom Luas Tanam Padi.....	84
Gambar 4.14 Pengisian Kolom Luas Tanam Palawija.....	85
Gambar 4.15 Grafik Hasil Optimasi dengan Waduk.....	88
Gambar 4.16 Grafik Kebutuhan Irigasi .....	89
Gambar 4.17 Grafik Kebutuhan Irigasi .....	91

Gambar 4.18 Menghitung Kebutuhan Air yang Keluar dari Pintu Intake .....	98
Gambar 4.19 Sketsa Pola Tanam Hasil Optimasi .....	100

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris. Ini dapat dilihat dari banyaknya lahan irigasi di Indonesia. Namun lahan irigasi ini mengalami penyusutan dari tahun ke tahun. Bertambahnya permukiman dan berkembang pesatnya industri menjadi penyebab utama menurunnya lahan irigasi. Dengan demikian ketersediaan pangan di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Sedangkan kebutuhan pangan mengalami kenaikan setiap tahunnya. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dua solusi, yaitu ekstensifikasi lahan dan intensifikasi lahan. Ekstensifikasi lahan sangat dibutuhkan mengingat Indonesia memiliki banyak sekali lahan potensial untuk dijadikan sawah. Contohnya seperti semak belukar, tanah ladang, perkebunan, dan lain sebagainya. Sedangkan intensifikasi lahan dibutuhkan karena banyak sekali sawah yang kurang optimum.

Pembangunan waduk Tukul merupakan salah satu upaya agar dua solusi tersebut dapat terealisasi. Waduk Tukul direncanakan memiliki volume tampungan total mencapai 68,01 juta m<sup>3</sup> dan dibangun untuk menampung kelebihan air pada musim hujan. Waduk ini nantinya dapat dipergunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan saat musim kemarau diantaranya adalah untuk air baku dan air irigasi, selain itu juga untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan pengendali banjir.

Dalam memanfaatkan tampungan waduk harus diingat bahwa kuantitas air sangat terbatas, sehingga pemakaian air harus dilakukan sebaik mungkin. Untuk itu perlu dilakukan

pengoperasian penggunaan air waduk yang optimal agar dapat memenuhi berbagai kebutuhan yang direncanakan.

Cara dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan air, salah satunya adalah dengan merencanakan "*Rencana Pola Operasi (Panduan Eksploitasi) Irigasi Waduk Tukul Pacitan dengan Pertimbangan Pola Tata Tanam yang Optimum*". Optimasi sendiri merupakan suatu pemecah masalah untuk mendapatkan hasil yang optimum dengan penyelesaian model matematika. Model optimasi yang akan digunakan adalah optimasi Linier. Model fungsi matematika dengan batasan- batasan tertentu sehingga merupakan suatu proses sistem untuk menghasilkan keputusan terbaik. Melalui alternatif pola operasi irigasi dapat diperoleh hasil produktivitas panen yang maksimal dan intensitas tanam yang tinggi. Dengan memaksimalkan pola tata tanam pada daerah pertanian yang ada secara tidak langsung perekonomian di daerah irigasi juga akan meningkat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapakah besar debit andalan dari waduk tukul pacitan yang dapat digunakan untuk irigasi?
2. Bagaimana merencanakan pola tata tanam yang optimum ditinjau dari intensitas pola tanamnya ?
3. Bagaimana jadwal pemberian air dari pintu intake untuk irigasi pada periode – periode tertentu dari hasil optimasi?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Semua data sekunder yang ada dianggap sudah valid sehingga tidak perlu diadakan pengujian ulang.
2. Optimasi dilakukan dengan cara memaksimalkan Pola Tata Tanam dan periode pemberian air agar mencapai optimum.

3. Periode pemberian air untuk irigasi tiap 10 hari.
4. Optimasi dilakukan untuk menjamin kebutuhan air untuk tanaman padi dan polowijo (jagung).
5. Hasil optimasi dan pola pengoprasian air (panduan eksploitasi) digunakan *metode program linier solver pada Microsoft Office Excel*.
6. Dalam studi ini direncanakan sesuai dengan pola tata tanam yang ada dengan masa tanam sebagai berikut:  
Musim hujan I : Nopember – Februari  
Musim hujan II : Maret– Juni  
Musim kemarau : Juli– Oktober
7. Pengembangan luas lahan potensial irigasi hanya mempertimbangkan elevasi kontur.
8. Penjadwalan bukaan pintu intake berdasarkan kebutuhan air dari sumber sesuai dengan hasil optimasi.

#### **1.4 Tujuan**

1. Mengetahui besarnya debit andalan dari waduk Tukul Pacitan untuk mengairi daerah irigasi .
2. Melakukan perhitungan optimasi pola tata tanam didasari pada fungsi objektif intensitas tanam.
3. Menghitung penjadwalan pemberian air pada pintu intake untuk irigasi pada periode – periode tertentu dari hasil optimasi.

#### **1.5 Manfaat**

1. Memberikan besarnya debit andalan dari waduk Tukul Pacitan untuk mengairi daerah irigasi .
2. Memberikan gambaran optimasi pola tata tanam didasari pada fungsi objektif intensitas tanam.
3. Memberikan gambaran penjadwalan pemberian air pada pintu intake untuk irigasi pada periode – periode tertentu dari hasil optimasi.





## BAB II

### PAPARAN DATA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Paparan Data

Terdapat beberapa macam data yang digunakan dalam proses mengerjakan Tugas Akhir ini yaitu diantaranya data curah hujan harian, data klimatologi, data Teknik waduk, data debit sungai kalibrasi, data daerah irigasi eksisting, dan data kebutuhan air bersih. Data– data tersebut didapat dari berbagai sumber. Setelah data– data yang dibutuhkan telah tersedia, dilakukan pengolahan data berdasarkan teori– teori yang ada. Berikut adalah data teknik Waduk Tukul Pacitan seperti sub bab 2.1.1 dan tabel 2.1 serta gambar 2.1.

##### 2.1.1 Data Teknis Waduk

Data teknis yang dimiliki Waduk Tukul Pacitan diantaranya:

##### 1. Daerah Pengaliran Sungai

- Nama Sungai : Kali Telu
- Luas DAS : 47,8 Km<sup>2</sup>
- Panjang Sungai : 17,5 Km
- Hujan Tahunan rerata : 2.246 mm
- Data Curah Hujan Stasiun Nawangan
- Data Klimatologi (Stasiun Lanud Pacitan)

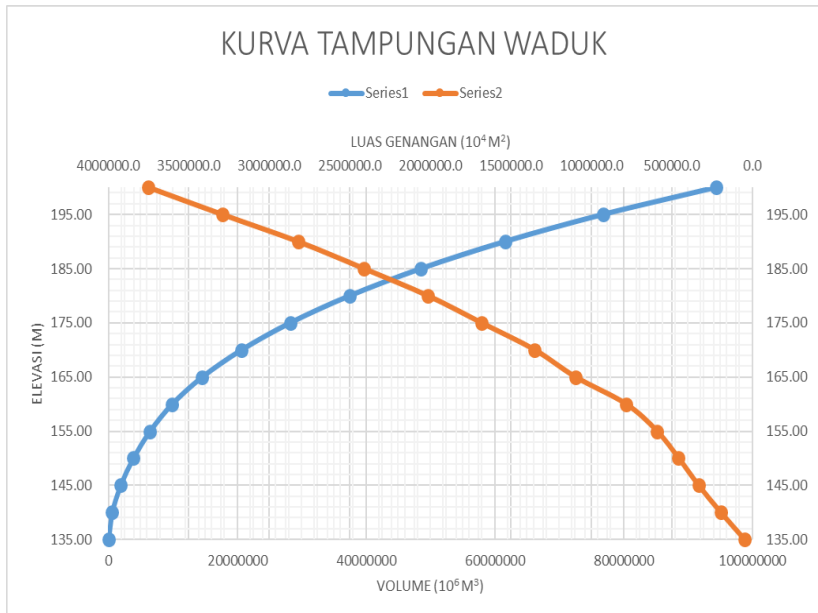
##### 2. Waduk Tukul

- Luas genangan pada MAN : 40,25 Ha
- Elevasi dasar sungai : + 130,00 m
- Elevasi tampungan mati : + 175,91 m
- Elevasi muka air normal : + 192,10 m

Sumber: PT. Brantas Abipraya 2012

Tabel 2.1 Volume Tampungan Waduk

Elevasi	Luas		Volume (m <sup>3</sup> )	Komulatif Genangan (m <sup>3</sup> )
	Ha	m <sup>2</sup>		
135.00	0.64	48141.1	0.0	0.00
140.00	2.61	196026.1	568,851.7	568,851.73
145.00	4.45	334011.8	1,309,864.7	1,878,716.41
150.00	6.10	457136.2	1,969,837.1	3,848,553.56
155.00	7.89	591518.5	2,614,431.8	6,462,985.40
160.00	10.44	783270.1	3,425,773.1	9,888,758.46
165.00	14.64	1097779.4	4,680,557.8	14,569,316.26
170.00	18.01	1351063.0	6,111,161.3	20,680,477.54
175.00	22.42	1681687.2	7,566,812.2	28,247,289.76
180.00	26.86	2014551.5	9,228,081.3	37,475,371.05
185.00	32.15	2411129.8	11,049,366.5	48,524,737.56
190.00	37.62	2821396.3	13,067,891.3	61,592,628.88
195.00	43.89	3291437.4	15,267,002.0	76,859,630.89
200.00	50.01	3750440.8	17,592,215.9	94,451,846.84



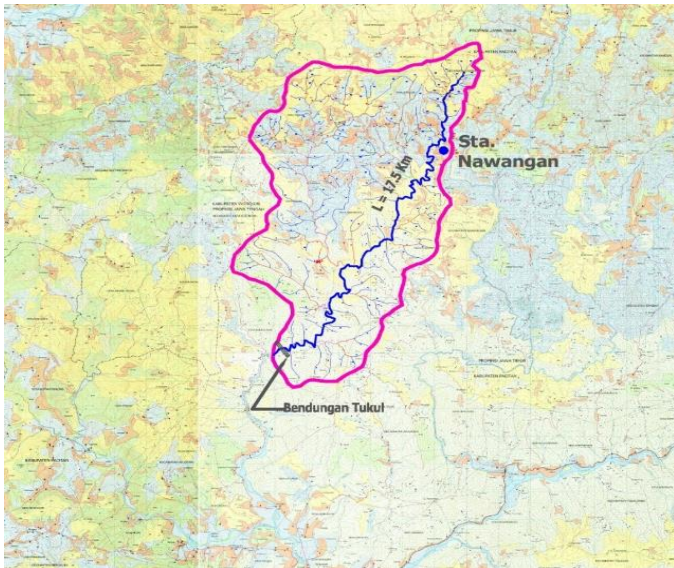
**Gambar 2.1 Kurva Tampungn Waduk**

Volume tampungan mati	: 29.37	juta m <sup>3</sup>
Volume tampungan efektif	: 38.64	juta m <sup>3</sup>
Total tampungan	: 68.01	juta m <sup>3</sup>

Sumber: PT.Brantas Abipraya, 2012

### 3. Data Daerah Waduk dan Daerah Irigasi

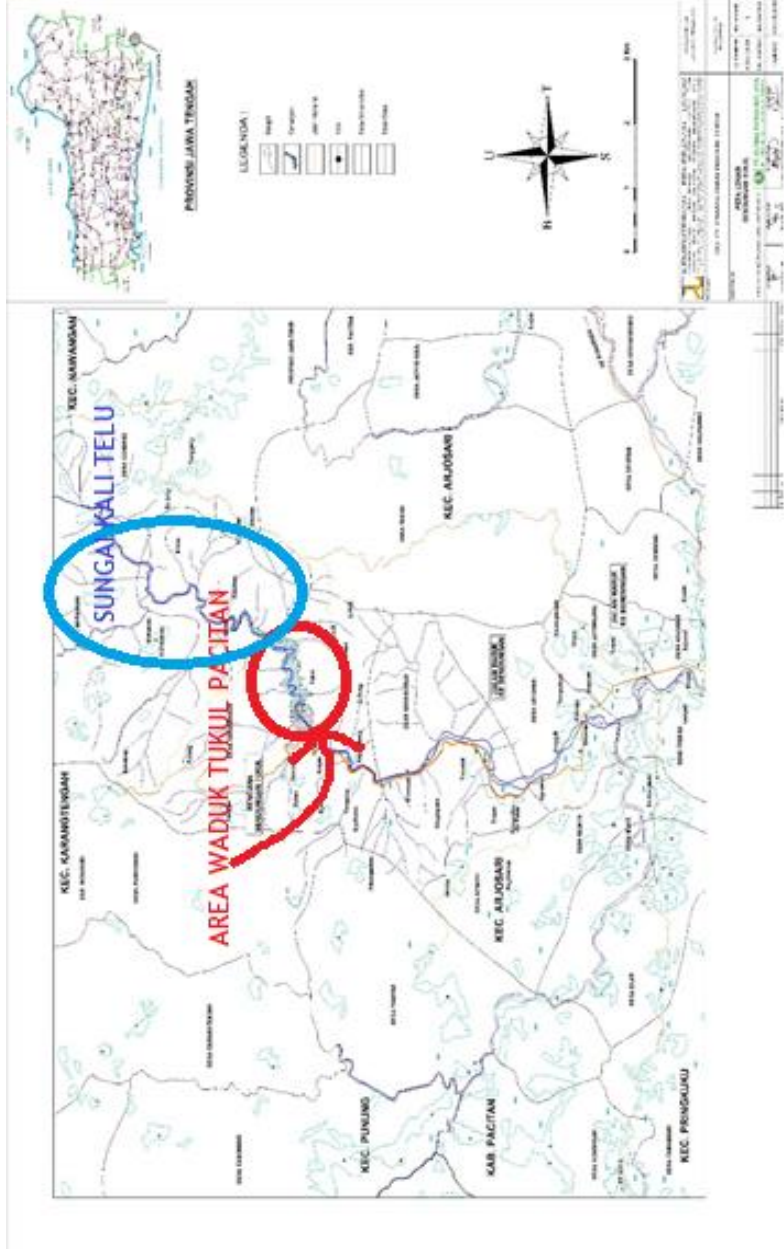
Waduk Tukul Pacitan merupakan waduk yang dibangun di Desa Karanggede, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Sungai yang dibendung untuk ditampung dalam waduk adalah sungai Kali Telu dengan elevasi dasar sungai yaitu +130 m. Sungai Kali Telu merupakan anak sungai Kali Grindulu. Dari peta hidrologi daerah waduk dapat diketahui bahwa stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Nawangan. Seperti penjelasan gambar 2.2, 2.3, dan 2.4.



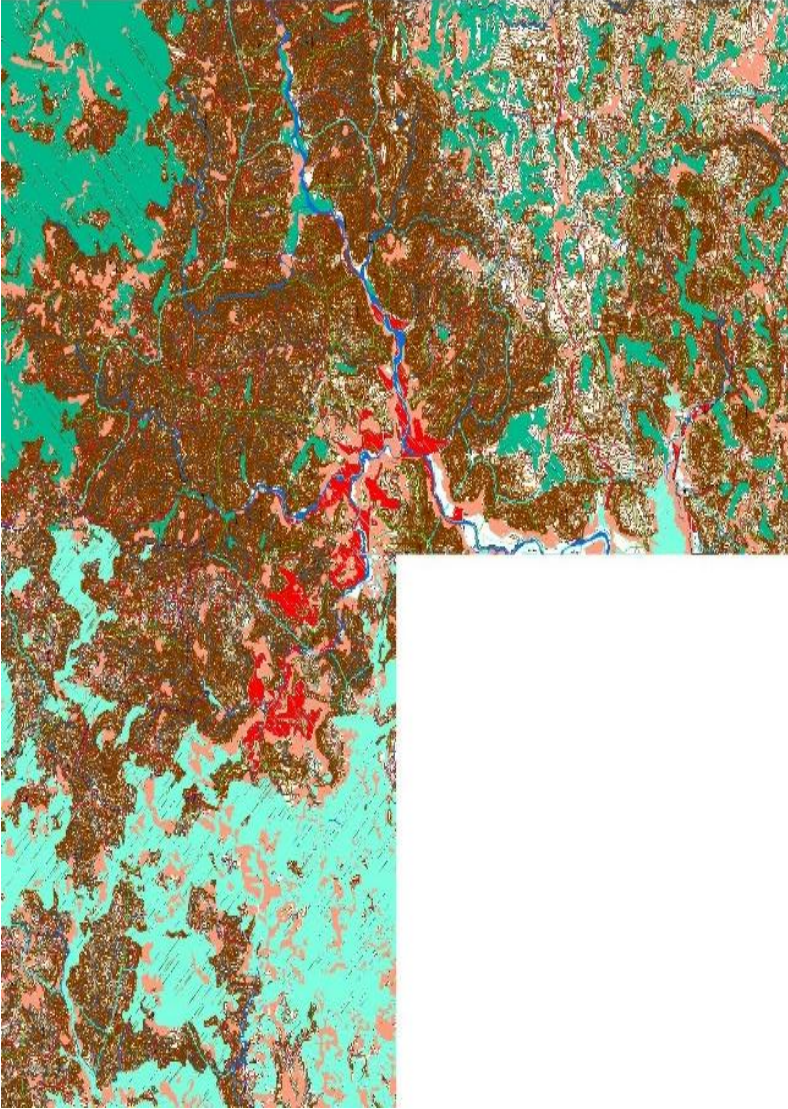
Gambar 2.2 Peta Hidrologi Waduk Tukul Pacitan

Peta RBI skala 1 : 25.000

Sumber: PT.Brantas Abipraya, 2012



Gambar 2.3 Peta Waduk Tukul Pacitan



Gambar 2.4 Peta Daerah Irigasi Eksisting

### 2.1.2 Data Kebutuhan Air Bersih

Data kebutuhan air bersih sesuai dengan hasil perhitungan 7 desa yaitu Arjosari, Gayuhan, Tremas, Jatimalang, Karangrejo, Sedayu, dan Mlati. Dari sumber perhitungan Tugas akhir yang sudah dicocokkan dengan hasil perencanaan proyek.

Data jumlah penduduk 14 desa di Kabupaten Pacitan dari tahun 2007 – 2015 seperti pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Data Jumlah Penduduk

Desa	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Arjosari	1791	1792	1807	1811	1807	1818	1819	1804	1800	
Gayuhan	1610	1622	1704	1706	1714	1733	1753	1758	1743	
Tremas	1925	1928	1925	1929	1931	1939	1952	1991	2004	
Pangkok	1960	1967	1977	1987	2012	2031	2071	2051	2048	
Bolosingo	1076	1098	1208	1296	1305	1373	1383	1385	1385	
Gunung Sari	2076	2098	2125	2184	2182	2196	2356	2328	2321	
Gembong	2079	2207	2295	2313	2332	2331	2336	2369	2340	
Jatimalang	2198	2201	2298	2191	2292	2319	2348	2411	2458	
Pacitan	3169	3178	3198	3201	3224	3254	3235	3235	3240	
Karangrejo	2501	2578	2649	2644	2639	2319	2798	2806	2849	
Sedayu	3188	3199	3210	3218	3219	3247	3366	3388	3390	
Mlati	2789	2897	2941	2762	2992	3005	3049	3072	3094	
Sambung	2849	2857	2865	2876	2912	2938	3159	3170	3240	
Pucang sewu	3021	2987	3061	3076	3100	3127	3505	3493	3550	

Sumber: Badan Pusat Statistik Pacitan

### 2.1.3 Data Curah Hujan Sepuluh Harian

Data curah hujan yang digunakan adalah data 10 tahun terakhir yaitu mulai tahun 2007 – 2016 dengan stasiun hujan Nawangan yang memiliki elevasi +668 m. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi data curah hujan 10 harian. Tabel 2.3 merupakan data curah hujan tahunan stasiun Nawangan.

Tabel 2.3 Data Stasiun Hujan Nawangan

TAHUN	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2007	64	368	171	556	63	52	4	0	0	94	262	563
2008	270	239	533	291	77	0	0	0	0	191	446	141
2009	184	437	171	196	220	42	23	3	0	28	210	201
2010	413	413	393	251	255	190	35	136	248	128	421	449
2011	347	387	389	411	193	0	0	0	0	23	210	308
2012	284	390	330	242	82	11	0	0	0	62	210	313
2013	471	290	378	386	213	294	96	0	3	132	308	419
2014	492	226	180	137	45	269	32	10	0	0	262	629
2015	371	293	379	355	179	17	0	0	0	0	204	267
2016	381	348	475	303	329	253	125	157	216	289	666	278
Max	492	437	533	556	329	294	125	157	248	289	666	629
Rerata	328	339	340	313	166	113	32	31	47	95	320	357
Min	64	226	171	137	45	0	0	0	0	0	204	141

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

### 2.1.4 Data Klimatologi

Kabupaten Pacitan beriklim tropis, mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Rata-rata suhu udara di Kabupaten Pacitan berkisar antara 22°–30° C dengan kelembaban antara 66-94%. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson Kabupaten Pacitan digolongkan pada tipe iklim C2 dengan 7 bulan basah dan 5 bulan kering.

#### A. Temperatur Udara

Temperatur udara pada permukaan evaporasi sangat berpengaruh terhadap evaporasi. Semakin tinggi temperatur semakin besar kemampuan udara untuk menyerap uap air.

[Triatmodjo, 2008]



Tabel 2.4 Data Temperatur

Tahun	Temperatur C°											
	Rata - rata Temperatur											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2014	34.76	35.05	35.03	35.23	35.15	34.78	34.66	34.32	34.32	35.53	35.85	35.45
2015	34.73	34.95	35.08	35.30	34.82	34.47	34.19	34.27	35.05	34.29	33.23	33.00
2016	33.08	33	33	32.5	32.5	33	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5
Jumlah	102.56	103.00	103.11	103.03	102.47	102.25	101.35	101.10	101.87	102.32	101.58	100.95
Rerata	34.19	34.33	34.37	34.34	34.16	34.08	33.78	33.70	33.96	34.11	33.86	33.65

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

### B. Potensi Penyinaran Matahari

Pada setiap perubahan bentuk zat; dari es menjadi air (mencair), dari zat cair menjadi gas (penguapan), dan dari es langsung menjadi uap air (penyubliman) diperlukan panas laten. Panas laten untuk penguapan berasal dari radiasi matahari dan tanah. Radiasi matahari merupakan sumber utama panas dan mempengaruhi jumlah evaporasi di atas permukaan bumi.

[Triatmodjo, 2008]

Tabel 2.5 Data Lama Penyinaran Matahari

Tahun	Penyinaran Matahari n/N %											
	Rata - rata Penyinaran Matahari											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2014	40.65	43.64	67.58	54.27	60.74	53.67	44.74	68.06	72.93	69.26	37.80	39.81
2015	53.81	61.04	53.68	41.07	56.23	62.53	63.42	61.77	71.97	66.74	68.37	63.71
2016	47.32	47.03	53.55	57.33	52.84	45.67	51.26	53.84	51.77	54.26	45.97	33.87
Jumlah	141.77	151.71	174.81	152.67	169.81	161.87	159.42	183.68	196.67	190.26	152.13	137.39
Rerata	47.26	50.57	58.27	50.89	56.60	53.96	53.14	61.23	65.56	63.42	50.71	45.80
Rerata	0.47	0.51	0.58	0.51	0.57	0.54	0.53	0.61	0.66	0.63	0.51	0.46

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

### C. Kecepatan angin

Penguapan yang terjadi menyebabkan udara di atas permukaan evaporasi menjadi lebih lembab, sampai

akhirnya udara menjadi jenuh terhadap uap air dan evaporasi terhenti.

Agar proses penguapan dapat berjalan terus, lapisan udara yang telah jenuh harus diganti dengan udara kering. Penggantian tersebut dapat terjadi apabila ada angin. Oleh karena itu kecepatan angin sangat penting dalam evaporasi.

[Triatmodjo, 2008]

Tabel 2.6 Data Kecepatan Angin

Tahun	Kecepatan Angin Km/ Hari											
	Rata - rata Kecepatan Angin											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2014	32.60	37.74	33.24	33.92	36.17	35.47	35.51	48.10	62.87	64.34	56.12	29.01
2015	47.13	31.90	28.52	25.90	27.72	36.27	41.79	47.92	63.09	64.05	57.26	35.63
2016	36.88	25.27	25.03	23.70	22.93	12.16	9.75	13.86	16.71	9.91	10.53	19.50
Jumlah	116.61	94.91	86.79	83.52	86.82	83.90	87.06	109.88	142.67	138.31	123.91	84.14
Rerata (km/hari)	38.87	31.64	28.93	27.84	28.94	27.97	29.02	36.63	47.56	46.10	41.30	28.05
Rerata (m/detik)	0.45	0.37	0.33	0.32	0.33	0.32	0.34	0.42	0.55	0.53	0.48	0.32

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

#### D. Kelembaban Udara

Udara lembab merupakan campuran dari udara kering dan uap air. Banyaknya uap air yang terkandung dalam udara dapat dinyatakan dalam beberapa cara yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik, dan kelembaban relatif. Dari ketiga cara tersebut, kelembaban relatif yang paling banyak digunakan.

[Triatmodjo, 2008]

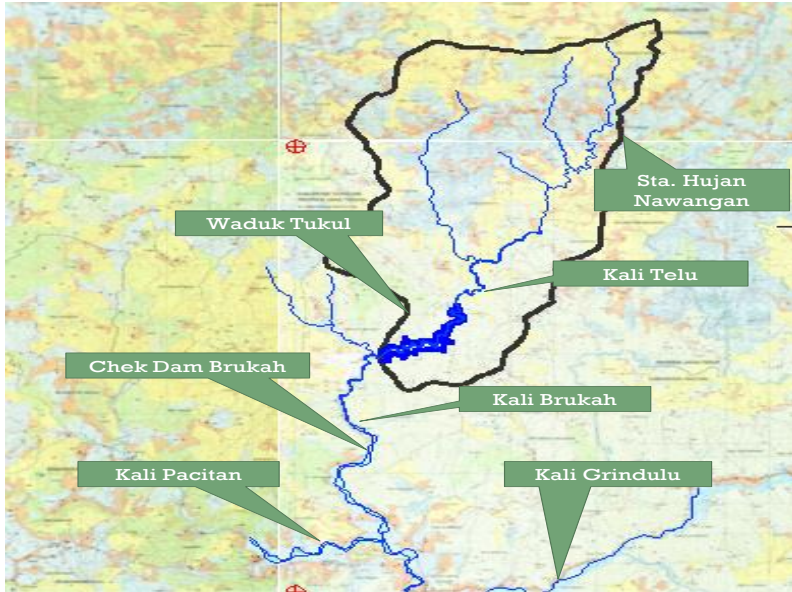
Tabel 2.7 Data Kelembaban Relatif

Tahun	Kelembaban Relatif RH %											
	Rata - rata Kelembaban Relatif											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2014	90.81	89.82	92.65	92.87	91.97	92.10	87.03	89.32	89.37	89.74	90.17	90.52
2015	90.97	90.96	91.87	90.13	89.97	84.83	86.16	85.13	88.77	87.26	89.13	89.84
2016	90.19	90.17	91.29	90.50	92.29	91.53	92.29	92.39	87.40	85.29	89.93	90.35
Jumlah	271.97	270.96	275.81	273.50	274.23	268.47	265.48	266.84	265.53	262.29	269.23	270.71
Rerata	90.66	90.32	91.94	91.17	91.41	89.49	88.49	88.95	88.51	87.43	89.74	90.24
Rerata	0.91	0.90	0.92	0.91	0.91	0.89	0.88	0.89	0.89	0.87	0.90	0.90

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

### 2.1.5 Debit Sungai

Pada Perencanaan Waduk Tukul Pacitan dan pendayagunaan memerlukan debit sungai hasil pengukuran di sungai Kali Telu. Namun data yang dimaksud tidak ada, oleh karena itu mengacu pada laporan akhir proyek akan dicari secara empiris dengan metode F.J. Mock. Kalibrasi f.j mock dilakukan pada titik pengamatan paling dekat yaitu di AWLR Gunungsari Sungai Grindulu dengan menggunakan data hujan Stasiun Kerti. Data debit terdekat dari Kali Telu terletak di stasiun AWLR Gunungsari, yaitu terletak di hilir pertemuan K. Grindulu dan K. Brungkah. K. Grindulu merupakan induk sungai dari Kali Telu. AWLR ini mempunyai periode pencatatan dari tahun 2000 - 2005 dengan luas DAS sebesar 249,10 km<sup>2</sup>. Parameter F.J Mock untuk analisa debit sungai Kali Telu yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan debit inflow Waduk Tukul adalah diperoleh dari perbandingan data debit AWLR Gunungsari dan debit yang diperoleh dari perhitungan curah hujan Stasiun Nawangan pada Tahun 2000- 2005 yang akan diperoleh faktor korelasi sebesar 0,98. Pada gambar 2.5 merupakan peta letak sungai kali telu dengan kali grindulu



Gambar 2.5 Sketsa Sungai

Sumber : PT. Brantas Abipraya 2012

Berikut adalah data tabel debit aktual Sungai grindulu AWLR Gunungsari sesuai dengan tabel 2.8 yang akan dihitung dengan metode F.J Mock untuk mendapatkan parameter- parameter hasil kalibrasi:

Tabel 2.8 Data Debit Sungai Kali Grindulu AWLR Gunungsari

TAHUN	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2000	26.14	73.96	38.26	46.44	24.27	7.53	3.68	1.71	0.85	48.55	76.19	13.08
2001	57.23	59.71	38.17	26.44	11.18	18.11	9.92	5.41	3.38	13.56	25.94	12.56
2002	22.26	46.63	49.43	56.47	18.21	9.86	7.72	6.49	5.67	4.55	6.42	24.40
2003	36.89	64.79	53.45	13.50	11.60	3.07	1.57	1.17	0.88	1.59	13.03	50.93
2004	147.52	175.87	168.22	69.38	31.87	22.94	12.74	8.44	7.98	6.19	60.11	243.42
2005	93.50	100.47	101.93	81.04	36.70	41.14	35.71	15.42	2.50	3.80	5.78	22.91

Sumber: Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pacitan

## 2.2 Dasar Teori

Dasar teori digunakan sebagai acuan dalam mengolah data mentah yang diperoleh dari berbagai sumber agar dapat digunakan untuk perencanaan. Diantaranya sebagai berikut:

### 2.2.1 Analisa Kebutuhan Air Baku

Dilihat dari pengertiannya air baku adalah air yang diperlukan oleh manusia setiap harinya. Data yang mempengaruhi neraca air baku ialah :

- Hubungan debit andalan 20% terkering dengan jumlah penduduk yang dapat dilayani
- Kebutuhan air baku untuk penduduk/liter/hari
- Kebutuhan air baku untuk penduduk dan atau hewan

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya 2007 standar kebutuhan air ada 2 macam, antara lain:

- Standart kebutuhan air domestik  
Standart kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari – hari.

Tabel 2.9 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

- Standar kebutuhan air non domestik  
Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar kebutuhan rumah

tangga. Kebutuhan air non domestik untuk kota dapat dibagi dalam berbagai kategori, antara lain:

- Kota kategori I ( Metro )
- Kota kategori II ( Kota Besar )
- Kota kategori III ( Kota Sedang )
- Kota kategori IV ( Kota Kecil )
- Kota Kategori V ( Desa )

Tabel 2.10 Kategori Kebutuhan Air non Domestik

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
	Konsumsi unit					
1	sambungan rumah (SR) l/o/h	190	170	130	100	80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik l/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
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 di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	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	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan (%)	*) 90	90	90	90	**) 70

Sumber : Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2007

\*) 60% perpipaan , 30% non perpipaan

\*\*) 25% perpipaan , 45% non perpipaan

### 2.2.2 Analisa Curah Hujan

Data hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, *run off* dan infiltrasi.

#### 1. Curah Hujan Andalan

Hujan yang jatuh ke permukaan tanah tidak semuanya dapat dikatakan efektif untuk pertumbuhan tanaman. Sebagian air hujan akan menguap dan sebagian lagi akan masuk kedalam tanah dan menjalin *run off* atau aliran di permukaan tanah. Analisa curah hujan efektif ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan air untuk irigasi. Untuk tanaman padi, curah hujan efektif bulanan diambil 80% dari curah hujan minimum dengan periode ulang tertentu dengan kemungkinan gagal 20% (curah hujan R80), dengan rumus peluang *Metode Kalifornia* :

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

P = Peluang terjadi %

n = Jumlah data pengamatan

m = No urut kejadian

#### 2. Curah Hujan Efektif

Sedangkan hujan efektif mempunyai rumus seperti berikut:

Re padi =  $R_{80} \times 70\%$

Re tebu =  $R_{80} \times 60\%$

Re palawija =  $R_{80} \times 50\%$

Dimana :

Re = Curah hujan efektif ( mm/hari )  
 $R_{80}$  = Curah hujan harian dengan probabilitas  
 80% selama setahun (mm/hari)

[Depertemen PU, 1986]

### 2.2.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah evaporasi dari permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Berkaitan dengan tanaman, evapotranspirasi adalah sama dengan kebutuhan air konsumtif yang didefinisikan sebagai penguapan total dari lahan dan air yang diperlukan oleh tanaman.

$$Eto = c [W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)]$$

Dimana:

Eto = Evaporasi potensial ( mm/hari )

W = Bobot faktor

Rn = Radial netto

ea-ed = Perubahan tekanan air jenuh dengan  
 kekuatan uap nyata (mbar)

c = Faktor penyesuaian untuk mengimbangi

[Triatmojo, 2008]

### 2.2.4 Debit Sungai

Debit sungai merupakan laju aliran air (volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Debit sungai digunakan untuk menghitung debit andalan agar dapat diketahui



besarnya ketersediaan air. Dalam perhitungan debit sungai digunakan metode F.J. Mock dengan memerhatikan luas DAS. Langkah pengerjaan metode F.J. Mock adalah sebagai berikut:

#### I. Data Hujan

1. Curah Hujan (P)

2. Hari Hujan (h)

#### II. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

3. Evapotranspirasi Potensial (Et<sub>0</sub>)

4. Permukaan Lahan Terbuka

5.  $(m/20)*(18-h)$

6.  $E = (Et_0)*(m/20)*(18-h)$

7.  $Et = (Et_0) - E$

#### III. Ketersediaan Air

8.  $D_s = P - Et$

9. Aliran permukaan (hujan lebat)

10. Kandungan air tanah

11. Kapasitas kelembaban tanah (SMC)

12. Kelebihan air (WS)

#### IV. Aliran dan Simpanan Air Tanah

13. Infiltrasi

14.  $0.5*(1+K)*Infiltrasi$

15.  $K*V_{(n-1)}$

16. Volume penyimpanan (V<sub>n</sub>)

17. Perubahan volume (DV<sub>n</sub>)

18. Aliran dasar (BF)

19. Aliran langsung (DR)

20. Aliran (R)

#### V. Debit Aliran Sungai

21. Jumlah hari

22. Debit aliran sungai (m<sup>3</sup>/detik)

23. Debit aliran sungai (l/detik)

### 2.2.5 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi ialah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Suatu pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh ketersediaan air yang di dalam

tanah. Kekurangan air akan mengakibatkan terjadinya gangguan aktifitas fisiologis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan terhenti. Kebutuhan air untuk tanaman pada suatu jaringan irigasi merupakan air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal tanpa kekurangan air yang dinyatakan dalam Netto Kebutuhan Air Lapang (*Net Field Requirement*, NFR ).

#### 1. Rencana Pola Tanam dan Sistem Penggolongan

Pola tanam adalah gambaran rencana tanam berbagai jenis tanaman yang akan dibudidayakan dalam suatu lahan irigasi per tahun. Umumnya pola tata tanam dipengaruhi oleh debit andalan yang tersedia dengan keterbatasan persediaan air, maka diperlukan pola tata tanam yang optimum. Guna sistem golongan adalah untuk mencari periode – periode pengelolaan lahan untuk tanaman padi akhir musim kemarau atau awal musim penghujan hendaknya dilaksanakan sistem penggolongan. Tabel dibawah ini merupakan contoh pola tata tanam yang dapat dipakai.

Tabel 2.11 Pola Tanam

Ketersediaan air	Pola tanam dalam setahun
Cukup banyak air	Padi – padi – palawija
Cukup air	Padi – padi – bero Padi – palawija – palawija
Kekurangan air	Padi – palawija – bero Palawija – padi – bero

Sumber: Direktorat jendral Pengairan, 1986

#### A. Perkolasi

Kehilangan air akibat pergerakan air tanah yang disebabkan oleh penurunan air secara gravitasi kedalam tanah. untuk sawah, gejala ini merupakan peristiwa perkolasi atau rembesan, sedangkan untuk palawija gejala ini merupakan penurunan akibat muka air lebih rendah dari permukaan akar. Gejala ini sangat dipengaruhi oleh sifat fisik tanah.

Sumber: Direktorat Jendral Pekerja Umum Pengairan

Berdasarkan kemiringan lahan:

- Lahan datar = 1 mm/hari
- Lahan miring >5% = 2 - 5 mm/ hari

Berdasarkan tekstur tanah:

- Berat (lempung) = 1- 2 mm/hari
- Sedang (lempung berpasir) = 2- 3 mm/hari
- Ringan = 3- 6 mm/hari

## B. Pergantian lapisan air (*Water Layer Requirement*)

1. Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan
2. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, dilakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan ) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

Dari keenam faktor tadi maka perkiraan kebutuhan air irigasi ialah sebagai berikut ( *SPI bagian penunjang , 1986*):

- Kebutuhan bersih air di sawah ( NFR )

Saat fase penyiapan lahan rumus NFR seperti berikut:

$$\text{NFR padi} = \text{Etc} - \text{Repadi}$$

Sedangkan saat fase pertumbuhan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{NFR}_{\text{padi}} &= \text{Etc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR} \\ \text{NFR}_{\text{pol}} &= \text{Etc} - \text{Repol} \end{aligned}$$

- Kebutuhan air irigasi di pintu pengambilan

$$\text{DR} = \text{NFR} / e. 8,64$$

Dimana :

Etc	= Kebutuhan konsumtif (mm)
P	= Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)
Re	= Curah Hujan efektif (mm/hari)
EI	= Efisiensi Irigasi secara total (%)

WLR	= Pergantian lapisan air(mm/hari)
NFR	= Kebutuhan air di sawah (mm/hari)
DR	= Kebutuhan air di pintu pengambilan (l/dt/ha)
1/8,64	= Angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha

### C. Kebutuhan Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan maksimum air pada suatu proyek irigasi. Faktor penting yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah:

- Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk penyiapan lahan.
- Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan.

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh van de Goor dan Zijlstra (1968). Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam l/dt selama penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut:

$$LP = M \cdot ek / (ek - 1)$$

Dimana :

- |    |  |
|----|--|
| LP | = Kebutuhan air irigasi untuk pengolahan tanah (mm/hari)   |
| M  | = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan : |

$$M = E_o + P$$

Dimana :

- $E_o$  = Evaporasi air terbuka (mm/hari)  
 =  $E_{To} \times 1,10$   
 $P$  = Perkolasi(mm/hari)  
 (Tergantung tekstur tanah)  
 $K$  =  $MT/S$   
 $T$  =Jangka waktu penyiapan tanah  
 (hari)  
 $S$  =Kebutuhan air (untuk penjumlahan  
 ditambah dengan lapisan air 50 mm,  
 yakni  $200 + 50 = 250$  mm)

Tabel 2.12 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan

Eo + P mm/ hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
3	9.7	11.3		
3.5	10	11.7		
4	10.3	12		
4.5	10.7	12.3		
5	11.1	12.7	8,4	9,5
5.5	11.4	13	8,8	9,8
6	11.7	13.3	9,1	10,1
6.5	12	13.6	9,4	10,4
7	12.3	13.9	9,8	10,8
7.5	12.6	14.2	10,1	11,1
8	13	14.5	10,5	11,4
8.5	13.3	14.8	10,8	11,8
9	13.6	15.2	11,2	12,1
9.5	14	15.5	11,6	12,5
10	14.3	15.8	12,0	12,9
10.5	14.7	16.2	12,4	13,2
11	15	16.5	12,8	13,6

Sumber: Sumber: Direktorat jendral Pengairan, 1986, tabel A.2.1 KP 01

Untuk tanah bertekstur berat tanpa retak – retak kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil 200 mm. Setelah transplantasi selesai, lapisan air disawah akan ditambah 50 mm. Secara keseluruhan, ini berarti bahwa lapisan air yang diperlukan menjadi 250 mm untuk penyiapan lahan dan lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Bila lahan telah dibiarkan bera selama jangka waktu yang lama (2,5 bulan atau lebih), maka lapisan air yang diperlukan untuk penyiapan lahan diambil 300 mm, termasuk 50 mm untuk penguapan setelah transplantasi (SPIKP-1:1986).

#### D. Kebutuhan Air Untuk Konsumtif Tanaman

Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman merupakan kedalaman air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi tanaman yang bebas penyakit, tumbuh di areal pertanian pada kondisi cukup air dari kesuburan tanah dengan potensi pertumbuhan yang baik dan tingkat lingkungan pertumbuhan yang baik. Untuk menghitung kebutuhan air untuk konsumtif tanaman digunakan persamaan empiris sebagai berikut:

$$Etc = Kc \times Eto$$

Dimana :

Kc = Koefisien tanaman

Eto = Evapotranspirasi potensial  
(mm/hari)

Etc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

### 1. Efisiensi Irigasi

Agar air yang sampai pada tanaman tepat jumlahnya seperti yang direncanakan, maka air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan harus lebih besar dari kebutuhan. Besarnya nilai efisiensi irigasi ini dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang selama di perjalanan. Efisiensi kehilangan air pada saluran primer, sekunder, dan tersier berbeda-beda pada daerah irigasi. Besarnya kehilangan air di tingkat saluran sebagai berikut :

Tabel 2.13 Efisiensi Irigasi

Efisiensi Irigasi	
Jaringan Primer	80%
Jaringan Sekunder	90%
Jaringan Tersier	90%
Total EI	65%

Sumber : Direktorat Jendral Pengairan

## 2. Koefisien Tanaman

Besarnya nilai suatu koefisien tanaman tergantung dari umur dan jenis tanaman yang ada. Koefisien tanaman ini merupakan faktor yang dapat digunakan mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman pada masa pertumbuhannya. Koefisien tanaman ini akan mempengaruhi besarnya kebutuhan air bagi tanaman.



Tabel 2.14 Koefisien Tanaman Palawija

jenis tanaman	jangka tumbuh	1/2 Bulanan														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Kedelai	85	0.5	0.75	1	1	0.82	0.45									
Jagung	80	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95									
Kacang Tanah	130	0.5	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.95	0.55	0.55						
Bawang	70	0.5	0.51	0.69	0.9	0.95										
Buncis	75	0.5	0.64	0.89	0.95	0.88										
Kapas	195	0.5	0.5	0.58	0.75	0.91	1.04	1.05	1.05	1.05	0.78	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

Sumber: Departemen PU:1983

Tabel 2.15 Koefisien Tanaman Padi

Bulan	NEDECO/PROSIDA		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.2	1.2	1.1	1.1
1	1.2	1.27	1.1	1.1
1.5	1.32	1.33	1.1	1.05
2	1.4	1.3	1.1	1.05
2.5	1.35	1.3	1.1	0.95
3	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4	0		0	

Sumber : Departemen PU:1983

### 2.2.6 Optimasi dengan Program Linier Microsoft Excel Add-ins Solver

Optimasi linier merupakan suatu model matematis yang mempunyai dua fungsi utama, yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala atau pembatas. Optimasi linier bertujuan untuk mencapai nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi tujuan. Solver adalah program tambahan Microsoft Excel yang digunakan untuk analisa nilai agar mencapai hasil yang optimum(maksimum atau minimum) dan dituangkan menjadi suatu rumus didalam suatus sel yang disebut sel tujuan, tetapi memiliki batasan pada nilai dari sel rmusan lain pada lembar kerja.

Solver bekerja dengan group sel, yang disebut variabel keputusan atau sel variabel sederhana yang digunakan dalam perhitungan rumus di dalam sel tujuan atau batasan. Solver juga menyesuaikan nilai di dalam sel variabel keputusan untuk memenuhi batas pada sel batasan dan memberikan hasil yang diinginkan untuk sel tujuan.

Adapun model matematika optimasi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Optimasi ditinjau dari intensitas tanam

Model matematis untuk menyelesaikan optimasi dengan program linier ini terdiri dari fungsi tujuan (*Objective Function*) dan fungsi kendala. *Objective Function* adalah luas tanam dihitung selama setahun.

*Objective Function*

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{n=1}^k X_i \cdot Ep_{i,o} + \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^l P_j \cdot Eo_{j,p}$$

dimana

$Z$  = Luas Tanam Setahun.

$X_i$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan *bulan ke i* (ha).

$P_j$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman polowijo, golongan *bulan ke j* (ha).

$Ep_{i,o}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman padi yang ditanam mulai bulan *i* dengan umur *o* (ltr/dt/ha).

$Eo_{j,p}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman polowijo yang ditanam mulai bulan *j* dengan umur *p* (ltr/dt/ha).

Maksimumkan nilai:

OF =  $\Sigma$ Luas tan. padi +  $\Sigma$ Luas tan. palawija

Dimana OF adalah nilai yaitu maksimum intensitas tanam (Ha).

$X_{1\text{padi}}$  = luasan tanaman padi pada awal tanam bulan Nopember (Ha)

$X_{2\text{padi}}$  = luasan tanaman padi pada awal tanam bulan Desember (Ha)

$X_{3\text{padi}}$  = luasan tanaman padi pada awal tanam bulan Januari (Ha)

Sampai

$X_{12_{\text{padi}}}$  = luasan tanaman padi pada awal tanam bulan Oktober (Ha)

P1 = luasan tanaman palawija pada awal tanam bulan Mei (Ha)

P2 = luasan tanaman palawija pada awal tanam bulan Juni (Ha)

P3 = luasan tanaman palawija pada awal tanam bulan Juli (Ha)

$X_{1_{\text{padi}}}, X_{2_{\text{padi}}}, X_{3_{\text{padi}}}, X_{4_{\text{padi}}}, X_{5_{\text{padi}}}, X_{6_{\text{padi}}}, X_{7_{\text{padi}}}, X_{8_{\text{padi}}}, X_{9_{\text{padi}}}, X_{10_{\text{padi}}}, X_{11_{\text{padi}}}, X_{12_{\text{padi}}}$  P1, P2, P3  $\geq 0$

Fungsi Kendala

Pada optimasi irigasi ini terdapat 2 (dua) fungsi kendala yaitu kendala ketersediaan air dan kendala luas tanam daerah irigasi.

1. Kendala Ketersediaan Air  
dimana

$$\sum Qi(i) \leq \sum Qk(i)$$

$Qi(i)$  = Debit andalan sungai pada bulan i

$\sum Qk(i)$  = Jumlah debit kebutuhan air pada bulan i

2. Kendala Luas Tanam  
dimana

$$\sum A(i) \leq Areal$$

$\sum A(i)$  = Jumlah luas tanam pada bulan i.

*Areal* = Jumlah Luas Lahan Irigasi

Luasan Maksimum

$$X_{\text{padi}} + P \leq \text{Luasan Total}$$

Volume Andalan

$$V_{\text{padi}} \cdot X_{\text{padi}} + V_{\text{pal}} \cdot X_{\text{pal}} \leq V_{i1}$$

$V_{i1}$  = volume andalan pada bulan 1

Tanaman Palawija

$$P1 \geq Pt$$

Pt = Luas tanaman palawija yang diisyaratkan.



## **BAB III**

### **METODOLOGI DAN ALUR PERENCANAAN**

#### **3.1 Metodologi**

Pembuatan proposal tugas akhir ini dengan tahap – tahap seperti berikut:

##### **3.1.1 Survey Pendahuluan dan Studi Literatur**

Survey pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi dan keadaan lapangan yang terdapat di Daerah Kab. Pacitan mengenai daerah irigasi. Studi literatur merupakan tahapan untuk menambah wawasan dan masukan terhadap permasalahan serta mengidentifikasi dari seluruh permasalahan yang ada. Sehingga dapat mengambil langkah-langkah selanjutnya untuk memecahkan permasalahan yang terjadi.

##### **3.1.2 Pengumpulan Data**

Adapun data-data sekunder meliputi:

- Data curah hujan, yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui curah hujan efektif.
- Data klimatologi yang meliputi suhu udara rata-rata, kelembapan relatif, lamanya penyinaran matahari dan kecepatan angin yang terjadi di daerah studi. Data-data tersebut nantinya akan diolah untuk mendapatkan besarnya evapotranspirasi yang terjadi pada daerah studi.
- Data debit sungai Gerindulu pada AWLR Gunung sari untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang digunakan dalam perhitungan debit sungai Kali Telu.
- Hasil optimasi pola tata tanam akan di optimumkan lagi berdasarkan intensitas tanamnya untuk menghasilkan jadwal pemberian air pada pintu intake.

### 3.1.3 Analisa Data/Proses Perhitungan

Tahapan selanjutnya adalah analisa data/proses perhitungan yang meliputi:

- Analisa hidrologi yang akan membahas perhitungan curah hujan efektif dan volume/debit andalan.
- Analisa klimatologi yang nantinya akan merujuk pada perhitungan Evapotranspirasi. Besarnya angka evaporasi dan transpirasi yang sesuai dengan data klimatologi.
- Analisa kebutuhan air pada tanaman (NFR) untuk mengetahui penjadwalan kebutuhan air pada periode tertentu. Ada beberapa hal yang memengaruhi besarnya kebutuhan air yang diperlukan, yakni jenis tanaman, besarnya perkolasi yang terjadi di lapangan, efisiensi irigasi dan evapotranspirasi.
- Perencanaan pola tanam yang akan digunakan untuk mencapai suatu kondisi yang optimal ditinjau dari intensitas tanam dan produktivitas tanam.
- Analisa debit *inflow dan outflow* untuk mengetahui ketersediaan air pada *mass curve*. Sehingga dapat mengatur bukaan pintu air pada intake waduk.

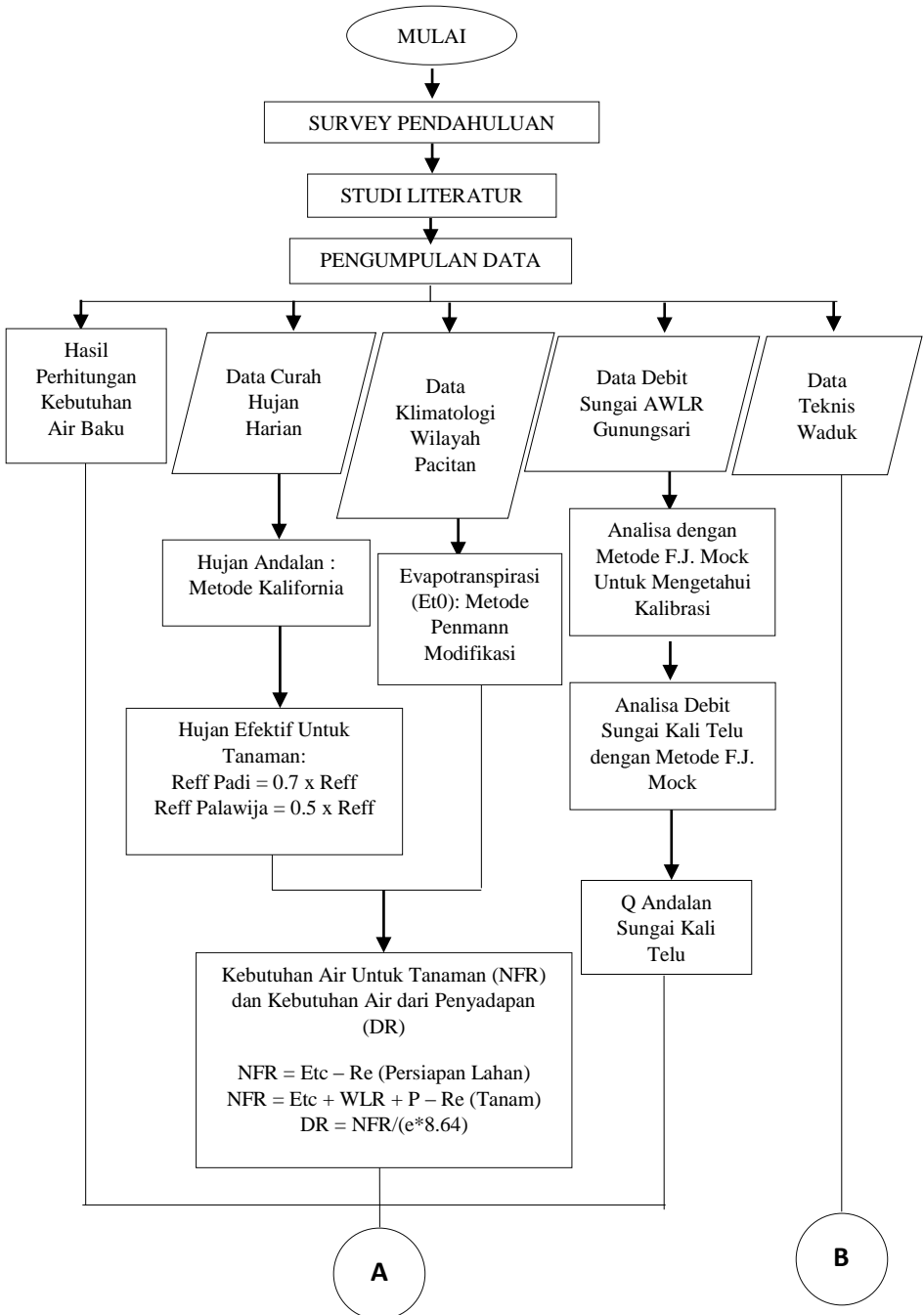
## 3.2 Alur Perencanaan

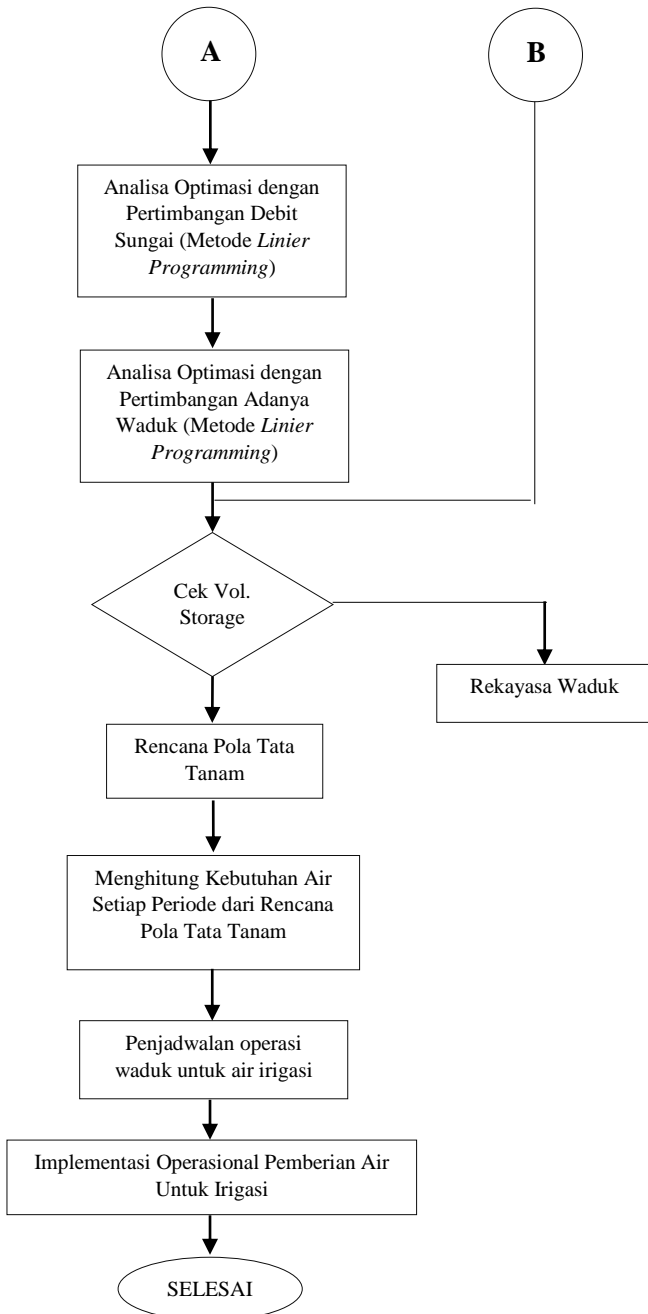
Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode Optimasi dengan program linier melalui *software Microsoft Excel* sehingga tergambar diagram alir pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut:

### 3.2.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Berikut adalah diagram alir pengerjaan tugas akhir:







## BAB IV

### ANALISA DATA

#### 4.1 Analisa Perhitungan Air Baku

Kebutuhan air dihitung berdasarkan proyeksi penduduk yang telah dihitung dikalikan dengan faktor yang telah ditetapkan oleh Dinas Cipta Karya seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Acuan Perhitungan

Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jenis	Domestik (lt/org/hr)	Non Domestik (lt/org/hr)	Kehilangan Air (%)
Diatas 1.000.000	Metro	190	20-30	20-30
100.000 - 500.000	Sedang	130	20-32	20-32
20.000 - 100.000	Kecil	100	20-33	20-33
Kurang dari 20.000	Desa	80	20-30	20-34

Sumber : Badan Pusat Statistik Pacitan

Contoh perhitungan pada Desa Arjosari :

Jumlah penduduk= 1830 Jiwa

Domestik = 1830 Jiwa x 80 = 146430 lt/hari

Non Domestik = 1830 Jiwa x 15% x 30 = 8236.69 lt/hari

Kehilangan Air = 1830 Jiwa x 20% = 366.075 lt/hari

Jumlah = 155032.8 lt/hari

=0.0018 m<sup>3</sup>/detik

Tabel 4.2 Perhitungan Kebutuhan Air Baku

KEBUTUHAN AIR BAKU									
No	Zona	Jumlah Penduduk (jiwa)	Domestik (liter/hr)	Non Domestik (liter/hr)	Kehilangan Air (liter/hr)	Jumlah (liter/hr)	Jumlah (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah lt/dt	
1	Arjosari	1830	146430	8236.6875	366.075	155032.76	0.0018	1.7944	
2	Gayuhan	2192	175350	9863.4375	438.375	185651.81	0.0021	2.1487	
3	Tremas	2271	181650	10217.8125	454.125	192321.94	0.0022	2.2259	
4	Jatimalang	3336	266840	15009.75	667.1	282516.85	0.0033	3.2699	
5	Karangrejo	4024	321880	18105.75	804.7	340790.45	0.0039	3.9443	
6	Sedayu	4072	325740	18322.875	814.35	344877.23	0.0040	3.9916	
7	Mlati	4123	329870	18555.1875	824.675	349249.86	0.0040	4.0422	
Jumlah								lt/dt	21.417
Jumlah kebutuhan air baku								jt liter	55.51

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan prediksi data jumlah penduduk Kecamatan Arjosari dikali dengan standar kebutuhan air menurut Dinas Cipta Karya maka didapat  $Q = 21.417$  lt/dt seperti tabel 4.2.

#### 4.2 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Suatu pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh ketersediaan air yang di dalam tanah. Kekurangan air akan mengakibatkan terjadinya gangguan aktifitas fisiologis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan terhenti. Kebutuhan air untuk tanaman pada suatu jaringan irigasi merupakan air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal tanpa kekurangan air yang dinyatakan dalam netto kebutuhan air lapangan atau NFR.

Kebutuhan air di sawah ditentukan oleh faktor-faktor berikut:

### 4.2.1 Hujan Andalan

Analisa hidrologi ini digunakan untuk mengolah data curah hujan selama 10 tahun menjadi data curah hujan efektif. Metode yang digunakan adalah metode Kalifornia.

Stasiun hujan : Nawangan, Pacitan.

Data hujan yang disajikan sebagai analisa 10 tahun terakhir (2007-2016). Data yang diperoleh diubah menjadi data 10 harian. Setelah diubah menjadi data 10 harian, data hujan tersebut diranking dari yang terbesar ke terkecil. Sehingga diperoleh seperti pada tabel 4.3.

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

Peluang yang dibutuhkan dalam hujan andalan adalah 80% maka,

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

$$80\% = \frac{8}{10} \times 100\%$$

$$= 80\%$$

Sehingga hujan andalan terletak pada no urut 8.

Tabel 4.3 Hujan Andalan

No	Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember																											
mm(10%)	Jan-1	Jan-2	Jan-3	Feb-1	Feb-2	Feb-3	Mar-1	Mar-2	Mar-3	Apr-1	Apr-2	Apr-3	Mei-1	Mei-2	Mei-3	Jun-1	Jun-2	Jun-3	Jul-1	Jul-2	Jul-3	Agus-1	Agus-2	Agus-3	Sep-1	Sep-2	Sep-3	Okh-1	Okh-2	Okh-3	Nov-1	Nov-2	Nov-3	Des-1	Des-2	Des-3			
1	10	282	260	194	188	236	204	233	170	200	257	152	212	128	129	98	101	156	118	53	68	35	86	21	130	25	148	85	147	41	138	351	231	265	218	283	245		
2	20	180	150	140	188	191	150	168	140	197	222	131	182	114	107	92	45	156	94	22	34	23	10	6	50	15	123	68	36	36	119	239	184	135	150	279	192		
3	30	156	110	133	186	106	149	155	118	195	173	113	133	102	105	55	44	151	52	7	32	15	0	3	0	0	0	3	0	18	31	117	192	157	109	143	208	182	
4	40	149	105	115	136	101	146	148	117	160	129	110	92	95	79	41	35	67	37	4	13	9	0	0	0	0	0	0	0	8	15	89	170	103	108	141	177	134	
5	50	145	99	112	132	99	127	115	98	146	123	105	84	72	51	39	17	10	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	42	61	101	106	105	126	107		
6	60	132	86	104	124	98	124	98	85	112	90	144	118	101	72	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	28	37	76	101	60	124	94		
7	70	114	85	83	113	97	78	49	70	140	107	92	55	55	33	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	35	61	96	60	123	89	
8	80	95	25	81	99	63	55	42	29	127	76	90	43	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	59	63	51	39	76	
9	90	28	15	43	89	41	53	41	22	114	46	72	39	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	48	36	42	36	45
10	100	21	0	41	39	41	7	35	2	22	32	21	23	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	23	9	0	0
Max	282	260	194	188	236	204	233	170	200	257	152	212	128	129	98	101	156	118	53	68	35	86	21	130	25	148	85	147	41	138	351	231	265	218	283	245			
Rerata	130	93.1	104.6	129.4	107.3	105.4	109.8	85.6	144.5	120.3	98.7	93.5	67.2	57	33.3	25.8	54.7	32.3	8.6	14.7	8.2	9.6	3	18	4	27.4	15.3	20.9	13	55.6	110	105.8	104.2	97.9	139.5	116.4			
Min	21	0	41	39	41	7	35	2	22	32	21	23	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	23	9	0	0	
Re-80	95	25	81	99	63	55	42	29	127	76	90	43	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	59	63	51	39	76	

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2.2 Curah Hujan Efektif

Langkah- langkah yang digunakan untuk proses perhitungan seperti yang sudah dipaparkan pada sub bab 2.2.2 No. Urut 2.

$$\text{Re padi} = R_{80} \times 70\%$$

$$\text{Re palawija} = R_{80} \times 50\%$$

Analisa curah hujan efektif ini bermaksud untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Curah hujan efektif bulanan diambil 80% dari curah hujan minimum dengan periode ulang tertentu dengan kemungkinan gagal 20% (curah hujan R80). Sehingga diperoleh tabel 4.3.

Berikut ini merupakan penjelasan dari tabel 4.4. Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi, tebu, dan palawija

- Kolom 1: Bulan
- Kolom 2: Periode
- Kolom 3: Curah hujan efektif / R80 (didapatkan pada tabel 5.8 dengan cara metode aritmatika)
- Kolom 4: Re Padi

Curah hujan efektif pada tanaman padi dihitung dengan cara:

Misal pada Januari periode 1:

$$\begin{aligned} \text{Re padi} &= R_{80} \times 0.7 \\ &= 93 \times 0.7 \\ &= 65.10 \text{ mm/10 hari} \end{aligned}$$

- Kolom 5: Re Palawija
- Curah hujan efektif pada tanaman palawija dihitung dengan cara:

Misal pada Januari periode 1:

$$\begin{aligned} \text{Re palawija} &= R_{80} \times 0.5 \\ &= 93 \times 0.5 \\ &= 46.50 \text{ mm/10 hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Re Padi dan Re Palawija

Bulan	Periode	R80	Re Padi	Re Palawija	Re Padi	Re Palawija
			(mm/10hari) 0,7 x R80	(mm/10 hari) 0,5 x R80	(mm/hari)	(mm/hari)
Januari	I	93	65.10	46.50	6.51	4.65
	II	23	16.10	11.50	1.61	1.15
	III	81	56.70	40.50	5.67	4.05
Pebruari	I	99	69.30	49.50	6.93	4.95
	II	63	44.10	31.50	4.41	3.15
	III	55	38.50	27.50	3.85	2.75
Maret	I	42	29.40	21.00	2.94	2.10
	II	29	20.30	14.50	2.03	1.45
	III	127	88.90	63.50	8.89	6.35
April	I	76	53.20	38.00	5.32	3.80
	II	90	63.00	45.00	6.30	4.50
	III	43	30.10	21.50	3.01	2.15
Mei	I	23	16.10	11.50	1.61	1.15
	II	12	8.40	6.00	0.84	0.60
	III	0	0	0	0	0
Juni	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0
Juli	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0
Agustus	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0
September	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0
Oktober	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	3	2.10	1.50	0.21	0.15
Nopember	I	11	7.70	5.50	0.77	0.55
	II	59	41.30	29.50	4.13	2.95
	III	63	44.10	31.50	4.41	3.15
Desember	I	51	35.70	25.50	3.57	2.55
	II	39	27.30	19.50	2.73	1.95
	III	76	53.20	38.00	5.32	3.80

Sumber: Hasil Perhitungan



### 4.2.3 Analisa Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan metode Penman modifikasi. Data yang telah diketahui adalah dari tahun 2014- 2016. Dengan formula Evapotranspirasi sebagai berikut:

$$Eto = c [W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)]$$

Dengan itu kita dapat mengetahui rata-rata setiap aspeknya. Sehingga dengan metode Penman modifikasi mendapatkan nilai seperti di tabel 4.5. Menggunakan beberapa acuan tabel pada bab lampiran. Berikut adalah contoh perhitungan evapotranspirasi bulan Januari.

1. Tekanan Uap Jenuh (ea)  
Menggunakan table evapotranspirasi penman saturation vapour pressure (ea) and pressure of mean air temperature (T) in °C.  
Nilai (ea) diperoleh dari tabel 5 dengan acuan data temperatur.  
Ea = 53.77 mbar
2. Tekanan uap nyata (ed)  
ed = ea x Rh  
ed = 53.77 x 90.66%  
ed = 48.75 mbar
3. Fungsi kecepatan angin  
F(u) = 0.27 x (1+(U/100))  
F(u) = 0.27 x (1+(38.87/100))  
F(u) = 0.37
4. Faktor pembobot (W)  
Menggunakan table 9 factor pembobot penman  
T = 34.19 °C  
Dengan altitude +668 mdpl  
Menggunakan Interpolasi  
34 °C = 0.82  
36 °C = 0.84

Menggunakan rumus interpolasi

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)}(y_2 - y_1)$$

$$W = 0.8 + ((34.19 - 34) / (36 - 34)) * (0.84 - 0.82)$$

$$W = 0.83$$

1-W melihat tabel 8

$$T = 34.19 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dengan altitude +668 mdpl

Menggunakan Interpolasi

$$34 \text{ } ^\circ\text{C} = 0.18$$

$$36 \text{ } ^\circ\text{C} = 0.16$$

Menggunakan rumus interpolasi

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)}(y_2 - y_1)$$

$$1-W = 0.18 + ((34.19 - 34) / (36 - 34)) * (0.16 - 0.18)$$

$$1-W = 0.18$$

5. Radiasi ekstra terrestrial (ra)

Menggunakan tabel 10

$$R_a = 15.95$$

6. Radiasi gelombang pendek (Rs)

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

$$R_s = (0.25 + (0.5 \times 0.47)) \times 15.95$$

$$R_s = 7.76 \text{ mm/hr}$$

7. Radiasi gelombang pendek netto (Rns)

$$R_{ns} = R_s (1 - \sigma)$$

$$R_{ns} = 7.76 (1 - 0.75)$$

$$R_{ns} = 1.94 \text{ mm/hari}$$

8. f(T)

f(T) melihat tabel 13

$$f(T) = 17.74$$

9. (ed)

$$(ed) = 0.34 - 0.044 \sqrt{ed}$$

$$= 0.34 - 0.044 \sqrt{48.75}$$

$$= 0.13$$

10.  $f(n/N)$   
 $f(n/N)$  melihat tabel 15  
 $f(n/N) = 0.53$
11. Radiasi gelombang panjang ( $R_{nl}$ )  
 $R_{nl} = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$   
 $R_{nl} = 17.74 \times 0.13 \times 0.53$   
 $R_{nl} = 0.31$
12. Radiasi netto ( $R_n$ )  
 $R_n = R_{ns} - R_{nl}$   
 $R_n = 1.94 - 0.31$   
 $R_n = 1.63 \text{ mm/hari}$
13. Faktor koreksi mengacu pada tabel
- | Bulan    | c   | Bulan     | c   |
|----------|-----|-----------|-----|
| Januari  | 1.1 | Juli      | 0.9 |
| Februari | 1.1 | Agustus   | 1   |
| Maret    | 1   | September | 1.1 |
| April    | 0.9 | Oktober   | 1.1 |
| Mei      | 0.9 | November  | 1.1 |
| Juni     | 0.9 | Desember  | 1.1 |

Sumber: Suhardjono:1989

Sehingga c pada bulan Januari 1.1

14. Evapotranspirasi ( $E_{to}$ )  
 $E_{to} = c \{ W \times R_n + (1-W) \times f(u) \times (ea-ed) \}$   
 $= 1.1 \{ 0.83 \times 1.63 + 0.18 \} \times 0.37 \times 53.77 - 48.75 \}$   
 $= 1.85 \text{ mm/hari}$

Hasil dari perhitungan evapotranspirasi tersebut dimasukkan dalam table hasil perhitungan evapotranspirasi metode FAO yang disajikan pada tabel hasil perhitungan Evapotranspirasi Potensi seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

NO	URAIAN	LAMBAANG SAIUAN	PERHITUNGAN	PERHITUNGAN EVA POTRANSPIRASI											
				JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	Temperatur	t	Data	34.19	34.33	34.37	34.34	34.16	34.08	33.78	33.70	33.96	34.11	33.86	33.65
2	Kelambapan Relatif	RH	%	0.91	0.90	0.92	0.91	0.91	0.89	0.88	0.89	0.89	0.87	0.90	0.90
3	Keccepatan Angin	U	km/hari	38.87	31.64	28.93	27.84	28.94	27.97	29.02	36.63	47.56	46.10	41.30	28.05
4	Penyinaran Matahari	n/N	%	0.47	0.51	0.58	0.51	0.57	0.54	0.53	0.61	0.66	0.63	0.51	0.46
5	Tekanan Uap Jenuh	ea	mmbar	53.77	54.19	54.31	54.22	53.68	53.44	52.56	52.33	53.08	53.53	52.79	52.19
6	Tekanan Uap Nyata	ed	mmbar	48.75	48.94	49.93	49.43	49.07	47.82	46.51	46.55	46.99	46.80	47.38	47.09
7	Fungsi Angin	f(U)	$0.27(1+(U/1000))$	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.37	0.40	0.39	0.38	0.35
8	W	W	Tabel 9	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.82
9	Faktor Pembobotan	(1-W)	Tabel 8	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
10	Radiasi Ekstra Tersektorial	Ra	mm/hari	15.95	16.05	15.55	14.55	13.25	12.60	12.90	13.85	14.95	15.75	15.90	15.85
11	Radiasi Gelombang Pendek	Rs	mm/hari	7.76	8.07	8.42	7.34	7.06	6.55	6.65	7.70	8.64	8.93	8.01	7.59
12	Radiasi Netto Gelombang Pendek	Rns	mm/hari	1.94	2.02	2.10	1.83	1.77	1.64	1.66	1.93	2.16	2.23	2.00	1.90
13	Fungsi Tekanan Uap Nyata	f(ed)	$0.34 - 0.044(ed)^{0.5}$	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
14	Fungsi Penyinaran Matahari	f(n/N)	Tabel 15	0.53	0.56	0.62	0.56	0.61	0.58	0.58	0.65	0.69	0.67	0.56	0.52
15	Fungsi Suhu	f(t)	Tabel 13	17.74	17.77	17.77	17.77	17.73	17.72	17.72	17.63	17.69	17.72	17.67	17.61
16	Radiasi Netto Gelombang Panjang	Rnl	mm/hari	0.31	0.32	0.32	0.30	0.34	0.37	0.41	0.46	0.47	0.46	0.36	0.35
17	Radiasi Netto	Rn	mm/hari	1.63	1.70	1.78	1.53	1.42	1.27	1.26	1.47	1.69	1.77	1.64	1.55
18	Faktor Koreksi	c		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10
19	Evapotranspirasi Potensial	Eto	$c[W.Rn + (1-W).f(u).es-ea]$	1.85	1.91	1.74	1.40	1.31	1.25	1.27	1.59	2.01	2.12	1.89	1.75

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2.4 Kebutuhan Air untuk Tanaman (NFR) dan Kebutuhan Air dari Sumber (DR)

Agar mengetahui nilai kebutuhan air untuk irigasi, diperlukan analisa rencana pola tanam, perkolasi, WLR (*Water Layer Requirement*), Etc, dan NFR.

##### 1. Rencana Pola Tanam dan Sistem Penggolongan

Untuk sistem penggolongan dan rencana pola tanam. Kami menginisiatifkan setiap bulan akan ada proses awal tanam padi. Sedangkan untuk tanaman palawija hanya pada bulan Juli, Agustus, dan September.

##### 2. Perkolasi

Berdasarkan kemiringan lahan:

- Lahan miring  $>5\%$  = 2 - 5 mm/ hari

Berdasarkan tekstur tanah:

- Sedang (lempung berpasir) = 2- 3 mm/hari

Sehingga dalam perhitungan kita menggunakan perkolasi 2 mm/hari.

##### 3. WLR (*Water Layer Requirement*)

Untuk tanaman padi menggunakan padi varietas unggul sesuai FAO, sehingga umur padi hanya 3 bulan.

Dalam pemilihan tanaman palawija yang digunakan adalah tanaman yang sesuai dengan sebelumnya, yaitu tanaman jagung sesuai yang disajikan pada tabel 2.14 dan 2.15.

Tabel 2.15 Koefisien Tanaman Padi

Bulan	NEDECO/PROSIDA		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.2	1.2	1.1	1.1
1	1.2	1.27	1.1	1.1
1.5	1.32	1.33	1.1	1.05
2	1.4	1.3	1.1	1.05
2.5	1.35	1.3	1.1	0.95
3	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4	0		0	

Sumber: Departemen PU:1983

Tabel 2.14 Koefisien Tanaman Palawija

jenis tanaman	jangka tumbuh	1/2 Bulanan															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Kedelai	85	0.5	0.75	1	1	0.82	0.45										
Jagung	80	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95										
Kacang Tanah	130	0.5	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.95	0.55	0.55							
Bawang	70	0.5	0.51	0.69	0.9	0.95											
Buncis	75	0.5	0.64	0.89	0.95	0.88											
Kapas	195	0.5	0.5	0.58	0.75	0.91	1.04	1.05	1.05	1.05	0.78	0.65	0.65	0.65	0.65		

Sumber: Departemen PU:1983

## 4. Evapotranspirasi

Tabel LP atau Etc seperti pada tabel 2.12 hanya digunakan saat fase persiapan lahan. Jika nilai Eo+P tidak ada dalam tabel harus dicari dengan rumus interpolasi. Untuk hasil perhitungan disajikan pada tabel 4.6

Rumus interpolasi:

X1	Y1
X	Y
X2	Y2

$$y = y1 + \frac{(x - x1)}{(x2 - x1)}(y2 - y1)$$

Tabel 2.12 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan

Eo + P mm/ hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
3	9.7	11.3		
3.5	10	11.7		
4	10.3	12		
4.5	10.7	12.3		
5	11.1	12.7	8,4	9,5
5.5	11.4	13	8,8	9,8
6	11.7	13.3	9,1	10,1
6.5	12	13.6	9,4	10,4
7	12.3	13.9	9,8	10,8
7.5	12.6	14.2	10,1	11,1
8	13	14.5	10,5	11,4
8.5	13.3	14.8	10,8	11,8
9	13.6	15.2	11,2	12,1
9.5	14	15.5	11,6	12,5
10	14.3	15.8	12,0	12,9
10.5	14.7	16.2	12,4	13,2
11	15	16.5	12,8	13,6

Sumber: Departemen PU:1986.a



Saat menghitung kebutuhan air untuk konsumtif tanaman (Etc). Menggunakan formula seperti yang sudah tercantum dalam sub bab 2.2.4 bagian D.

$$M = Kc + Eo$$

$$Etc = Kc \times Et0$$

Sehingga menghasilkan perhitungan seperti tabel 4.6.

#### 5. Kebutuhan Air untuk Tanaman NFR

- Kebutuhan bersih air di sawah ( NFR )

Saat fase penyiapan lahan rumus NFR seperti berikut :

$$NFR \text{ padi} = Etc - Repadi$$

Sedangkan saat fase pertumbuhan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NFR_{padi} = Etc + P - Re + WLR$$

$$NFR_{pol} = Etc - Repol$$

#### 6. Kebutuhan Air

- Kebutuhan air irigasi di pintu pengambilan (Intake)

$$DR = NFR / e \cdot 8,64$$

$$e = \text{menggunakan } 0,65$$

Sehingga mendapatkan hasil perhitungan seperti tabel 4.7.

(Untuk perencanaan awal tanam bulan yang lain terdapat pada lampiran 2)

Tabel 4.6 Evapotranspirasi

Bulan	Periode	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub> = E <sub>0</sub> × I <sub>a</sub> (mm/hari)	M = (E <sub>0</sub> + P) (mm/hari)	S (mm/hari)	T (mm/hari)	LP/Etc untuk T = 30 hari interpolasi
Januari	I	1.85	2.03	4.03	250.00	30.00	10.324
	II	1.85	2.03	4.03	250.00	30.00	10.324
	III	1.85	2.03	4.03	250.00	30.00	10.324
Pebruari	I	1.91	2.10	4.10	250.00	30.00	10.380
	II	1.91	2.10	4.10	250.00	30.00	10.380
	III	1.91	2.10	4.10	250.00	30.00	10.380
Maret	I	1.74	1.92	3.92	250.00	30.00	10.252
	II	1.74	1.92	3.92	250.00	30.00	10.252
	III	1.74	1.92	3.92	250.00	30.00	10.252
April	I	1.40	1.54	3.54	250.00	30.00	10.024
	II	1.40	1.54	3.54	250.00	30.00	10.024
	III	1.40	1.54	3.54	250.00	30.00	10.024
Mei	I	1.31	1.44	3.44	250.00	30.00	9.964
	II	1.31	1.44	3.44	250.00	30.00	9.964
	III	1.31	1.44	3.44	250.00	30.00	9.964
Juni	I	1.25	1.38	3.38	250.00	30.00	9.928
	II	1.25	1.38	3.38	250.00	30.00	9.928
	III	1.25	1.38	3.38	250.00	30.00	9.928
Juli	I	1.27	1.40	3.40	250.00	30.00	9.940
	II	1.27	1.40	3.40	250.00	30.00	9.940
	III	1.27	1.40	3.40	250.00	30.00	9.940
Agustus	I	1.59	1.75	3.75	250.00	30.00	10.150
	II	1.59	1.75	3.75	250.00	30.00	10.150
	III	1.59	1.75	3.75	250.00	30.00	10.150
September	I	2.01	2.21	4.21	250.00	30.00	10.468
	II	2.01	2.21	4.21	250.00	30.00	10.468
	III	2.01	2.21	4.21	250.00	30.00	10.468
Oktober	I	2.12	2.34	4.34	250.00	30.00	10.572
	II	2.12	2.34	4.34	250.00	30.00	10.572
	III	2.12	2.34	4.34	250.00	30.00	10.572
Nopember	I	1.89	2.08	4.08	250.00	30.00	10.364
	II	1.89	2.08	4.08	250.00	30.00	10.364
	III	1.89	2.08	4.08	250.00	30.00	10.364
Desember	I	1.75	1.93	3.93	250.00	30.00	10.258
	II	1.75	1.93	3.93	250.00	30.00	10.258
	III	1.75	1.93	3.93	250.00	30.00	10.258

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Rencana Pola Tanam dan Kebutuhan air tanam bulan Maret

Bulan	Periode	Eto (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi			Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (t/dt)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Paluajaja			Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (t/dt)
						Kc1	Kc2	Kc3						Kc1	Kc2	Kc3			
Januari	I	1,85	6,51	2								4,65	2						
	II	1,85	1,61	2								1,15	2						
	III	1,85	5,67	2								4,05	2						
Februari	I	1,91	6,93	2								4,95	2						
	II	1,91	4,41	2								3,15	2						
	III	1,91	3,85	2								2,75	2						
Maret	I	1,74	2,94	2	0 LP	LP	LP	LP	10,25	7,31	1,30	2,10	2						
	II	1,74	2,03	2	0	1,1 LP	LP	LP	10,25	8,22	1,46	1,45	2						
	III	1,74	8,89	2	0,83	1,1	1,1 LP	LP	10,25	1,36	0,24	6,35	2						
April	I	1,40	5,32	2	1,66	1,1	1,1	1,10	1,54	4,12	0,00	3,80	2						
	II	1,40	6,30	2	1,66	1,05	1,1	1,1	1,08	1,52	-1,12	4,50	2						
	III	1,40	3,01	2	1,66	1,05	1,05	1,1	1,07	1,49	2,14	0,38	2						
Mei	I	1,31	1,61	2	1,66	1,05	1,05	1,05	1,38	3,43	0,61	1,15	2						
	II	1,31	0,84	2	1,66	0,95	1,05	1,05	1,02	1,33	4,15	0,74	0,60	2					
	III	1,31	0,00	2	1,66	0,95	0,95	1,05	0,98	1,29	4,95	0,88	0,00	2					
Juni	I	1,25	0,00	2	0,83	0	0,95	0,63	0,79	3,62	0,64	0,00	2						
	II	1,25	0,00	2	0	0	0,95	0,48	0,59	2,59	0,46	0,00	2						
	III	1,25	0,00	2	0	0	0	0	0,00	2,00	0,36	0,00	2						
Juli	I	1,27	0,00	2								0,00	2						
	II	1,27	0,00	2								0,00	2						
	III	1,27	0,00	2								0,00	2						
Agustus	I	1,59	0,00	2								0,00	2						
	II	1,59	0,00	2								0,00	2						
	III	1,59	0,00	2								0,00	2						
September	I	2,01	0,00	2								0,00	2						
	II	2,01	0,00	2								0,00	2						
	III	2,01	0,00	2								0,00	2						
Oktober	I	2,12	0,00	2								0,00	2						
	II	2,12	0,00	2								0,00	2						
	III	2,12	0,21	2								0,15	2						
Nopember	I	1,89	0,77	2								0,55	2						
	II	1,89	4,13	2								2,95	2						
	III	1,89	4,41	2								3,15	2						
Desember	I	1,75	3,57	2								2,55	2						
	II	1,75	2,73	2								1,95	2						
	III	1,75	5,32	2								3,80	2						

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah penjelasan dari tabel 4.7.

Kolom1	= bulan
Kolom2	= periode
Kolom3	= Eto dari hasil tabel evapotranspirasi
Kolom4	= Re padi dari tabel Re Padi
Kolom5	= P adalah perkolasi yang digunakan pada daerah Pacitan 2 mm
Kolom6	= WLR melihat pada tabel WLR
Kolom7	= k1, k2, k3, tabel koefisien tanaman dan kc adalah rata-rata dari k1, k2, k3.
Kolom8	= Etc saat LP melihat tabel Etc, sedangkan saat tidak persiapan lahan menggunakan rumus $E_t \times kc$ .
Kolom9	= NFR saat persiapan lahan NFR padi = Etc - <i>Repadi</i>
Saat tidak persiapan lahan menggunakan rumus	
$NFR_{padi}$	= Etc + P - Re + WLR
Saat tanam palawija $NFR_{pol}$	= Etc - <i>Repol</i>
Kolom10	= DR menggunakan rumus
DR	= $NFR / e$ , 8,64
e	= menggunakan 0,65

### 4.3 Analisa Debit Sungai

Agar mengetahui hasil debit sungai Kali Telu perlu dilakukan analisa terlebih dahulu pada sungai Kali Grindulu sehingga mendapatkan parameter-parameter hasil kalibrasi. Metode yang digunakan dalam perhitungan debit sungai kalibrasi adalah metode F. J. Mock.

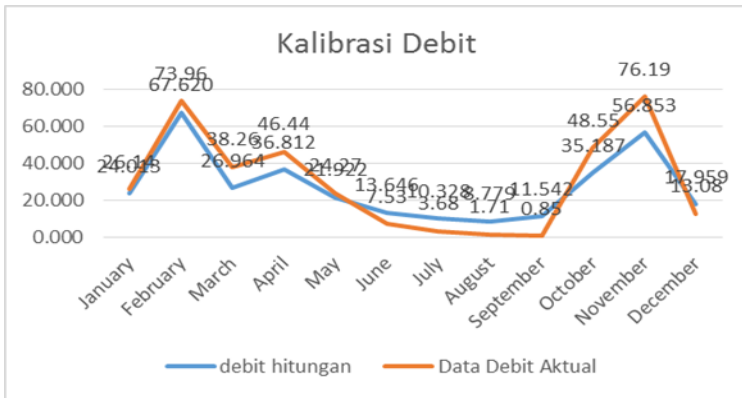
#### **4.3.1 Analisa Debit Sungai Kali Grindulu AWLR Gunungsari**

Dalam perhitungan debit sungai Kali Telu yang digunakan adalah metode F.J. Mock dengan memerhatikan parameter-parameter yang dibutuhkan. Sebelum menghitung Debit sungai Kali Telu kita harus mengetahui terlebih dahulu debit aktual sungai kali grindulu AWLR Gunungsari. Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun kerti dengan luas DAS 249.1 km<sup>2</sup>. Yang nantinya akan dihitung sesuai tabel perhitungan. Dari parameter koefisien perhitungan kalibrasi didapatkan grafik seperti dibawah ini. Dan koefisien tersebut akan digunakan untuk menghitung debit sungai kali Telu dengan mengubah stasiun hujan Nawangan dan luas DAS 47.8 km<sup>2</sup>. Pada tabel 4.8 merupakan perhitungan debit Sungai Kali Grindulu. Dari perhitungan didapat grafik seperti pada gambar 4.1.

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Sungai Kali Grindulu Tahun 2003

No	Uraian	Hitungan	Satuan	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
<b>I Data Hujan</b>															
1	Curah Hujan (P)	data	mm/bn	323	698	189	312	120	17	0	2	54	386	619	70
2	Hari Hujan (h)	data	mm/bn	13	16	18	15	3	1	0	1	3	7	20	7
<b>II Evaporasi Terbas (E<sub>t</sub>)</b>															
3	Evaporasi Terbas (E <sub>t</sub> )	E <sub>t</sub> =	mm/bn	58,299	53,950	54,060	41,923	40,538	37,300	30,258	49,275	60,731	66,811	57,512	55,125
4	Perkiraan Lahan Terbas	diketahui	%	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
5	(m <sup>2</sup> /20) (18-h)	0,020		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,170	0,180	0,170	0,150	0,110	0,000	0,110
6	E = (E <sub>t</sub> × m <sup>2</sup> ) / (18-h)	(3) × (5)	mm/bn	0,000	1,029	0,000	1,238	6,084	6,336	7,066	8,377	9,110	7,349	0,000	6,064
7	E <sub>t</sub> = (E <sub>t</sub> ) × E	(3) - (6)	mm/bn	58,299	52,871	54,060	40,665	34,474	31,024	32,192	48,898	51,621	59,462	57,512	49,061
<b>III Keseimbangan Air</b>															
8	Kelambutan tanah (SMS)	ISM + P - E	mm/bn	464,701	845,129	334,940	471,335	285,256	185,966	167,808	161,102	202,579	526,538	761,488	220,939
9	Kelebihan Air (WS)	ISM + R - B - SMC	mm/bn	379,701	760,129	249,940	386,335	200,526	100,966	82,808	76,102	117,379	441,538	676,488	135,939
<b>IV Aliran dan Simpanan Air Tanah</b>															
10	Infiltrasi	WS × IF	mm/bn	151,880	384,022	99,976	154,534	80,210	40,387	33,123	30,441	46,951	176,615	270,395	54,376
11	0,5 × (1 + k) × (13)	hitung		121,504	152,026	49,988	77,267	40,105	20,195	16,562	15,220	23,476	88,308	135,298	27,188
12	k × V (n-1)	hitung		15,156	81,996	140,413	114,241	114,905	93,006	67,919	50,689	39,545	37,813	75,672	126,582
13	Volume Penyimpanan (V <sub>n</sub> )	hitung		136,660	234,022	190,401	191,508	155,000	113,099	84,481	65,909	63,021	126,120	210,070	153,770
14	Perubahan Volume (DV <sub>n</sub> )	(V <sub>n</sub> - V <sub>n-1</sub> )	mm/bn	136,660	97,362	-43,621	1,106	-35,498	-41,811	-28,718	-18,572	-2,888	63,099	84,849	-57,200
15	Aliran Dasar (BF)	(10) - (14)	mm/bn	206,660	206,660	143,597	153,427	116,708	82,197	61,841	49,013	49,939	113,516	185,746	111,576
16	Aliran Langsung (DR)	(9) - (14F)	mm/bn	227,821	456,077	149,964	231,801	130,315	69,580	49,685	45,661	70,427	264,923	405,983	81,563
17	Aliran (R)	(15) + (16)	mm/bn	243,041	662,767	293,561	385,228	237,024	142,777	111,526	94,674	120,367	378,439	591,639	193,139
<b>V Debit Aliran Sungai</b>															
18	Jumlah Hari			31	28,00	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
19	Debit Air Sungai	A × (17) × (1) / (jumlah hari × 8,64)	m <sup>3</sup> /detik	22,664	68,244	27,302	37,022	22,044	13,721	10,372	8,805	11,538	35,196	56,838	17,963
20	Debit Aliran Sungai		l/detik	2,664	6,824	2,730	3,702	2,204	1,372	1,037	8,805	11,538	35,196	56,838	17,963
	Debit Aktual			26,14	73,96	29,26	46,44	24,27	7,53	3,68	1,71	0,85	48,35	76,19	13,08

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Grafik Hasil Kalibrasi

Dengan hasil kalibrasi seperti dibawah ini pada tabel 4.9.

Tabel. 4.9 Perhitungan Parameter Debit Hasil Kalibrasi

Parameter	Nilai	Satuan
Parameter terpakai m= 30%- 50% lahan pertanian	m = 20%	%
Kapasitas kelembapan tanah	SMC = 85	mm
Luas DAS St. Kerti	A = 249.1	Km <sup>2</sup>
Koefisien infiltrasi	IF = 0,4	
Faktor resensi aliran air tanah	k = 0,6	
Penyimpanan awal	ISM = 200	mm
Faktor aliran hujan lebat	PF= 0,75	

Sumber: Hasil Perhitungan

Sehingga koefisien berubah menjadi

Tabel 4.10 Parameter yang Digunakan untuk Perhitungan Debit Sungai Kali Telu

Parameter	Nilai	Satuan
Parameter terpakai m= 30%- 50% lahan pertanian	m = 20%	%
Kapasitas kelembapan tanah	SMC = 85	mm
Luas DAS St. Kerti	A = 249.1	Km <sup>2</sup>
Koefisien infiltrasi	IF = 0,4	
Faktor resensi aliran air tanah	k = 0,6	
Penyimpanan awal	ISM = 200	mm
Faktor aliran hujan lebat	PF= 0,75	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari parameter diatas dihitung kembali untuk menghasilkan debit sungai Kali Telu dari data Hujan Stasiun Nawangan. Seperti pada tabel 4.11. Sehingga terkumpul data 10 tahun seperti tabel 4.12.

#### 4.3.2 Debit Sungai Andalan

Debit Sungai Andalan diambil 80% dari debit sungai minimum dengan periode ulang tertentu dengan kemungkinan gagal 20% (Debit Andalan Q80). Sehingga diperoleh tabel 4.11. Dari hasil parameter kalibrasi debit digunakan untuk menghitung debit sungai kali telu dengan metode F.J Mock seperti pada tabel 4.12. Setelah



dihitung tiap tahun, maka jumlah debit diurutkan dari nilai yang terbesar sampai yang terkecil. Peluang yang diambil 80% dengan metode kalifornia.

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

Peluang yang dibutuhkan dalam debit andalan adalah 80%. Maka,

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

$$80\% = \frac{8}{10} \times 100\%$$

$$= 80\%$$

Sehingga debit andalan terletak pada no urut 8. Seperti tertera pada tabel 4.13 dan 4.14.

Dalam perangkaan data sungai untuk menentukan debit andalan maka kita harus mengetahui data debit bulanan atau tahunan yang akan kami gunakan. Untuk debit andalan sungai kali telu maka yang digunakan adalah debit andalan rangking tiap bulan, sedangkan untuk menghitung data debit andalan untuk inflow waduk maka yang kita gunakan adalah rangking data debit sungai tiap tahun. Untuk hasil Perhitungan debit Sungai Kali Telu seperti pada tabel 4.11 dan 4.12.

Tabel 4.11 Perhitungan Debit Sungai Kali Telu 2013

No	Uraian	Hitungan	Satuan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
<b>I Data Hujan</b>															
1	Curah Hujan (P)	data	mm/bln	471	290	378	386	213	294	96	0	3	132	308	419
2	Hari Hujan (h)	data	mm/bln	22	16	19	17	12	13	8	8	1	4	4	15
<b>II Evaporasi Terbasah (Et)</b>															
3	Evaporasi Potensial (Eo*)	data	mm/bln	57,328	53,391	54,005	42,036	40,702	37,517	39,367	49,336	60,291	65,841	56,710	54,332
4	Pemekasaan Lahan Terbuka	diteapkan	%	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
5	(m <sup>2</sup> )/(18-h)	hitungan	-	0,000	0,020	0,000	0,010	0,060	0,000	0,100	0,180	0,170	0,140	0,100	0,030
6	E = (Eo*)*(m <sup>2</sup> )/(18-h)	(3) x (5)	mm/bln	0,000	1,068	0,000	0,420	2,442	0,000	3,937	8,881	10,249	9,218	0,000	1,630
7	E <sub>T</sub> = (Eo*) - E	(3) - (6)	mm/bln	57,328	52,324	54,005	41,615	38,260	37,517	35,430	40,456	50,041	56,623	56,710	52,702
<b>III Kesenjangan Air</b>															
8	Kelentupan tanah (SMS)	ISM + P - Et	mm/bln	613,672	437,676	523,995	544,385	374,740	456,483	260,570	159,544	152,959	275,377	451,290	566,298
9	Kelabihan Air (WS)	ISM + R - Et - SMC	mm/bln	528,672	352,676	438,995	459,385	289,740	371,483	175,570	74,544	67,959	190,377	366,290	481,298
<b>IV Aliran dan Simpanan Air Tanah</b>															
10	Infiltrasi	W.S x I.F	mm/bln	211,469	141,071	175,598	183,754	115,896	148,593	70,228	29,818	27,184	76,151	146,516	192,519
11	0,5 x (I + B) x (13)	hitungan	mm/bln	169,175	70,535	87,799	91,877	57,948	74,297	35,114	14,909	13,592	38,075	73,258	96,290
12	k x V (n-1)	hitungan	mm/bln	51,934	132,665	121,920	125,832	130,625	113,144	112,464	88,547	62,073	45,399	50,085	74,006
13	Volume Penyimpanan (Vn)	(11)+(12)	mm/bln	221,109	203,200	209,719	217,708	188,573	187,440	147,578	103,456	75,665	83,474	123,343	170,265
14	Pembelian Volume (D(Vn))	(Vn - Vn-1)	mm/bln	221,109	-17,908	6,519	7,989	-29,135	-1,133	-39,862	-44,122	-27,791	7,809	39,868	46,923
15	Aliran Dasar (Bf)	(10) - (14)	mm/bln	-9,640	158,979	169,079	175,765	145,031	149,726	110,990	73,940	54,974	68,341	106,648	145,597
16	Aliran Langsung (DR)	(9) x (14F)	mm/bln	317,203	211,606	263,397	275,631	173,844	222,890	105,342	44,726	40,775	114,226	219,774	288,779
17	Aliran (R)	(15) + (16)	mm/bln	307,564	370,585	432,476	451,395	318,875	372,615	215,432	118,667	95,749	182,567	326,421	434,376
<b>V Debit Aliran Sungai</b>															
18	Jumlah Hari			31	28,00	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
19	Debit Air Sungai	A x (17) x (1) / jml hari x 8,64	m <sup>3</sup> /detik	5,489	7,322	7,718	8,324	5,691	6,872	3,845	2,118	1,766	3,258	6,020	7,752
20	Debit Aliran Sungai Kalibrasi		l/detik	5489	7322	7718	8324	5691	6872	3845	2118	1766	3258	6020	7752
				20,77	30,58	18,25	19,59	20,50	18,78	18,20	22,34	27,37	6,09	13,19	14,77

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Debit Sungai Kali Telu

	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2007	1.48	7.12	4.10	10.11	3.40	2.97	2.03	1.67	1.45	2.56	5.18	9.64
2008	2.89	6.06	9.62	6.99	3.68	2.27	1.95	1.64	1.43	3.86	8.03	3.97
2009	2.93	8.49	4.39	4.99	5.20	2.80	2.27	1.72	1.46	1.63	4.40	4.41
2010	5.71	8.69	7.80	6.28	6.05	5.26	2.79	3.81	5.33	3.50	7.92	8.45
2011	4.91	8.11	7.63	8.55	5.38	2.48	2.07	1.71	1.48	1.54	4.34	5.86
2012	4.15	8.04	6.70	5.93	3.49	2.28	1.87	1.60	1.41	2.06	4.42	5.95
2013	5.49	7.32	7.72	8.32	5.69	6.87	3.84	2.12	1.77	3.26	6.02	7.75
2014	6.67	5.99	4.66	4.24	2.73	5.88	2.57	1.93	1.54	1.30	5.08	10.51
2015	5.20	6.73	7.38	7.64	5.07	2.63	2.03	1.69	1.47	1.26	4.26	5.28
2016	4.07	7.34	8.48	7.16	7.19	6.49	4.56	4.48	5.08	5.72	11.02	6.75

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Debit Andalan Sungai Kali Telu Tiap Bulan

$\frac{P}{m/n*100}$	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
10	6.67	8.69	9.62	10.11	7.19	6.87	4.56	4.48	5.33	5.72	11.02	10.51
20	5.71	8.49	8.48	8.55	6.05	6.49	3.84	3.81	5.08	3.86	8.03	9.64
30	5.49	8.11	7.80	8.32	5.69	5.88	2.79	2.12	1.77	3.50	7.92	8.45
40	5.20	8.04	7.72	7.64	5.38	5.26	2.57	1.93	1.54	3.26	6.02	7.75
50	4.91	7.34	7.63	7.16	5.20	2.97	2.27	1.72	1.48	2.56	5.18	6.75
60	4.15	7.32	7.38	6.99	5.07	2.80	2.07	1.71	1.47	2.06	5.08	5.95
70	4.07	7.12	6.70	6.28	3.68	2.63	2.03	1.69	1.46	1.63	4.42	5.86
80	2.93	6.73	4.66	5.93	3.49	2.48	2.03	1.67	1.45	1.54	4.40	5.28
90	2.89	6.06	4.39	4.99	3.40	2.28	1.95	1.64	1.43	1.30	4.34	4.41
100	1.48	5.99	4.10	4.24	2.73	2.27	1.87	1.60	1.77	1.26	4.26	3.97
Q80	2.93	6.73	4.66	5.93	3.49	2.48	2.03	1.67	1.45	1.54	4.40	5.28

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.14 Debit Andalan Sungai Kali Telu Tiap Tahun

$\frac{p}{m/n} * 100$	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Jumlah
10	4.07	7.34	8.48	7.16	7.19	6.49	4.56	4.48	5.08	5.72	11.02	6.75	78.32
20	5.71	8.69	7.80	6.28	6.05	5.26	2.79	3.81	5.33	3.50	7.92	8.45	71.60
30	5.49	7.32	7.72	8.32	5.69	6.87	3.84	2.12	1.77	3.26	6.02	7.75	66.17
40	4.91	8.11	7.63	8.55	5.38	2.48	2.07	1.71	1.48	1.54	4.34	5.86	54.05
50	6.67	5.99	4.66	4.24	2.73	5.88	2.57	1.93	1.54	1.30	5.08	10.51	53.09
60	2.89	6.06	9.62	6.99	3.68	2.27	1.95	1.64	1.43	3.86	8.03	3.97	52.39
70	1.48	7.12	4.10	10.11	3.40	2.97	2.03	1.67	1.45	2.56	5.18	9.64	51.71
80	5.20	6.73	7.38	7.64	5.07	2.63	2.03	1.69	1.47	1.26	4.26	5.28	50.66
90	4.15	8.04	6.70	5.93	3.49	2.28	1.87	1.60	1.41	2.06	4.42	5.95	47.89
100	2.93	8.49	4.39	4.99	5.20	2.80	2.27	1.72	1.46	1.63	4.40	4.41	44.70
Q80	5.20	6.73	7.38	7.64	5.07	2.63	2.03	1.69	1.47	1.26	4.26	5.28	50.66

Sumber: Hasil Perhitungan

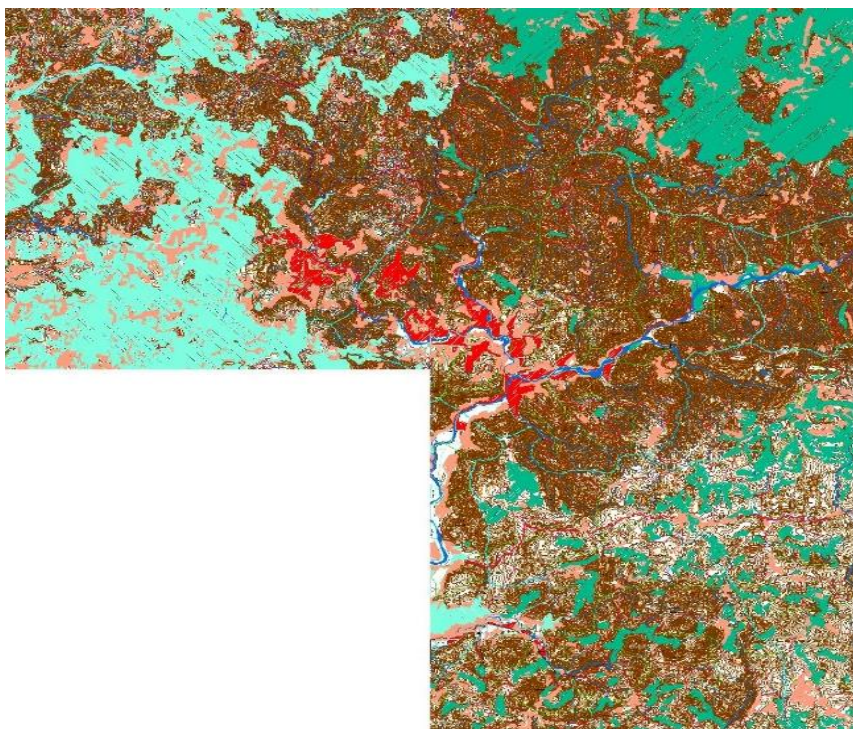
#### **4.4 Penelusuran Lahan Irigasi**

Perencanaan penyebaran luas lahan untuk irigasi dalam perencanaan proyek masih belum ada. Oleh karena itu penelusuran lahan dilakukan penelusuran sendiri melalui peta baku kabupaten Pacitan. Dalam merencanakan jaringan lahan irigasi, kontur tanah adalah hal yang perlu diperhatikan. Sungai dan jalan digunakan sebagai pembatas petak sawah. Lahan irigasi yang direncanakan dibagi menjadi 2, yaitu lahan fungsional dan potensial.

Lahan fungsional terdiri dari lahan irigasi tadah hujan dan irigasi non teknis. Sedangkan lahan potensial terdiri dari semak belukar, perkebunan bero, dan tanah ladang.

Dalam perencanaan ekstensifikasi lahan, kami melakukan perluasan lahan dengan cara mengubah lahan yang tidak berfungsi seperti semak belukar, perkebunan bero, tanah ladang, menjadi tanah yang mempunyai nilai penghasilan bagi waraga.

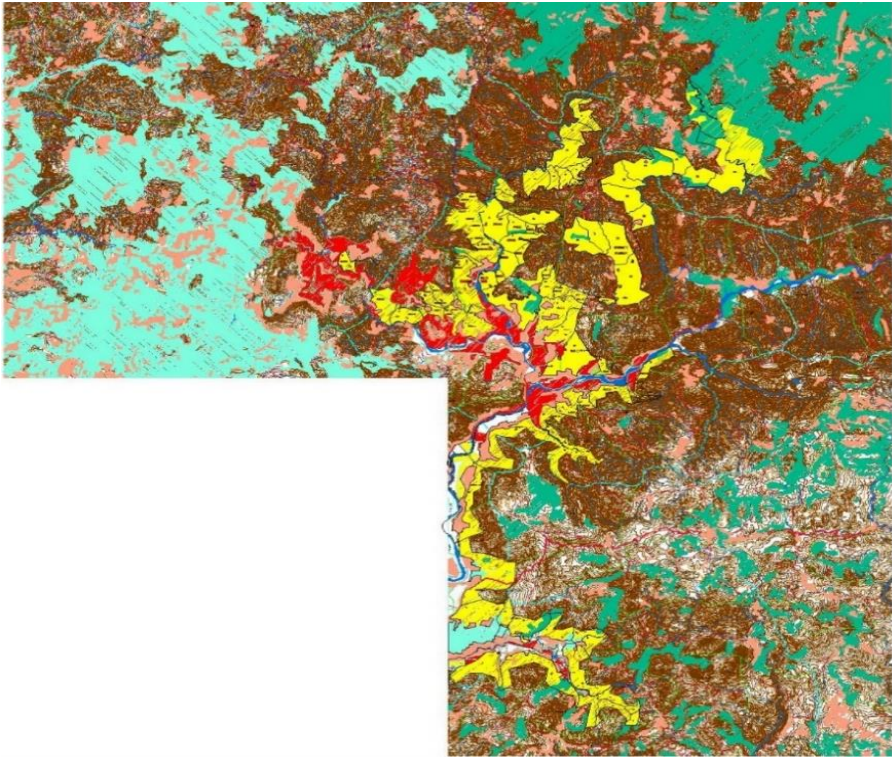
Jaringan lahan irigasi sebelum dilakukan penelusuran seperti gambar 4.2. Sedangkan untuk jaringan lahan irigasi sesudah optimasi seperti gambar 4.3.



Gambar 4.2 Luas Jaringan Irigasi Eksisting

Keterangan:

-  : Sawah Irigasi Non Teknis
-  : Sawah Irigasi Tadah Hujan
-  : Pemukiman
-  : Sungai
-  : Kontur Tanah



Gambar 4.3 Luas Jaringan Irigasi Sesudah Ditelusuri

Keterangan:

- : Sawah Irigasi Non Teknis
- : Sawah Irigasi Tadah Hujan
- : Pemukiman
- : Sungai
- : Kontur Tanah
- : Sawah Irigasi Rencana



#### **4.5 Optimasi Irigasi dengan Metode Add-ins Solver Mic. Excel**

Dalam studi ini, penggunaan model optimasi merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan dalam pengelolaan dan pemanfaatan air. Disamping itu juga ditujukan pada pengembangan daerah studi, agar daerah tersebut bisa menghasilkan keuntungan hasil produksi yang maksimum.

Untuk memperoleh hasil yang optimal tersebut, dapat diselesaikan dengan pendekatan optimasi. Optimasi merupakan suatu cara untuk membuat nilai suatu fungsi agar beberapa variabel yang ada menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada.

Dalam studi ini untuk memperoleh penyelesaian yang optimal dilakukan dengan model optimasi. Persamaan yang dilakukan ialah persamaan linier, sehingga disebut dengan *Linier Programming*. Adapun langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Model Optimasi
2. Menentukan peubah-ubah yang akan dioptimalkan (dalam studi ini yang akan dioptimalkan ialah penggunaan air waduk Tukul)
3. Penyusunan model matematis.

Merencanakan pola tata tanam pada suatu irigasi merupakan kegiatan rutin yang harus dilakukan setiap tahun, sedangkan pengaturan rencana ini harus dihitung dengan memanfaatkan secara optimal dari sumber air yang tersedia. Berdasarkan kompleksnya dan banyaknya parameter yang harus dihitung maka sangatlah membantu jika perhitungan pola tanam menggunakan program optimasi linier.

#### 4.5.1 Proses Pengerjaan Optimasi Solver

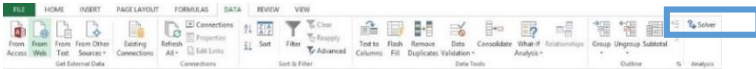
Berdasarkan model optimasi tersebut di atas, dengan menggunakan *Linear programming* dengan program bantu *Microsoft Excel* akan diperoleh luasan optimum yang akan menghasilkan hasil keuntungan produksi yang maksimum sesuai dengan tabel 4.15.

Berikut langkah pengerjaan dengan program bantu *Microsoft Excel*:

1. Buka Aplikasi Microsoft Excel.
2. Inputkan hasil perhitungan analisa kebutuhan air tiap bulan, debit andalan yang tersedia tiap bulan, dan luas daerah irigasi eksisting.



3. Inputkan satu per satu rumus debit hasil optimasi (kebutuhan air dikalikan dengan luas tanaman yang dapat ditanami setelah dioptimasi) di setiap bulan.
4. Klik Data pada menu bar *Microsoft Excel*, lalu pilih *Solver*



Gambar 4.4 *Toolbar - Solver*

5. Kemudian akan muncul *Solver Parameters*, lalu inputkan sebagai berikut:
  - a. *Set Objective*  
Total luas daerah irigasi yang dapat ditanami selama setahun.
  - b. *To*  
Pilih Maximum
  - c. *By Changing Variable Cells*  
Pilih variabel yang akan dirubah/dimaksimalkan, dalam hal ini yang akan dimaksimalkan yaitu luas tanam tanaman padi dan palawija yang dapat ditanami dengan dibatasi oleh debit andalan yang tersedia dan luas daerah eksisting
  - d. *Subject to the Constraint*  
Klik *Add*, lalu input satu per satu.  
*Cell Reference*: klik satu per satu luas tanaman padi dan palawija yang akan dimaksimalkan seperti pada gambar 4.5.  
*Constraint*  $\geq 0$



Gambar 4.5 *Input Constraint* (Luas Tanam)

*Cell Referenc* = Klik satu per satu luas total yang dapat ditanami disetiap bulan sesuai pada gambar 4.6.

*Constraint*  $\leq$  klik luas daerah irigasi eksisting.



Gambar 4.6 *Input Constraint* (Luas Total yang Ditanam)

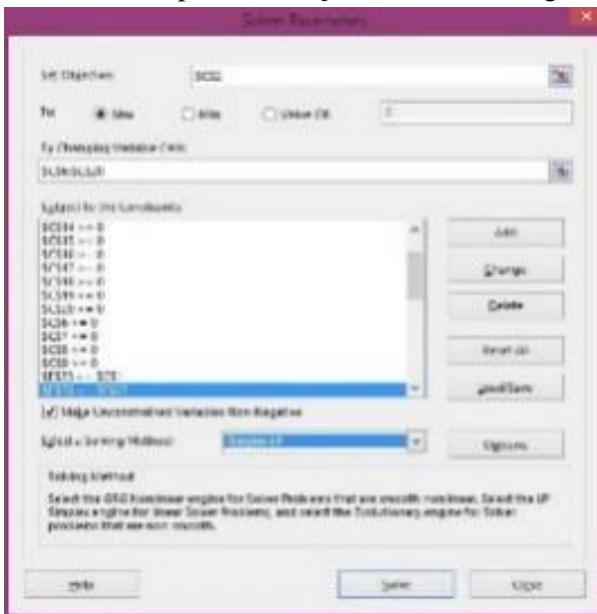
*Cell Reference* = klik debit hasil optimasi disetiap bulan sesuai pada gambar 4.7.

*Constraint*  $\leq$  klik debit andalan yang tersedia disetiap bulan.



Gambar 4.7 *Input Constraint (Debit)*

- e. Lalu klik “*make unconstrained variables non-negative*”
  - f. Pilih *Solving Method Simplex LP*
  - g. Lalu klik *Solve*
- Berikut tampilan *solver parameters* sesuai gambar 4.8:



Gambar 4.8 *Solver Parameter*

Setelah memasukkan cell-cell *constraint* klik *solve*.  
Sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

#### 4.5.2 Analisa Optimasi Pola Tanam Tanpa Waduk

Dari hasil perhitungan *Microsoft Excel – solver* tersebut diperoleh solusi optimum sesuai pada gambar 4.9:

Luas Lahan	
ha	
X1	2364.8
X2	2846.4
X3	0.0
X4	825.5
X5	2364.8
X6	721.6
X7	0.0
X8	0.0
X9	0.0
X10	0.0
X11	0.0
X12	825.5
P1	696.2
P2	705.2
P3	2019.2

Gambar 4.9 Luas hasil optimasi

Keterangan :

$X_{1,2,3..}$  = Untuk Padi

$P_{1,2,3..}$  = Untuk Palawija

Fungsi yang harus diisi dalam kolom Solver

- *Set Objective: Max* = Luas tanam hasil optimasi
- *Changing Variable*: Luas tanam pada tiap bulannya. X1, X2,.....X12. Dan P1-P3.
- *Constraints*
  1. Luas tanam pada bulan  $\geq 0$

2. Luas Total tanaman padi atau palawija  $\leq$  Lahan yang ditanami (6036.66 Ha)
3. Komulatif *Outflow*  $\leq$  Komulatif *Inflow* setelah air baku.

Sehingga diperoleh hasil optimasi tanpa waduk seperti tabel 4.16 dan gambar 4.12 analisa grafiknya. dan diperoleh hasil optimasi dengan waduk seperti gambar 4.13.





Persamaan yang harus diisikan pada tabel optimasi sesuai pada gambar 4.10 adalah sebagai berikut:

- Mengisikan angka- angka DR pada tiap bulan tanam.
- Luas tanam padi = Menjumlah semua kolom luas lahan tanam padi yang sejajar dengan DR tanaman padi.

Luas Lahan			
	ha		Nopember
X1	2502.5	→	1.70
X2	3213.0		
X3	0.0		
X4	321.2		
X5	2502.5		
X6	794.8		
X7	0.0		
X8	0.0		
X9	0.0		
X10	0.0	→	0.19
X11	0.0	→	0.44
X12	321.2	→	0.46
P1	1018.0		
P2	0.0		
P3	2019.2		

Gambar 4.10 Pengisian Kolom Luas Tanam Padi

- Luas tanam palawija = Menjumlah semua kolom luas lahan tanam padi yang sejajar dengan DR tanaman palawija.

		Mei	Jun	Juli
<b>Max ;</b>				
	6036.663			
	12692.37			
Luas Lahan ha				
X1	2502.5			
X2	3213.0			
X3	0.0			
X4	321.2	0.35		
X5	2502.5	0.74	0.49	
X6	794.8	0.76	0.88	0.49
X7	0.0	1.63	0.89	0.88
X8	0.0		1.77	0.90
X9	0.0			1.77
X10	0.0			
X11	0.0			
X12	321.2			
P1	1018.0	0.34	0.55	0.59
P2	0.0		0.44	0.55
P3	2019.2			0.44

Gambar 4.11 Pengisian Kolom Luas Tanam Palawija

- Luas total = jumlah dari luas naman padi dan luas tanam palawija.
- Q Optimasi = hasil kali DR dengan Luas tanam.
- Q Andalan = dari hasil perhitungan Analisa debit sungai.

*Constraints* yang harus diisikan pada tabel tersebut yaitu:

*Objective Function*

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{n=1}^k X_i \cdot Ep_{i,o} + \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^l P_j \cdot Eo_{j,p}$$

dimana

- $Z$  = Luas Tanam Setahun.  
 $X_i$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan *bulan ke i* (ha).  
 $P_j$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman polowijo, golongan *bulan ke j* (ha).

- $Ep_{i,o}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman padi yang ditanam mulai bulan i dengan umur o (ltr/dt/ha).  
 $Eo_{j,p}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman polowijo yang ditanam mulai bulan j dengan umur p (ltr/dt/ha).  
 Max = jumlah luas tanam lahan padi dan palawija  
*Changing Variable cell* = Variable yang akan berubah adalah  $X_1 - P_3$

### Fungsi Kendala

Pada optimasi irigasi ini terdapat 2 (dua) fungsi kendala yaitu kendala ketersediaan air dan kendala luas tanam daerah irigasi.

#### 1. Kendala Ketersediaan Air

dimana

$$\sum Qi(i) \leq \sum Qk(i)$$

$Qi(i)$  = Debit andalan sungai pada bulan i

$\sum Qk(i)$  = Jumlah debit kebutuhan air pada bulan i

#### 2. Kendala Luas Tanam

dimana

$$\sum A(i) \leq Areal$$

$\sum A(i)$  = Jumlah luas tanam pada bulan i.

*Areal* = Jumlah Luas Lahan Irigasi

Luas tanam padi  $X_1 \geq 0$  pada bulan Nop

Luas tanam padi  $X_2 \geq 0$  pada bulan Des

Luas tanam padi  $X_3 \geq 0$ .....dst.  $X_{12}$

Luas tanam palawija  $P_1 \geq 0$  pada bulan Mei

Luas tanam palawija  $P_2 \geq 0$ .....dst.  $P_3$

Luas total bulan Nop  $\leq 0$

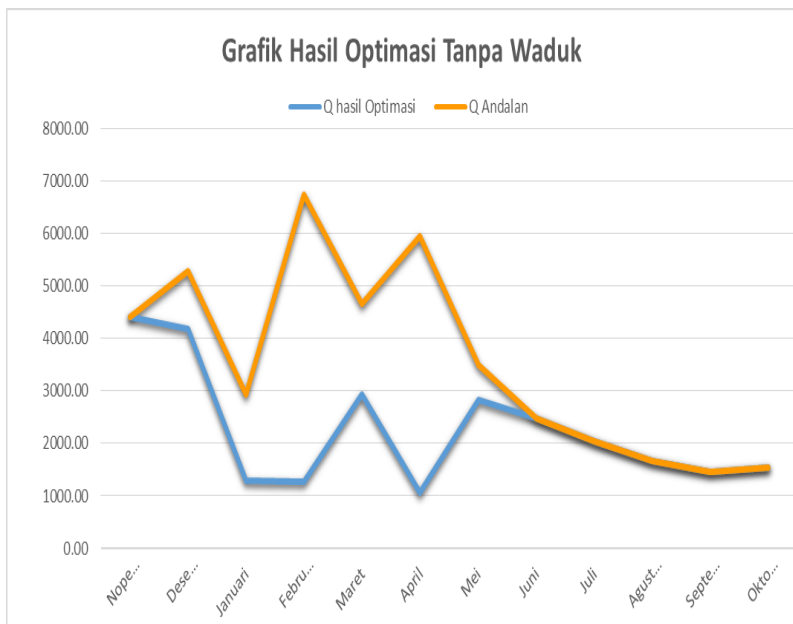
Luas total bulan Des  $\leq 0$

Luas total bulan Jan  $\leq 0$ .....dst sampai bulan Oktober

Q Optimasi bulan Nop  $\leq$  Q Andalan bulan Nop

Q Optimasi bulan Des  $\leq$  Q Andalan bulan Des

Q Optimasi bulan Jan  $\leq$  Q Andalan bulan Jan.....dst  
sampai bulan Oktober



Gambar 4.12 Grafik Hasil Optimasi Tanpa Waduk

Berikut penjelasan grafik hasil optimasi tanpa waduk sesuai pada gambar 4.12. Ketika musim hujan I yaitu bulan Nopember, Desember, Januari, dan Februari mengalami kelebihan air. Saat hujan II sebagian mengalami kelebihan air saat bulan Maret, April, Mei, sedangkan pada bulan Juni kebutuhan air hasil optimasi tepat tercukupi. Saat musim kemarau I mengalami defisit pada bulan Juli, sedangkan pada bulan Agustus September tepat tercukupi. Sehingga Intensitas tanman hanya 221%.

#### **4.5.3 Analisa Optimasi dengan Waduk**

Berikut adalah analisa hasil optimasi dengan dibangunnya waduk Tukul Pacitan yang disajikan pada tabel 4.17.



Persamaan yang harus diisikan pada tabel optimasi sebagai berikut:

- Mengisikan angka- angka DR pada tiap bulan tanam.
- Luas tanam padi = Menjumlah semua kolom luas lahan tanam padi yang sejajar dengan DR tanaman padi.

Luas Lahan		
	ha	Nopember
X1	2502.5	→ 1.70
X2	3213.0	
X3	0.0	
X4	321.2	
X5	2502.5	
X6	794.8	
X7	0.0	
X8	0.0	
X9	0.0	
X10	0.0	→ 0.19
X11	0.0	→ 0.44
X12	321.2	→ 0.46
P1	1018.0	
P2	0.0	
P3	2019.2	

Gambar 4.13 Pengisian Kolom Luas Tanam Padi

- Luas tanam palawija = Menjumlah semua kolom luas lahan tanam padi yang sejajar dengan DR tanaman palawija.



		6036.663			
<b>Max ;</b>		12692.37			
Luas Lahan ha		Mei	Juni	Juli	
X1	2502.5				
X2	3213.0				
X3	0.0	0.35			
X4	321.2	0.74	0.49		
X5	2502.5	0.76	0.88	0.49	
X6	794.8	1.63	0.89	0.88	
X7	0.0		1.77	0.90	
X8	0.0			1.77	
X9	0.0				
X10	0.0				
X11	0.0				
X12	321.2				
P1	1018.0	0.34	0.55	0.59	
P2	0.0		0.44	0.55	
P3	2019.2			0.44	

Gambar 4.14 Pengisian Kolom Luas Tanam Palawija

- Luas total = jumlah dari luas naman padi dan luas tanam palawija.
- Q Optimasi = hasil kali DR dengan Luas tanam.
- Q Andalan = dari hasil perhitungan Analisa debit sungai.
- Q Eksploitasi = Q yang harus diberikan sesuai dengan optimasi dengan melihat pertimbangan Q Andalan  
 Dengan persamaan  $IF = Q \text{ Andalan} > Q \text{ Optimasi}$  maka yang diberikan 1 yang artinya penuh 100% sesuai Q Optimasi. Tetapi jika  $Q \text{ Andalan} < Q \text{ Optimasi}$ . Maka,  $Q \text{ Andalan} / Q \text{ Optimasi}$  sehingga kebutuhan yang diberika sesuai hasil bagi tersebut.
- Q Inflow = Q Andalan x jumlah hari dalam bulan x  $24 \times 3600/1000000$
- Q Outflow = (Q Optimasi + Q air baku) x jumlah hari dalam bulan x  $24 \times 3600/1000000$  sesuai pada tabel 4.2.

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Baku

KEBUTUHAN AIR BAKU									
No	Zona	Jumlah Penduduk (jiwa)	Domestik (liter/hr)	Non Domestik (liter/hr)	Kehilangan Air (liter/hr)	Jumlah (liter/hr)	Jumlah (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah lt/dt	
1	Arjosari	1830	146430	8236.6875	366.075	155032.76	0.0018	1.7944	
2	Gayuhan	2192	175350	9863.4375	438.375	185651.81	0.0021	2.1487	
3	Tremas	2271	181650	10217.8125	454.125	192321.94	0.0022	2.2259	
4	Jatimalang	3336	266840	15009.75	667.1	282516.85	0.0033	3.2699	
5	Karangrejo	4024	321880	18105.75	804.7	340790.45	0.0039	3.9443	
6	Sedayu	4072	325740	18322.875	814.35	344877.23	0.0040	3.9916	
7	Mlati	4123	329870	18555.1875	824.675	349249.86	0.0040	4.0422	
Jumlah								lt/dt	21.417
Jumlah kebutuhan air baku								jt liter	55.51

Sumber: Hasil Perhitungan

- Komulatif Outflow yaitu penjumlahan antar Outflow n dengan Outflow n-1
- Komulatif Inflow yaitu penjumlahan antar Inflow n dengan Inflow n-1

*Constraints* yang harus diisikan pada tabel tersebut yaitu:

*Objective Function*

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{n=1}^k X_i \cdot Ep_{i,o} + \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^l P_j \cdot Eo_{j,p}$$

dimana

$Z$  = Luas Tanam Setahun.

$X_i$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan bulan ke  $i$  (ha).

$P_j$  = luas areal tanaman untuk jenis tanaman polowijo, golongan bulan ke  $j$  (ha).

$Ep_{i,o}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman padi yang ditanam mulai bulan  $i$  dengan umur  $o$  (ltr/dt/ha).

$E_{o_{j,p}}$  = unit kebutuhan air untuk tanaman polowijo yang ditanam mulai bulan j dengan umur p (ltr/dt/ha).

$Max$  = jumlah luas tanam lahan padi dan palawija

*Changing Variable cell:*

Variable yang akan berubah adalah  $X_1 - P_3$

### Fungsi Kendala

Pada optimasi irigasi ini terdapat 2 (dua) fungsi kendala yaitu kendala ketersediaan air dan kendala luas tanam daerah irigasi.

#### 1. Kendala Ketersediaan Air

dimana

$$Q_i(i) \leq \sum Q_k(i)$$

$Q_i(i)$  = Debit andalan sungai pada bulan i

$\sum Q_k(i)$  = Jumlah debit kebutuhan air pada bulan i

#### 2. Kendala Luas Tanam

dimana

$$\sum A(i) \leq Areal$$

$\sum A(i)$  = Jumlah luas tanam pada bulan i.

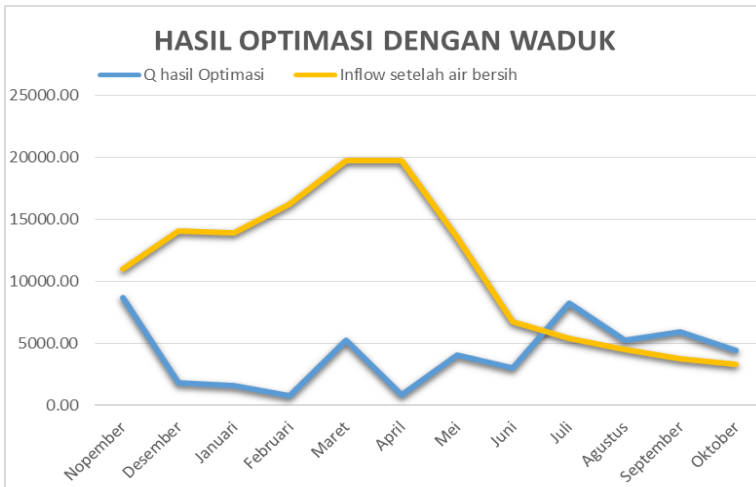
$Areal$  = Jumlah Luas Lahan Irigasi

Luas tanam padi  $X_1 \geq 0$  pada bulan Nop

Luas tanam padi  $X_2 \geq 0$  pada bulan Des

Luas tanam padi  $X_3 \geq 0$ .....dst.  $X_{12}$

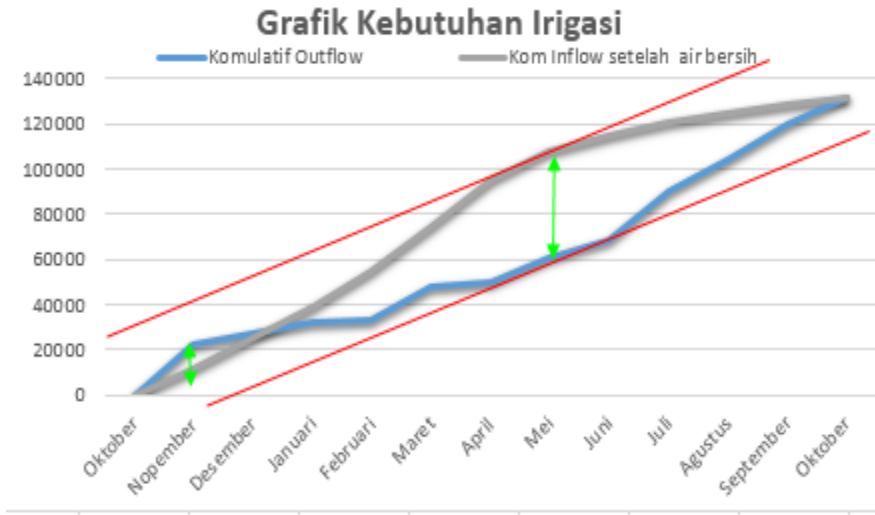
- Luas tanam palawija  $P_1 \geq 0$  pada bulan Mei
- Luas tanam palawija  $P_2 \geq 0$ .....dst.  $P_3$
- Luas total bulan Nop  $\leq 0$
- Luas total bulan Des  $\leq 0$
- Luas total bulan Jan  $\leq 0$ .....dst sampai bulan Oktober
- Kumulatif Outflow terakhir  $\leq$  Kumulatif Inflow terakhir



Gambar 4.15 Grafik Hasil Optimasi dengan Waduk

Berikut penjelasan gambar 4.15 hasil optimasi dengan waduk. Ketika musim hujan I dan hujan II yaitu bulan Nopember, Desember, Januari, Februari, Maret, April, Mei, dan Juni mengalami kelebihan air sehingga ditampung pada tampungan waduk. Saat musim kemarau I yaitu bulan Juli, Agustus, September, dan Oktober mengalami kekurangan air sehingga air hasil penyadapan di tampungan waduk digunakan untuk mencukupi kebutuhan air. Sehingga

intensitas tanamnya 300%. Sehingga dapat dilihat sesuai eksplorasinya menurut hasil optimasinya.



Gambar 4.16 Grafik Kebutuhan Irigasi

Berikut penjelasan grafik kebutuhan irigasi. Dapat diketahui bahwa:

Definit positif = 47.8 jt m<sup>3</sup>

Definit negatifnya = -11.5 jt m<sup>3</sup>

Tampungan efektif = 59.3 jt m<sup>3</sup>

Tampungan mati = 29.37 jt m<sup>3</sup>

Total tampungan yang dibutuhkan = 88.67 jt m<sup>3</sup>

Sesuai desain konsultan:

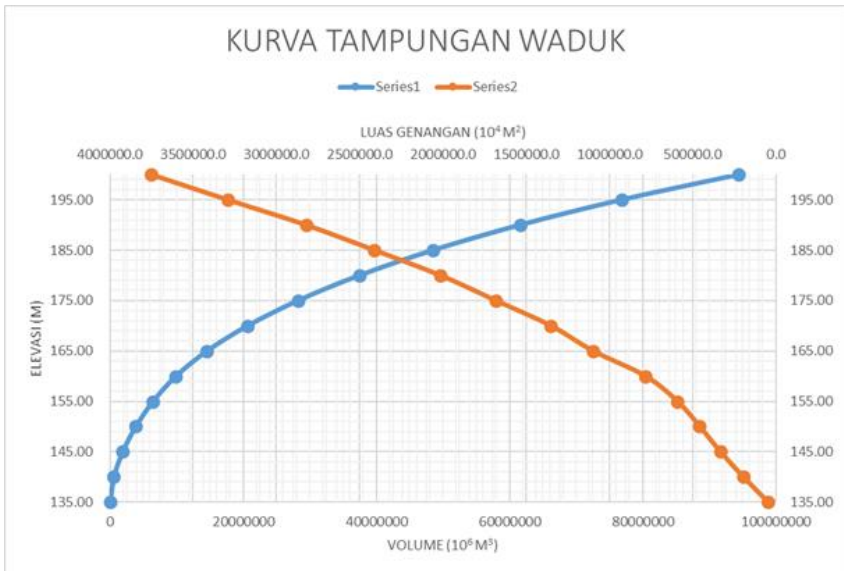
Tampungan efektif = 38.64 jt m<sup>3</sup>

Tampungan mati = 29.37 jt m<sup>3</sup>

Total tampungan sesuai desain waduk = 68.01 jt m<sup>3</sup>

Dari grafik tampungan waduk seperti pada gambar 2.1, dapat dilihat Elevasi MA Normal sesuai rencana

pembangunan waduk berada di Elevasi +192.10 sedangkan sesuai dengan perhitungan kebutuhan El MAN tepat berada di Elevasi + 198.35. Sehingga tinggi mercu  $\pm 6.26$  m.

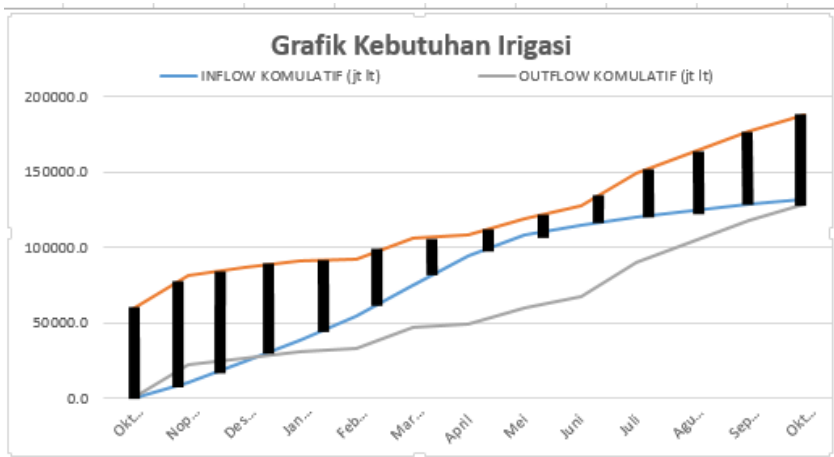


Gambar 2.1 Grafik Volume Tampungan Waduk

Tabel 4.19 Debit Kebutuhan yang Diberikan

BULAN	INFLOW	INFLOW KOMULATIF	OUTFLOW	OUTFLOW KOMULATIF	DEFINIT POSITIF DAN NEGATIF	KEBUTUHAN YANG DIBERIKAN
Oktober	3307.2	0.0	10871.3	0.0	59258.9	59258.9
Nopember	10999.0	10999.0	22447.4	22447.4	59258.9	81706.3
Desember	14088.6	25087.7	4829.8	27277.2	59258.9	86536.1
Januari	13878.0	38965.7	4308.4	31585.6	59258.9	90844.5
Pebruari	16229.6	55195.3	1852.4	33438.0	59258.9	92696.9
Maret	19709.8	74905.1	13961.6	47399.6	59258.9	106658.5
April	19756.3	94661.4	2131.2	49530.9	59258.9	108789.7
Mei	13521.8	108183.2	10841.9	60372.7	59258.9	119631.6
Juni	6767.4	114950.7	7745.1	68117.8	59258.9	127376.7
Juli	5394.9	120345.6	22032.5	90150.3	59258.9	149409.2
Agustus	4483.7	124829.3	13503.8	103654.1	59258.9	162913.0
September	3749.8	128579.2	14404.2	118058.4	59258.9	177317.2
Oktober	3307.2	131886.3	10871.3	128929.7	59258.9	188188.5

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.17 Grafik Kebutuhan Irigasi

Dari perhitungan seperti pada tabel 4.18 dapat diketahui berapa volume yang akan diberikan oleh waduk untuk kepentingan irigasi. Pada grafik kebutuhan irigasi sesuai dengan gambar 4.17, garis vertikal hitam menunjukkan

besarnya selisih antara kebutuhan yang diberikan dengan *inflow* kumulatif waduk sehingga dapat diketahui operasional waduk untuk memenuhi irigasi sesuai pada tabel 4.19.

Tabel 4.20 Operasional Waduk Untuk Memenuhi Irigasi

BULAN	INFLOW KOMULATIF	TAMPUNGAN MATI	KEBUTUHAN YANG DIBERIKAN (jt lt)	VOLUME OPERASIONAL WADUK	DITAMBAH TAMPUNGAN MATI	ELEVASI
Oktober	0.0	29367.0	59258.9	59258.9	88625.8	198.3
Nopember	10999.0	29367.0	81706.3	70707.2	100074.2	200.6
Desember	25087.7	29367.0	86536.1	61448.4	90815.4	199.0
Januari	38965.7	29367.0	90844.5	51878.7	81245.7	196.3
Pebruari	55195.3	29367.0	92696.9	37501.6	66868.6	191.7
Maret	74905.1	29367.0	106658.5	31753.4	61120.4	189.8
April	94661.4	29367.0	108789.7	14128.3	43495.3	183.1
Mei	108183.2	29367.0	119631.6	11448.4	40815.3	181.5
Juni	114950.7	29367.0	127376.7	12426.0	41793.0	182.0
Juli	120345.6	29367.0	149409.2	29063.6	58430.5	188.8
Agustus	124829.3	29367.0	162913.0	38083.7	67450.6	191.9
September	128579.2	29367.0	177317.2	48738.1	78105.0	195.4
Oktober	131886.3	29367.0	188188.5	56302.2	85669.2	197.5

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.6 Penjadwalan Pemberian Air pada Pintu Intake untuk Irigasi pada Periode – Periode Tertentu dari Hasil Optimasi

Hasil optimasi menggunakan waduk menunjukkan intensitas tanam 300%, dibandingkan tanpa menggunakan waduk intensitas tanam 210% dengan luas lahan yang sama.

Luas lahan 6036.66 Ha dari hasil pengembangan lahan fungsional yang memungkinkan menjadi lahan potensial dengan pertimbangan elevasi kontur. Luas lahan potensial tersebut terdiri dari semak belukar, tanah ladang, perkebunan, sawah irigasi, dan sawah tadah hujan seperti pada tabel 4.21.

Penjadwalan bukaan pintu intake berdasarkan kebutuhan air pada tanaman pada setiap periodenya. Seperti pada tabel. 4.22. Sehingga dapat digambarkan



bagaimana implementasinya sesuai penjadwalan hasil optimasi seperti tabel 4.24.

Tabel 4.21 Hasil Penelusuran Luas Lahan

Nama Desa	Nama Sawah	Tanah Ladang	Semak Belukar	Jenis Lahan		Perkebunan	Luas
				Sawah Tadah Hujan	Sawah Irigasi		
Karangrejo	KRJ 01	12.94	82.18	1.84			96.96
	KRJ 02		31.33				31.33
	KRJ 03		9.44				9.44
	KRJ 04		5.79				5.79
	KRJ 05		5.49				5.49
	KRJ 06		53.53				53.53
	KRJ 07		16.28				16.28
	KRJ 08	0.47	55.25				55.72
	KRJ 09		43.38				43.38
	KRJ 10		10.49				10.49
	KRJ 11		31.55				31.55
	KRJ 12		1.34			12.61	13.95
	KRJ 13		43.04				65.46
	KRJ 14						15.85
	KRJ 15					0.8215	0.82
	KRJ 16			63.48			63.48
	KRJ 17			11.18			11.18
	KRJ 18	4.16	14.88				19.04
	KRJ 19	7.43	18.16		7.22		32.81
	KRJ 20	9.72	22.14		0.88		32.74
Karanggede	KRG01	16.5					16.50
	KRG02	4.01	8.3	0.13			12.44
	KRG03		18.670163				18.67
	KRG04		21.299476				21.30
	KRG05		61.7388				61.74
	KRG06	3.16	21.61				24.77
	KRG07		27.04				27.04
	KRG08		5.97				5.97
	KRG09		19.70				19.70
	KRG10	6.5	74.29				80.79
	KRG11	19.85	27.51				47.36
	KRG12	10.96	43.63				54.59
Gondang	GND 01		1.795765				1.80
	GND 02		5.938377				5.94
	GND 03	4.94	54.41				59.35
	GND 04		91.64		16.16		107.80
	GND 05	0.9	45.37		2.1		48.37
	GND 06		43.38		12.79		56.17
	GND 07	14.4	107.87		18.76		141.03
	GND 08	16.75	9.64		72.45		98.84

Mijing	MJG 01			43.13	2.03	45.16
	MJG 02			124.59		124.59
	MJG 03	1.64	19.18	25.12		45.94
Temon	TMN 01	18.81	56.04			74.85
	TMN 02	18.67	27.87			46.54
	TMN 03		99.46			99.46
	TMN 04	15.9	43.44			59.34
	TMN 05	19.84	48.49	5.65		73.98
	TMN 06		130.76			130.76
	TMN 07	0.58	8.8			9.38
	TMN 08		20.85			20.85
	TMN 09		17.08			19.23
Gayuhan	GYH 01	8.9	96.35	38.58		143.83
	GYH 02		11.50			11.50
	GYH 03		40.00			40.00
	GYH 04				48.44	48.44
	GYH 05	26.98				26.98
Jatimalang	JML 01	38.07	58.28			96.35
	JML 02	0.23	66.84			67.07
	JML 03				82.95	82.95
	JML 04				26.92	26.92
	JML 05				1.44	1.44
Gembong	GMB 01		120.51			120.51
	GMB 02		17.96			17.96
	GMB 03				2.36	2.36
	GMB 04				77.01	77.01
	GMB 05				26.36	26.36
	GMB 06		15.68			15.68
Gegeran	GGR 01		63.99			63.99
Borang	BRG 01		1.15			1.15
	BRG 02		3.37			3.37
	BRG 03		7.88			7.88
	BRG 04		9.49			9.49
	BRG 05		50.95			50.95
	BRG 06				19.51	19.51
Pagutan	PGT 01				57.77	57.77
	PGT 02		49.31			49.31
	PGT 03		35.63			35.63
	PGT 04		3.55			3.55
	PGT 05		1.07			1.07
	PGT 06		10.26			10.26
Gunungsari	CSR 01		159.07			159.07
	CSR 02		14.99			14.99
	CSR 03		11.45			11.45
	CSR 04		21.37			21.37

Tabel 4.21 Hasil Penelusuran Luas Lahan (Lanjutan)

Tambakrejo	TBR 01			18.26	18.26
	TBR 02			16.11	16.11
	TBR 03			27.37	27.37
	TBR 04			76.66	76.66
Banjarsari	BSR 01			65.43	65.43
	BSR 02		114.97		114.97
Purworejo	PWR 01		191.26	2.58	193.84
Kayen	KYN 01	7.64	212.29		219.93
	KYN 02		39.27		39.27
	KYN 03		56	23.84	79.84
Banjarjo	BIJ 01		52.38	5.73	4.19
	BIJ 02		26.45		4.48
	BIJ 03		27.54		27.54
Kebonagung	KBG 01		88.42		88.42
Cawang	GWG 01		10.79		10.79
	GWG 02		26.93	1.69	28.62
	GWG 03		9.15	2.71	11.86
	GWG 04		8.96	5.16	14.12
	GWG 05		34.64		34.64
Karanganyar	KGR 01		30.41	10.31	40.72
Purwosari	PWS 01		140.16		140.16
	PWS 02			57.77	57.77
	PWS 03		98.82		98.82
Sukoharjo	SHJ 01			19.26	19.26
	SHJ 02		26.56		26.56
	SHJ 03			1.61	1.61
Tremas	TRM 01			92.48	92.48
Sedayu	SDY 01			4.31	4.31
	SDY 02	38.56			8.88
	SDY 03	3.41			4.45
	SDY 04	20.85			2.84
	SDY 05	11.31			24.27
	SDY 06		11.43		16.34
	SDY 07				25.32
	SDY 08				6.01
	SDY 09				86.61
	SDY 09				86.61
Mlati	MLT 01				2.66
	MLT 02				67.78
	MLT 03	1.31		0.81	47.05
	MLT 04			1.40	1.40
	MLT 05			4.97	4.97
	MLT 06			12.25	56.24
Tinatar	TTR 01			3.80	3.80
	TTR 02			4.26	4.26
	TTR 03	14.86			11.39
	TTR 04			59.76	59.76
Kebonsari	KBS 01			3.42	3.42
Gondosari	GDS 01			197.09	197.09
6036.68					

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.22 Penjadwalan Bukaan Pintu Intake dari Hasil Optimasi

Aval Taman (M)	Luas	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober																								
		Nov1 Nov2 Nov3	Des1 Des2 Des3	Jan1 Jan2 Jan3	Feb1 Feb2 Feb3	Mar1 Mar2 Mar3	Apr1 Apr2 Apr3	Mei1 Mei2 Mei3	Jun1 Jun2 Jun3	Jul1 Jul2 Jul3	Ag1 Ag2 Ag3	Sep1 Sep2 Sep3	Ok1 Ok2 Ok3																								
Nop	4785,62	2,06 1,47 1,56	0,36 0,50 0,04	0,00 0,70 0,00	0,00 0,00 0,00	0,00 0,18 0,09	0,00																														
Des	140,09		1,19 1,34	0,88 0,00	0,72 0,00	0,21 0,30	0,18 0,09	0,00																													
Jan	408,03			0,68 1,55	0,83 0,00	0,23 0,33	0,45 0,61	0,00 0,00	0,00	0,00																											
Feb	702,73				0,61 1,06	1,16 0,63	0,00 0,00	0,36 0,37	0,32 0,36																												
Mar	4785,62					1,30 1,46	0,24 0,00	0,38 0,61	0,74 0,88	0,84 0,46	0,36																										
Apr	140,09						0,84 0,66	1,25 0,62	0,76 0,90	0,89 0,88	0,87 0,65	0,46 0,36																									
Mei	0,00							1,49 1,62	1,77 1,77	0,89 0,89	0,87 0,88	0,68 0,49	0,36																								
Jun	0,00								1,77 1,77	0,90 0,89	0,95 0,94	0,83 0,73	0,33 0,36																								
Jul	4073,91									1,77 1,77	0,96 0,95	1,03 1,02	1,00 0,74	0,54 0,32																							
Ag	140,09										1,81 1,81	1,81 1,81	1,05 1,04	1,03 1,05	1,04 0,99																						
Sep	408,03												1,86 1,86	1,86 1,07	1,06 1,02																						
Ok	702,73													1,88 1,88	1,88 1,85																						
Mei	408,03										0,19 0,33	0,49 0,51	0,55 0,58	0,59 0,58	0,54 0,45	0,36																					
Jun	702,73										0,39 0,44	0,48 0,52	0,55 0,59	0,65 0,65	0,63 0,58	0,47 0,36																					
Jul	706,71											0,39 0,44	0,48 0,56	0,60 0,65	0,73 0,72	0,70 0,60	0,48 0,33																				
Jumlah/kebutuhan		4	2	2	2	1	1	2	2	2	3	0	1	2	3	4	5	5	4																		
kebutuhan arang																																					
kehararadministrative (M)		10,937	7,39	7,724	2,65	2,445	310	277	4,210	388	482	872	883	6,771	7,707	1,681	117	93	2,286	3,343	4,006	4,794	3,687	2,885	2,482	8,165	8,224	8,259	8,254	8,227	5,190	6,023	5,891	5,748	5,869	4,423	3,883

Sumber: Hasil Perhitungan



#### 4.7 Operasi Pengaturan Buka-an Pintu Intake

Dalam Operasi pintu intake dalam pemberian air untuk irigasi, direncanakan hanya sebatas bukaan pintu intake sesuai dengan kebutuhan air tiap periodenya. Sehingga dalam opsersinya hanya melakukan perhitungan tiap periodenya seperti pada tabel 4.23 dan perhitungannya seperti pada gambar 4.18.

Kebutuhan air yang keluar dari intake Yaitu  $\Sigma$  (DR dengan Luas tanam tiap bulannya x Laus tanam) .

Awal Tanam	Luas Tanam (ha)	Nopember		
		Nop 1	Nop 2	Nop 3
Nop	4785.62	2.05	1.47	1.56
Des	140.19			
Jan	408.13			
Feb	702.73			
Mar	4785.62			
Apr	140.19			
Mei	0.00			
Jun	0.00			
Jul	4079.91			
Agu	140.19	0.51	0.00	0.00
Sep	408.13	0.87	0.26	0.20
Okt	702.73	0.88	0.28	0.23
Mei	408.13			
Jun	702.73			
Jul	705.71			
Jumlah Kebutuhan		4	2	2
kebutuhan air yang keluar dari pintu intake (lt/dt)		10,937	7,319	7,724

Gambar 4.18 Menghitung Kebutuhan Air yang Keluar dari Pintu Intake

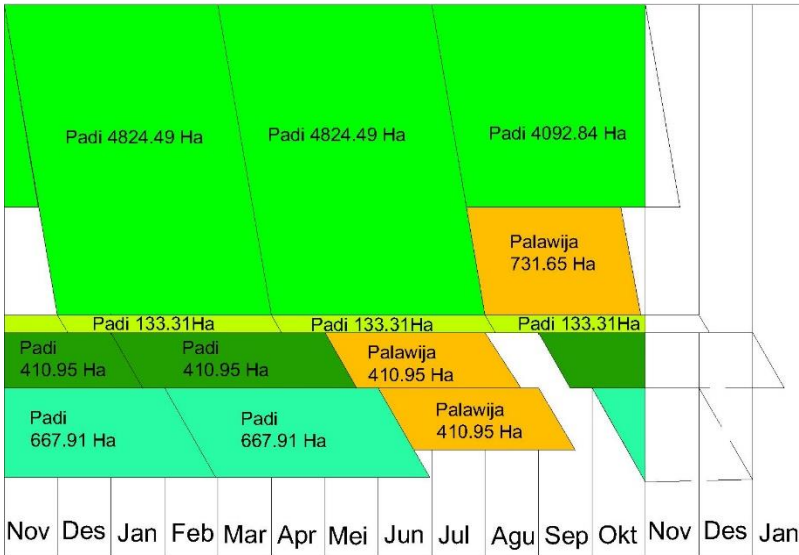
Tabel 4.24 Penggambaran Implementasi Terhadap Lahan Irigasi

musim	Bulan	Periode	Debit lt/dt	Luas Lahan	Luas Lahan	Luas		
				Padi Ha	Palawija Ha	Pembulatan Ha		
musim hujan I	Nopember	I	10937.1					
		II	7319.5	4785.62		4824.49		
		III	7724.2					
	Desember	I	2154.9					
		II	2945.1	140.19			133.31	
		III	309.7					
	Januari	I	277.2					
		II	4210.3	408.13			410.95	
		III	338.2					
	Pebruari	I	431.7					
		II	872.3	702.73			667.91	
		III	993.2					
	Maret	I	6770.8					
		II	7706.6	4785.62			4824.49	
		III	1160.6					
musim Hujan II	April	I	117.4					
		II	93.0	140.19			133.31	
		III	2256.3					
	Mei	I	3343.3					
		II	4006.0		408.13		410.95	
		III	4794.4					
	Juni	I	3697.1					
		II	2864.8		702.73		667.91	
		III	2402.3					
	Juli	I	8194.8				4092.84	
		II	8223.9	4079.91	705.71		731.648014	
		III	8259.3				4824.49	
	musim kemarau I	Agustus	I	5254.0				
			II	5226.8	140.19			133.31
			III	5190.3				
September		I	6022.7					
		II	5891.0	408.13			410.95	
		III	5747.6					
Oktober		I	5359.2					
		II	4423.0	702.73			667.91	
		III	3383.1					

Dari gambar 4.19. pola tanam pada daerah irigasi Waduk Tukul Pacitan dapat disimpulkan.

- Musim Hujan I = Padi- Padi- Padi
- Sumber: Hasil Perhitungan
- Musim Hujan II = Padi – Padi- Palawija
- Musim Kemarau = Padi- Palawija- Palawija

Sehingga implementasi pola tanam dengan metode pemberian air dari intake saat periode- periode tertentu seperti pada tabel 4.24 dan untuk luas lahan yang dibagi menjadi setiap bloknya terdapat pada tabel 4.25



Gambar 4.19 Sketsa Pola Tanam Hasil Optimalisasi



Tabel 4.25 Keterangan Luas Lahan

Luas Pembulatan Ha	Nama Blok	Tanaman	Awal tanam
4824.49	BLOK 1	Padi 1	Nop
		Padi 2	Maret
		Padi 3 Palawija	Juli
133.31	BLOK 2	Padi 1	Des
		Padi 2	April
		Padi 3	Agust
410.95	BLOK 3	Padi 1	Januari
		Palawija	Mei
		Padi 2	September
667.91	BLOK 4	Padi 1	Februari
		Palawija	Juni
		Padi 2	Oktober

Sumber: Hasil Perhitungan



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil tugas akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai sistem pemberian air irigasi dengan mempertimbangkan pola tata tanam yang optimum.

1. Dari perhitungan debit sungai dengan metode F.J. Mock dapat diketahui hasil debit andalan (Q80) yaitu memiliki rata-rata sebesar 3.89 l/dt dan memiliki debit andalan (Q80) rata – rata tahunan mencapai 4221.441 l/dt.
2. Sebagai pertimbangan hasil optimasi direncanakan tanam padi dilakukan pada setiap awal bulan, dan tanam palawija pada bulan Mei, Juni, dan Juli. Dengan luas lahan hasil penelusuran yang mencapai 6036.66 ha. Hasil perhitungan optimasi tanpa waduk didapat intensitas tanamnya mencapai 221%, sedangkan hasil perhitungan optimasi menggunakan waduk menghasilkan intensitas tanam mencapai 300%.
3. Penjadwalan pemberian air disesuaikan dengan kebutuhan air irigasi dari sumber (DR) menurut pola tata tanam hasil optimasi. Untuk tanaman padi pemberian airnya dilakukan setiap bulan Nopember, Desember, Januari, Februari, Maret, April, Juli, Agustus, September, Oktober. Sedangkan untuk tanaman palawija dilakukan setiap bulan Mei, Juni, dan Juli. Sehingga terbentuk pola tanam

Musim Hujan I	Padi- Padi- Padi
Musim Hujan II	Padi – Padi- Palawija
Musim Kemarau	Padi- Palawija- Palawija

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tugas akhir, maka penulis merekomendasikan berupa saran – saran sebagai berikut :

1. Perlu diadakan sosialisasi kepada masyarakat mengenai implementasi pemberian air sesuai rencana untuk meningkatkan hasil panen.
2. Perlu direncanakan jaringan irigasi yang memenuhi luas lahan sesuai hasil penelusuran yang mencapai 6036.66 ha.
3. Karena volume tampungan waduk lebih kecil dari volume kebutuhan air, maka disarankan mercu bendung ditinggikan  $\pm 6.26$  m.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, Elivia. 2016. Tugas Akhir. **Eksplorasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi D.I Menturus Kabupaten Mojokerto Provinsi Jawa Timur**. Surabaya: Diploma III Teknik Sipil ITS.
- Badan Pusat Statistik Pacitan. 2008-2016. **Pacitan Dalam Angka**. Pacitan: Badan Pusat Statistik Pacitan.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983 . **Bina Program PSA KP 01**. Bandung: CV Galang Persada.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986a. **Standar Perencanaan Irigasi KP 01**. Bandung: CV Galang Persada.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986b. **Standar Perencanaan Irigasi KP 02**. Bandung: CV Galang Persada.
- Departemen Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Pacitan. 2016. **Data Hidrologi Kabupaten Pacitan**. Pacitan: Departemen Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Pacitan.
- PT. Brantas Abipraya. 2012. **Laporan Akhir Waduk Tukul Pacitan**. Sukoharjo. PT. Brantas Abipraya.
- Talitha, Juan. 2010. **Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Jatiroto dengan Menggunakan Program Linier**. Surabaya: Teknik Sipil ITS.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. **Hidrologi Terapan**. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyudi, Ahmad. 2014. **Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Warujayeng Kertosono dengan Program Linier**. Surabaya: Teknik Sipil ITS.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Tabel- tabel yang Digunakan dalam Perhitungan Evapotranspirasi

Tabel 5 Saturation Vapour Pressure (ea) in mbar as Function of Mean Air Temperature (T) in °C

Temperature °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ea mbar	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.7	9.3	10.0	10.7	11.5	12.3	13.1	14.0	15.0	16.1	17.0	18.2	19.4	20.6	22.0

Temperature °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ea mbar	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.7	37.8	40.1	42.4	44.9	47.6	50.3	53.2	56.2	59.4	62.8	66.3	69.9

Tabel 8 Value of Weighting Factor (1-W) for the Effect of Wind and Humidity on Et0 at Different Temperatures and Altitudes

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
(1-W) at altitude m																				
0	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
500	0.56	0.52	0.49	0.46	0.43	0.40	0.38	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
1000	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
2000	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
3000	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
4000	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

Tabel 9 Value of Weighting Factor (W) for the Effect of Radiation on Et0 at Different Temperatures and Altitudes

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W at altitude																				
m																				
0	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85
500	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
1000	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87
2000	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88
3000	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89
4000	0.54	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.90	0.90

Tabel 13 Effect of Temperature f(T) on Longwave Radiation (RnI)

T °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
f(t)	11.0	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.9	16.3	16.7	17.2	17.7	18.1

Tabel 15 Effect of the Ratio Actual and Maximum Bright Sunshine Hours f(n/N) on Longwave Radiation (RnI)

n/N	0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0
f(n/N) = 0.1 + 0.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0
n/N	0	5	9	4	8	3	7	2	6	1	5	0	4	9	3	8	2	7	1	6	1.0

Table 10

Extra Terrestrial Radiation (Ra) expressed in equivalent evaporation in mm/day

Northern Hemisphere												Lat	Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8





Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Desember

Bulan	Periode	E <sub>0</sub> (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi			Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (mm/hari)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Palawija							
						Koefisien Tanaman								Koefisien Tanaman			Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (mm/hari)		
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc					Kc1	Kc2	Kc3				Kc	
Januari	I	1.85	6.51	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	2.03	-0.82	0.00	4.65								
	II	1.85	1.61	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	2.00	4.05	0.72	1.15								
	III	1.85	5.67	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	1.97	-0.04	0.00	4.05								
Pebruari	I	1.91	6.93	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	2.00	-1.27	0.00	4.95								
	II	1.91	4.41	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.94	1.19	0.21	3.15								
	III	1.91	3.85	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.88	1.69	0.30	2.75								
Maret	I	1.74	2.94	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	1.10	0.99	0.18	2.10								
	II	1.74	2.03	2	0	0	0	0.95	0.32	0.55	0.52	0.09	1.45								
	III	1.74	8.89	2	0			0	0	0.00	-6.89	0.00	6.35								
April	I	1.40	5.32	2									3.80								
	II	1.40	6.30	2									4.50								
	III	1.40	3.01	2									2.15								
Mei	I	1.31	1.61	2									1.15								
	II	1.31	0.84	2									0.60								
	III	1.31	0	2									0								
Juni	I	1.25	0	2									0	0.5	0	0	0.17	0.21	2.21	0.39	
	II	1.25	0	2									0	0.59	0.5	0	0.36	0.45	2.45	0.44	
	III	1.25	0	2									0	0.59	0.59	0.5	0.56	0.70	2.70	0.48	
Juli	I	1.27	0	2									0	0.96	0.59	0.59	0.71	0.91	2.91	0.52	
	II	1.27	0	2									0	1.05	0.96	0.59	0.87	1.10	3.10	0.55	
	III	1.27	0	2									0	1.05	1.05	0.96	1.02	1.30	3.30	0.59	
Agustus	I	1.59	0	2									0	1.02	1.05	1.05	1.04	1.66	3.66	0.65	
	II	1.59	0	2									0	1.02	1.02	1.05	1.03	1.64	3.64	0.65	
	III	1.59	0	2									0	0.95	0.95	1.02	0.97	1.55	3.55	0.63	
September	I	2.01	0	2									0	0	0.95	0.95	0.63	1.27	3.27	0.58	
	II	2.01	0	2									0	0	0	0.95	0.32	0.64	2.64	0.47	
	III	2.01	0	2									0	0	0	0	0.00	0.00	2.00	0.36	
Oktober	I	2.12	0	2									0								
	II	2.12	0	2									0								
	III	2.12	0.21	2									0.15								
Nopember	I	1.89	0.77	2									0.55								
	II	1.89	4.13	2									2.95								
	III	1.89	4.41	2									3.15								
Desember	I	1.75	3.57	2	0 LP	LP	LP	LP		10.26	6.69	1.19	2.55								
	II	1.75	2.73	2	0	1.1 LP	LP	LP		10.26	7.53	1.34	1.95								
	III	1.75	5.32	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		10.26	4.94	0.88	3.80								

Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Januari

Bulan	Periode	Tanaman Padi													Tanaman Palawija							
		Ei0	Re Padi	P	WLR	Koefisien Tanaman				Etc	NFR	DR	Re Pal	P	Koefisien Tanaman				Etc	NFR	DR	
		(mm/hari)	(mm/hari)	(mm/hari)	(mm/hari)	Kc1	Kc2	Kc3	Kc	(mm/hari)	(mm/hari)	(lt/dt)	(mm/hari)	(mm/hari)	Kc1	Kc2	Kc3	Kc	(mm/hari)	(mm/hari)	(lt/dt)	
Januari	I	1.85	6.51	2	0 LP	LP	LP	LP	10.32	3.81	0.68	4.65	2									
	II	1.85	1.61	2	0	1.1 LP	LP	LP	10.32	8.71	1.55	1.15	2									
	III	1.85	5.67	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP	10.32	4.65	0.83	4.05	2									
Pebruari	I	1.91	6.93	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	2.10	-1.17	0.00	4.95	2								
	II	1.91	4.41	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	2.07	1.32	0.23	3.15	2								
	III	1.91	3.85	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	2.03	1.84	0.33	2.75	2								
Maret	I	1.74	2.94	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.83	2.55	0.45	2.10	2								
	II	1.74	2.03	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.77	3.40	0.61	1.45	2								
	III	1.74	8.89	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.71	-3.52	0.00	6.35	2								
April	I	1.40	5.32	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	0.89	-1.60	0.00	3.80	2								
	II	1.40	6.30	2	0	0	0.95	0.95	0.48	0.67	-3.63	0.00	4.50	2								
	III	1.40	3.01	2	0	0	0	0	0.00	-1.01	0.00	2.15	2									
Mei	I	1.31	1.61	2								1.15	2									
	II	1.31	0.84	2								0.60	2									
	III	1.31	0	2								0.00	2									
Juni	I	1.25	0	2								0.00	2									
	II	1.25	0	2								0.00	2									
	III	1.25	0	2								0.00	2									
Juli	I	1.27	0	2								0.00	2	0.5	0	0	0.17	0.21	2.21	0.39		
	II	1.27	0	2								0.00	2	0.59	0.5	0	0.36	0.46	2.46	0.44		
	III	1.27	0	2								0.00	2	0.59	0.59	0.5	0.56	0.71	2.71	0.48		
Agustus	I	1.59	0	2								0.00	2	0.96	0.59	0.59	0.71	1.14	3.14	0.56		
	II	1.59	0	2								0.00	2	1.05	0.96	0.59	0.87	1.38	3.38	0.60		
	III	1.59	0	2								0.00	2	1.05	1.05	0.96	1.02	1.62	3.62	0.65		
September	I	2.01	0	2								0.00	2	1.02	1.05	1.05	1.04	2.09	4.09	0.73		
	II	2.01	0	2								0.00	2	1.02	1.02	1.05	1.03	2.07	4.07	0.72		
	III	2.01	0	2								0.00	2	0.95	0.95	1.02	0.97	1.96	3.96	0.70		
Oktober	I	2.12	0	2								0.00	2	0	0.95	0.95	0.63	1.35	3.35	0.60		
	II	2.12	0	2								0.00	2	0	0	0.95	0.32	0.67	2.67	0.48		
	III	2.12	0.21	2								0.15	2	0	0	0	0.00	0.00	1.85	0.33		
Nopember	I	1.89	0.77	2								0.55	2									
	II	1.89	4.13	2								2.95	2									
	III	1.89	4.41	2								3.15	2									
Desember	I	1.75	3.57	2								2.55	2									
	II	1.75	2.73	2								1.95	2									
	III	1.75	5.32	2								3.80	2									

Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Februari

Bulan	Periode	Et0 (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Palawija					
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc						Kc1	Kc2	Kc3	Kc	Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)
Januari	I	1.85	6.51	2									0.00	2						
	II	1.85	1.61	2									0.00	2						
	III	1.85	5.67	2									0.00	2						
Pebruari	I	1.91	6.93	2	0 LP	LP	LP	LP		10.38	3.45	0.61	0.00	2						
	II	1.91	4.41	2	0	1.1 LP	LP	LP		10.38	5.97	1.06	0.00	2						
	III	1.91	3.85	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		10.38	6.53	1.16	0.00	2						
Maret	I	1.74	2.94	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	1.92	2.64	0.47	0.00	2						
	II	1.74	2.03	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	1.89	3.52	0.63	0.00	2						
	III	1.74	8.89	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	1.86	-3.37	0.00	0.00	2						
April	I	1.40	5.32	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.47	-0.19	0.00	0.00	2						
	II	1.40	6.30	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.42	-1.22	0.00	0.00	2						
	III	1.40	3.01	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.38	2.03	0.36	0.00	2						
Mei	I	1.31	1.61	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	0.83	2.05	0.37	0.00	2						
	II	1.31	0.84	2	0		0	0.95	0.48	0.62	1.78	0.32	0.00	2						
	III	1.31	0	2	0			0	0	0.00	2.00	0.36	0	2						
Juni	I	1.25	0	2									0	2						
	II	1.25	0	2									0	2						
	III	1.25	0	2									0	2						
Juli	I	1.27	0	2									0	2						
	II	1.27	0	2									0	2						
	III	1.27	0	2									0	2						
Agustus	I	1.59	0	2									0	2						
	II	1.59	0	2									0	2						
	III	1.59	0	2									0	2						
September	I	2.01	0	2									0	2						
	II	2.01	0	2									0	2						
	III	2.01	0	2									0	2						
Oktober	I	2.12	0	2									0	2						
	II	2.12	0	2									0	2						
	III	2.12	0.21	2									0.15	2						
Nopember	I	1.89	0.77	2									0.55	2						
	II	1.89	4.13	2									2.95	2						
	III	1.89	4.41	2									3.15	2						
Desember	I	1.75	3.57	2									0.00	2						
	II	1.75	2.73	2									0.00	2						
	III	1.75	5.32	2									0.00	2						



Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan April

Bulan	Periode	Et0 (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Palawija					
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc						Kc1	Kc2	Kc3	Kc	Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)
Januari	I	1.85	6.51	2									4.65	2						
	II	1.85	1.61	2									1.15	2						
	III	1.85	5.67	2									4.05	2						
Pebruari	I	1.91	6.93	2									4.95	2						
	II	1.91	4.41	2									3.15	2						
	III	1.91	3.85	2									2.75	2						
Maret	I	1.74	2.94	2									2.10	2						
	II	1.74	2.03	2									1.45	2						
	III	1.74	8.89	2									6.35	2						
April	I	1.40	5.32	2	0 LP	LP	LP	LP		10.02	4.70	0.84	3.80	2						
	II	1.40	6.30	2	0	1.1 LP	LP	LP		10.02	3.72	0.66	4.50	2						
	III	1.40	3.01	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		10.02	7.01	1.25	2.15	2						
Mei	I	1.31	1.61	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	1.44	3.49	0.62	1.15	2						
	II	1.31	0.84	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	1.42	4.24	0.76	0.60	2						
	III	1.31	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	1.40	5.06	0.90	0.00	2						
Juni	I	1.25	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.31	4.97	0.89	0.00	2						
	II	1.25	0.00	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.27	4.93	0.88	0.00	2						
	III	1.25	0.00	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.23	4.89	0.87	0.00	2						
Juli	I	1.27	0.00	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	0.80	3.63	0.65	0.00	2						
	II	1.27	0.00	2	0		0	0.95	0.48	0.60	2.60	0.46	0.00	2						
	III	1.27	0.00	2	0			0	0	0.00	2.00	0.36	0.00	2						
Agustus	I	1.59	0.00	2								0.00	2							
	II	1.59	0.00	2								0.00	2							
	III	1.59	0.00	2								0.00	2							
September	I	2.01	0.00	2								0.00	2							
	II	2.01	0.00	2								0.00	2							
	III	2.01	0.00	2								0.00	2							
Oktober	I	2.12	0.00	2								0.00	2							
	II	2.12	0.00	2								0.00	2							
	III	2.12	0.21	2								0.15	2							
Nopember	I	1.89	0.77	2								0.55	2							
	II	1.89	4.13	2								2.95	2							
	III	1.89	4.41	2								3.15	2							
Desember	I	1.75	3.57	2								2.55	2							
	II	1.75	2.73	2								1.95	2							
	III	1.75	5.32	2								3.80	2							

Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Mei

Bulan	Periode	Tanaman Padi				Tanaman Palawija																			
		E <sub>0</sub> (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Koefisien Tanaman				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Koefisien Tanaman				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)				
Januari	I	1.85	6.51	2									4.65	2											
	II	1.85	1.61	2									1.15	2											
	III	1.85	5.67	2									4.05	2											
Pebruari	I	1.91	6.93	2									4.95	2											
	II	1.91	4.41	2									3.15	2											
	III	1.91	3.85	2									2.75	2											
Maret	I	1.74	2.94	2									2.10	2											
	II	1.74	2.03	2									1.45	2											
	III	1.74	8.89	2									6.35	2											
April	I	1.40	5.32	2									3.80	2											
	II	1.40	6.30	2									4.50	2											
	III	1.40	3.01	2									2.15	2											
Mei	I	1.31	1.61	2	0 LP	LP	LP	LP		9.96	8.35	1.49	1.15	2											
	II	1.31	0.84	2	0	1.1 LP	LP	LP		9.96	9.12	1.62	0.60	2											
	III	1.31	0.00	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		9.96	9.96	1.77	0.00	2											
Juni	I	1.25	0.00	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	1.38	5.04	0.90	0.00	2											
	II	1.25	0.00	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	1.35	5.01	0.89	0.00	2											
	III	1.25	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	1.33	4.99	0.89	0.00	2											
Juli	I	1.27	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.33	4.99	0.89	0.00	2											
	II	1.27	0.00	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.29	4.95	0.88	0.00	2											
	III	1.27	0.00	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.25	4.91	0.87	0.00	2											
Agustus	I	1.59	0.00	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	1.01	3.84	0.68	0.00	2											
	II	1.59	0.00	2	0		0	0.95	0.48	0.76	2.76	0.49	0.00	2											
	III	1.59	0.00	2	0			0	0	0.00	2.00	0.36	0.00	2											
September	I	2.01	0.00	2								0.00	2												
	II	2.01	0.00	2								0.00	2												
	III	2.01	0.00	2								0.00	2												
Oktober	I	2.12	0.00	2								0.00	2												
	II	2.12	0.00	2								0.00	2												
	III	2.12	0.21	2								0.15	2												
Nopember	I	1.89	0.77	2								0.55	2												
	II	1.89	4.13	2								2.95	2												
	III	1.89	4.41	2								3.15	2												
Desember	I	1.75	3.57	2								2.55	2												
	II	1.75	2.73	2								1.95	2												
	III	1.75	5.32	2								3.80	2												

Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Juni

Bulan	Periode	Et0 (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Palawija					
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc						Kc1	Kc2	Kc3	Kc	Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)
Januari	I	1.85	6.51	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	1.17	-2.51	0.00	4.65	2						
	II	1.85	1.61	2	0		0	0.95	0.48	0.88	1.27	0.00	1.15	2						
	III	1.85	5.67	2	0			0	0.00	0.00	-3.67	0.00	4.05	2						
Pebruari	I	1.91	6.93	2									4.95	2						
	II	1.91	4.41	2									3.15	2						
	III	1.91	3.85	2									2.75	2						
Maret	I	1.74	2.94	2									2.10	2						
	II	1.74	2.03	2									1.45	2						
	III	1.74	8.89	2									6.35	2						
April	I	1.40	5.32	2									3.80	2						
	II	1.40	6.30	2									4.50	2						
	III	1.40	3.01	2									2.15	2						
Mei	I	1.31	1.61	2									1.15	2						
	II	1.31	0.84	2									0.60	2						
	III	1.31	0.00	2									0.00	2						
Juni	I	1.25	0.00	2	0 LP	LP	LP	LP		9.93	9.93	1.77	0.00	2						
	II	1.25	0.00	2	0	1.1 LP	LP	LP		9.93	9.93	1.77	0.00	2						
	III	1.25	0.00	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		9.93	9.93	1.77	0.00	2						
Juli	I	1.27	0.00	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	1.40	5.06	0.90	0.00	2						
	II	1.27	0.00	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	1.38	5.04	0.90	0.00	2						
	III	1.27	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	1.35	5.01	0.89	0.00	2						
Agustus	I	1.59	0.00	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.67	5.33	0.95	0.00	2						
	II	1.59	0.00	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.62	5.28	0.94	0.00	2						
	III	1.59	0.00	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.56	5.22	0.93	0.00	2						
September	I	2.01	0.00	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	1.27	4.10	0.73	0.00	2						
	II	2.01	0.00	2	0		0	0.95	0.48	0.95	2.95	0.53	0.00	2						
	III	2.01	0.00	2	0			0	0	0.00	2.00	0.36	0.00	2						
Oktober	I	2.12	0.00	2									0.00	2						
	II	2.12	0.00	2									0.00	2						
	III	2.12	0.21	2									0.15	2						
Nopember	I	1.89	0.77	2									0.55	2						
	II	1.89	4.13	2									2.95	2						
	III	1.89	4.41	2									3.15	2						
Desember	I	1.75	3.57	2									2.55	2						
	II	1.75	2.73	2									1.95	2						
	III	1.75	5.32	2									3.80	2						







Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan September

Bulan	Periode	Tanaman Padi				Tanaman Palawija																
		E <sub>0</sub> (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Koefisien Tanaman				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Koefisien Tanaman			Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)		
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc						Kc1	Kc2	Kc3	Kc				
Januari	I	1.85	6.51	2									4.65	2								
	II	1.85	1.61	2									1.15	2								
	III	1.85	5.67	2									4.05	2								
Pebruari	I	1.91	6.93	2									4.95	2								
	II	1.91	4.41	2									3.15	2								
	III	1.91	3.85	2									2.75	2								
Maret	I	1.74	2.94	2									2.10	2								
	II	1.74	2.03	2									1.45	2								
	III	1.74	8.89	2									6.35	2								
April	I	1.40	5.32	2									3.80	2								
	II	1.40	6.30	2									4.50	2								
	III	1.40	3.01	2									2.15	2								
Mei	I	1.31	1.61	2									1.15	2								
	II	1.31	0.84	2									0.60	2								
	III	1.31	0.00	2									0.00	2								
Juni	I	1.25	0.00	2									0.00	2								
	II	1.25	0.00	2									0.00	2								
	III	1.25	0.00	2									0.00	2								
Juli	I	1.27	0.00	2									0.00	2								
	II	1.27	0.00	2									0.00	2								
	III	1.27	0.00	2									0.00	2								
Agustus	I	1.59	0.00	2									0.00	2								
	II	1.59	0.00	2									0.00	2								
	III	1.59	0.00	2									0.00	2								
September	I	2.01	0.00	2	0 LP	LP	LP	LP		10.47	10.47	1.86	0.00	2								
	II	2.01	0.00	2	0	1.1 LP	LP	LP		10.47	10.47	1.86	0.00	2								
	III	2.01	0.00	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP		10.47	10.47	1.86	0.00	2								
Oktober	I	2.12	0.00	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	2.34	6.00	1.07	0.00	2								
	II	2.12	0.00	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	2.30	5.96	1.06	0.00	2								
	III	2.12	0.21	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	2.27	5.72	1.02	0.15	2								
Nopember	I	1.89	0.77	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.98	4.87	0.87	0.55	2								
	II	1.89	4.13	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.92	1.45	0.26	2.95	2								
	III	1.89	4.41	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.86	1.11	0.20	3.15	2								
Desember	I	1.75	3.57	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	1.11	0.37	0.07	2.55	2								
	II	1.75	2.73	2	0		0	0.95	0.48	0.83	0.10	0.02	1.95	2								
	III	1.75	5.32	2	0			0	0	0.00	-3.32	0.00	3.80	2								

Tabel NFR dan DR Pada Awal Tanam Bulan Oktober

Bulan	Periode	Et0 (mm/hari)	Re Padi (mm/hari)	P (mm/hari)	WLR (mm/hari)	Tanaman Padi				Etc (mm/hari)	NFR (mm/hari)	DR (lt/dt)	Re Pal (mm/hari)	P (mm/hari)	Tanaman Palawija			
						Kc1	Kc2	Kc3	Kc						Kc1	Kc2	Kc3	Kc
Januari	I	1.85	6.51	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	0.83	-2.85	0.00	4.65	2				
	II	1.85	1.61	2	0		0	0.95	0.48	0.62	1.01	0.18	1.15	2				
	III	1.85	5.67	2	0			0	0	0.00	-3.67	0.00	4.05	2				
Pebruari	I	1.91	6.93	2	0 LP	LP	LP	LP	10.38	3.45	0.61	4.95	2					
	II	1.91	4.41	2								3.15	2					
	III	1.91	3.85	2								2.75	2					
Maret	I	1.74	2.94	2								2.10	2					
	II	1.74	2.03	2								1.45	2					
	III	1.74	8.89	2								6.35	2					
April	I	1.40	5.32	2								3.80	2					
	II	1.40	6.30	2								4.50	2					
	III	1.40	3.01	2								2.15	2					
Mei	I	1.31	1.61	2								1.15	2					
	II	1.31	0.84	2								0.60	2					
	III	1.31	0.00	2								0.00	2					
Juni	I	1.25	0.00	2								0.00	2					
	II	1.25	0.00	2								0.00	2					
	III	1.25	0.00	2								0.00	2					
Juli	I	1.27	0.00	2								0.00	2					
	II	1.27	0.00	2								0.00	2					
	III	1.27	0.00	2								0.00	2					
Agustus	I	1.59	0.00	2								0.00	2					
	II	1.59	0.00	2								0.00	2					
	III	1.59	0.00	2								0.00	2					
September	I	2.01	0.00	2								0.00	2					
	II	2.01	0.00	2								0.00	2					
	III	2.01	0.00	2								0.00	2					
Oktober	I	2.12	0.00	2	0 LP	LP	LP	LP	10.57	10.57	1.88	0.00	2					
	II	2.12	0.00	2	0	1.1 LP	LP	LP	10.57	10.57	1.88	0.00	2					
	III	2.12	0.21	2	0.83	1.1	1.1 LP	LP	10.57	10.36	1.85	0.15	2					
Nopember	I	1.89	0.77	2	1.66	1.1	1.1	1.1	1.10	2.08	4.97	0.88	0.55	2				
	II	1.89	4.13	2	1.66	1.05	1.1	1.1	1.08	2.05	1.58	0.28	2.95	2				
	III	1.89	4.41	2	1.66	1.05	1.05	1.1	1.07	2.02	1.27	0.23	3.15	2				
Desember	I	1.75	3.57	2	1.66	1.05	1.05	1.05	1.05	1.84	1.93	0.34	2.55	2				
	II	1.75	2.73	2	1.66	0.95	1.05	1.05	1.02	1.78	2.71	0.48	1.95	2				
	III	1.75	5.32	2	1.66	0.95	0.95	1.05	0.98	1.72	0.06	0.01	3.80	2				

## Lampiran 3

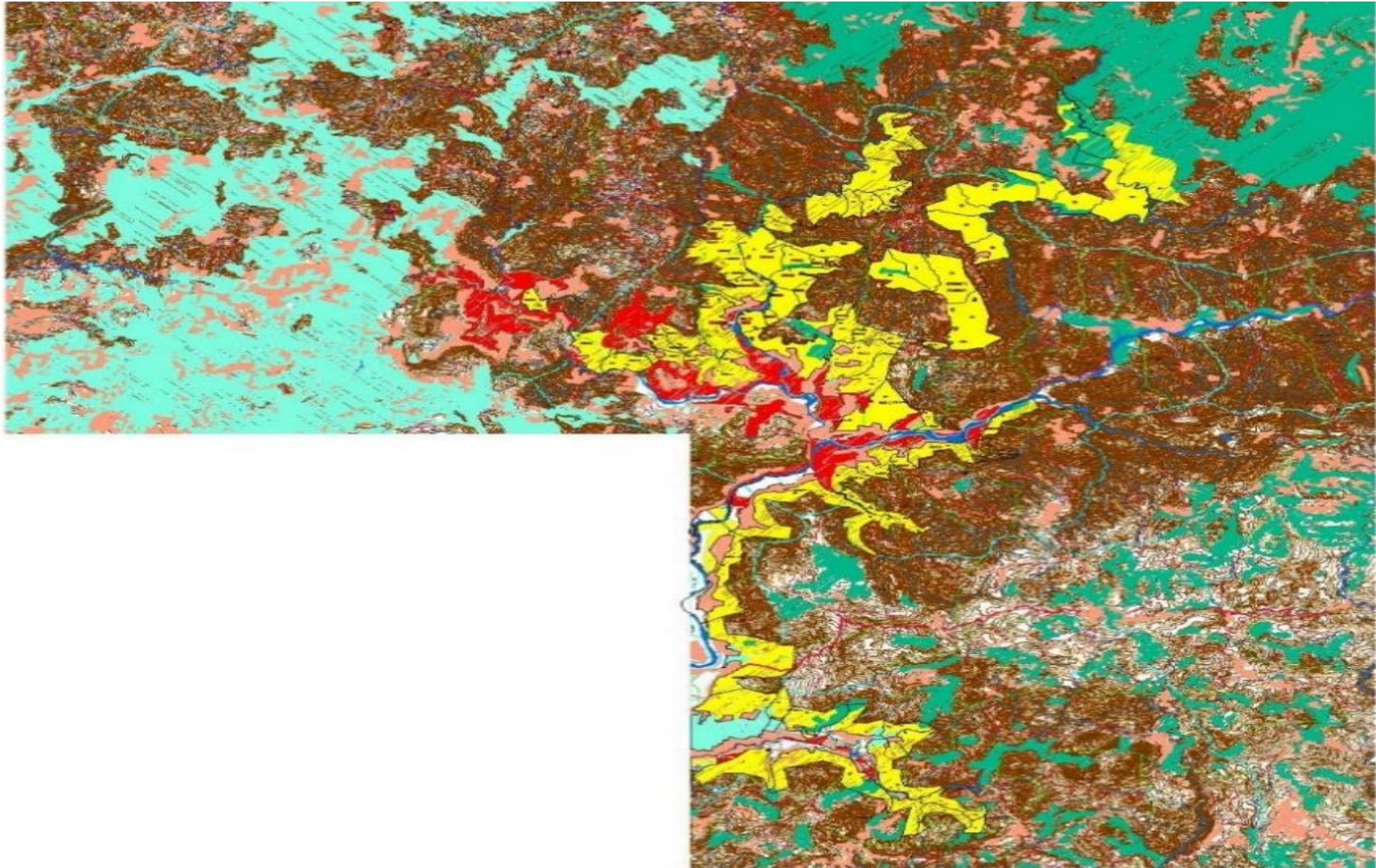
## Kebutuhan Air Baku

KEBUTUHAN AIR BAKU									
No	Zona	Jumlah Penduduk (jiwa)	Domestik (liter/hr)	Non Domestik (liter/hr)	Kehilangan Air (liter/hr)	Jumlah (liter/hr)	Jumlah (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah lt/dt	
1	Arjosari	1830	146430	8236.6875	366.075	155032.76	0.0018	1.7944	
2	Gayuhan	2192	175350	9863.4375	438.375	185651.81	0.0021	2.1487	
3	Tremas	2271	181650	10217.8125	454.125	192321.94	0.0022	2.2259	
4	Jatimalang	3336	266840	15009.75	667.1	282516.85	0.0033	3.2699	
5	Karangrejo	4024	321880	18105.75	804.7	340790.45	0.0039	3.9443	
6	Sedayu	4072	325740	18322.875	814.35	344877.23	0.0040	3.9916	
7	Mlati	4123	329870	18555.1875	824.675	349249.86	0.0040	4.0422	
Jumlah								lt/dt	21.417
Jumlah kebutuhan air baku								jt liter	55.51

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir

Lampiran 4

Hasil Penelusuran Lahan Irigasi



Lampiran 5

Hasil Optimasi Tanpa Waduk

6036.663  
**Max ;** 12692.37

Luas Lahan ha		<b>HASIL OPTIMUM TANAM: 12,692.37 HA. INTENSITAS TANAM : 210%</b>												
		KEBUTUHAN AIR DARI SUMBER												
		Nopember	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	
X1	2502.5	1.70	0.30	0.23	0.00									
X2	3213.0		1.14	0.24	0.17	0.09								
X3	0.0			1.02	0.19	0.35	0.00							
X4	321.2				0.95	0.37	0.12	0.35						
X5	2502.5					1.00	0.13	0.74	0.49					
X6	794.8						0.92	0.76	0.88	0.49				
X7	0.0							1.63	0.89	0.88	0.51			
X8	0.0								1.77	0.90	0.94	0.54		
X9	0.0									1.77	0.96	1.02	0.53	
X10	0.0	0.19									1.81	1.04	1.02	
X11	0.0	0.44	0.03									1.86	1.05	
X12	321.2	0.46	0.28	0.06										1.87
P1	1018.0							0.34	0.55	0.59	0.45			
P2	0.0								0.44	0.55	0.64	0.47		
P3	2019.2									0.44	0.60	0.72	0.47	
		Nopember	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	<b>BULAN</b>
		2823.70	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	3618.53	4636.55	4315.31	3832.00	3037.18	2019.16	2340.39	Luas Total
		2823.70	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	3618.53	3618.53	3297.29	794.83	0.00	0.00	321.24	Luas Tanam padi
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1018.02	1018.02	3037.18	3037.18	2019.16	2019.16	Luas tanam Polowijo
		4398.77	4493.43	1376.07	852.13	2915.84	1085.70	2920.04	2477.30	1869.64	1668.88	1452.06	1543.63	Q hasil Optimasi
		4398.77	5280.82	2932.84	6731.61	4663.28	5934.13	3489.45	2477.30	2034.73	1668.88	1452.06	1543.63	Q Andalan

### Hasil Optimasi dengan Waduk

6036.663  
**Max ;** 18109.99

Luas Lahan ha		<b>HASIL OPTIMUM TANAM: 18,109.99 HA. INTENSITAS TANAM : 300%</b> KEBUTUHAN AIR DARI SUMBER												
		Nopember	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	
X1	4785.6	1.70	0.30	0.23	0.00									
X2	140.2		1.14	0.24	0.17	0.09								
X3	408.1			1.02	0.19	0.35	0.00							
X4	702.7				0.95	0.37	0.12	0.35						
X5	4785.6					1.00	0.13	0.74	0.49					
X6	140.2						0.92	0.76	0.88	0.49				
X7	0.0							1.63	0.89	0.88	0.51			
X8	0.0								1.77	0.90	0.94	0.54		
X9	4079.9									1.77	0.96	1.02	0.53	
X10	140.2	0.19									1.81	1.04	1.02	
X11	408.1	0.44	0.03									1.86	1.05	
X12	702.7	0.46	0.28	0.06										1.87
P1	408.1							0.34	0.55	0.59	0.45			
P2	702.7								0.44	0.55	0.64	0.47		
P3	705.7									0.44	0.60	0.72	0.47	
		Nopember	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	<b>BULAN</b>
		6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	Luas Total
		6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	6036.66	5628.54	4925.81	4220.10	4220.10	4628.23	5330.96	Luas Tanam padi
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	408.13	1110.86	1816.56	1816.56	1408.44	705.71	Luas tanam Polowijo
		8660.27	1803.25	1608.56	765.73	5212.66	822.24	4047.88	2988.07	8225.99	5223.72	5887.09	4388.43	Q hasil Optimasi
		8660.27	5280.82	5202.20	6731.61	7379.52	7643.45	5069.19	2988.07	8225.99	5223.72	5887.09	4388.43	Q Eksploitasi
		0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.25	0.32	0.25	0.29	Faktor Pemberian
		4264.9	5280.8	5202.2	6731.6	7379.5	7643.5	5069.2	2632.3	2035.0	1694.8	1468.1	1255.5	Q Andalan
		30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	Jml hari dlm Bulan
		22447.4	4829.8	4308.4	1852.4	13961.6	2131.2	10841.9	7745.1	22032.5	13991.2	15259.3	11754.0	Outflow * 1000000
		22447.4	27277.2	31585.6	33438.0	47399.6	49530.9	60372.7	68117.8	90150.3	104141.5	119400.8	131154.8	Kumulatif Outflow
		11054.5	14144.2	13933.6	16285.1	19765.3	19811.8	13577.3	6823.0	5450.4	4539.2	3805.3	3362.7	Inflow per 1000000
		11054.5	25198.7	39132.3	55417.4	75182.7	94994.5	108571.8	115394.8	120845.2	125384.5	129189.8	132552.5	Kumulatif Inflow
		55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	55.51	Kebutuhan Air bersih
		10999.0	14088.6	13878.0	16229.6	19709.8	19756.3	13521.8	6767.4	5394.9	4483.7	3749.8	3307.2	Inflow setelah air bersih
		10999.0	25087.7	38965.7	55195.3	74905.1	94661.4	108183.2	114950.7	120345.6	124829.3	128579.2	131886.3	Kom Inflow setelah air bersih



Lampiran 6

Penjadwalan Bukaan Pintu Intake

Awal Tanam	Luas Tanam (ha)	Nopember			Desember			Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober				
		Nop 1	Nop 2	Nop 3	Des 1	Des 2	Des 3	Jan 1	Jan 2	Jan 3	Feb 1	Feb 2	Feb 3	Mar 1	Mar 2	Mar 3	April 1	April 2	April 3	Mei 1	Mei 2	Mei 3	Jun 1	Jun 2	Jun 3	Jul 1	Jul 2	Jul 3	Ags 1	Ags 2	Ags 3	Sep 1	Sep 2	Sep 3	Okt 1	Okt 2	Okt 3		
Nop	4785.62	2.06	1.47	1.56	0.36	0.50	0.04	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																								
Des	140.19				1.19	1.34	0.88	0.00	0.72	0.00	0.00	0.21	0.30	0.18	0.09	0.00																							
Jan	408.13							0.68	1.55	0.83	0.00	0.23	0.33	0.45	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00																				
Feb	702.73										0.61	1.06	1.16	0.47	0.63	0.00	0.00	0.00	0.36	0.37	0.32	0.36																	
Mar	4785.62													1.30	1.46	0.24	0.00	0.00	0.38	0.61	0.74	0.88	0.64	0.46	0.36														
Apr	140.19																0.84	0.66	1.25	0.62	0.76	0.90	0.89	0.88	0.87	0.65	0.46	0.36											
Mei	0.00																			1.49	1.62	1.77	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.87	0.68	0.49	0.36								
Jun	0.00																					1.77	1.77	1.77	0.90	0.90	0.89	0.95	0.94	0.93	0.73	0.53	0.36						
Jul	4079.91																								1.77	1.77	1.77	0.96	0.96	0.95	1.03	1.02	1.00	0.74	0.54	0.32			
Agu	140.19	0.58	0.00	0.00																																			
Sep	408.13	0.87	0.26	0.20	0.07	0.02	0.00																																
Okt	702.73	0.88	0.28	0.23	0.34	0.48	0.01	0.00	0.18	0.00																													
Mei	408.13																			0.19	0.33	0.49	0.51	0.55	0.58	0.59	0.59	0.58	0.54	0.45	0.36								
Jun	702.73																					0.39	0.44	0.48	0.52	0.55	0.59	0.65	0.65	0.63	0.58	0.47	0.36						
Jul	705.71																								0.39	0.44	0.48	0.56	0.60	0.65	0.73	0.72	0.70	0.60	0.48	0.33			
Jumlah Kebutuhan		4	2	2	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	3	0	1	1	2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4
kebutuhan air yang keluar dari pintu intake (t/dt)		10,937	7,319	7,724	2,155	2,945	310	277	4,210	338	432	872	993	6,771	7,707	1,161	117	93	2,256	3,343	4,006	4,794	3,697	2,865	2,402	8,195	8,224	8,259	5,254	5,227	5,190	6,023	5,891	5,748	5,359	4,423	3,383		

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 23 Desember 1995 di Sidoarjo. Pendidikan formal yang pernah ditempuh meliputi TK Khadijah Surabaya, kemudian melanjutkan studi ke SD Khadijah Surabaya, dilanjutkan ke SMP Khadijah Surabaya, dan kemudian dilanjutkan ke SMAN 15 Surabaya. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Vokasi Departemen Teknik

Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 dan terdaftar sebagai mahasiswa D3 Teknik Sipil Fakultas Vokasi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS dengan NRP 3114030075 serta mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis pernah melakukan Kerja Praktek di PT. BRANTAS ABIPRAYA. Demikian sedikit biodata penulis yang dapat dilampirkan.

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 26 Nopember 1995 di Gresik. Pendidikan formal yang pernah ditempuh meliputi MI Al-Asyhar, kemudian melanjutkan studi ke SMPN 1 Bungah, Gresik, dan dilanjutkan ke SMA N 1 Manyar Gresik. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Vokasi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institute Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 dan terdaftar sebagai mahasiswa D3 Teknik Sipil Fakultas Vokasi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS dengan NRP 3114030081 serta mengambil bidang studi Bangunan Air.. Penulis pernah melakukan Kerja Praktek di PT. BRANTAS ABIPRAYA. Demikian sedikit biodata penulis yang dapat dilampirkan.