

STUDI OPTIMASI DISTRIBUSI AIR IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI KAMPUNG MULIA KENCANA SP.VII MIMIKA PROVINSI PAPUA TENGAH DENGAN PROGRAM LINIER

Muhammad Rizal Musyafa¹, Eko Noerhayati² dan Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: 21901051156@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

The SP VII Irrigation Area is located in Mimika Regency, precisely in Kuala Kencana District, with an irrigation service area of 171.1 Ha. This area faces serious problems related to water availability during the dry season, where the available water is limited and not enough to meet the needs of all rice fields. As a result, only rice fields that are close to the irrigation canal gates can be irrigated, while fields further away are inaccessible, resulting in a decrease in agricultural productivity. One solution proposed to overcome this problem is to optimize water distribution according to field conditions. This research uses a linear programming method processed via Solver in Microsoft Excel to optimize water use for rice fields. The aim of this research is to determine efficient planting patterns and adjust the height of irrigation gate openings according to the water flow available in the field, so as to maximize agricultural profits. Based on the research results, the current planting pattern, namely rice/padi-padi/palawija-padi/palawija, produces a total productivity of IDR. 16,227,776,172,- and a profit of Rp. 2,344,296,732,- for a planting area of 171.1 Ha. The research also found that the best irrigation gate opening height was found in Planting Season III Secondary Channel (Pintu Sadap) 4 with a height of 0.564 m. Meanwhile, the lowest door opening height was found in Planting Season I of Secondary Channel (Tapping Door) 12, with a height of 0.1 m.

Keywords : *Optimization, Linear Programming, Solver.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Irigasi SP VII yang terletak di Kecamatan Kuala Kencana, Kabupaten Mimika, merupakan area irigasi yang dibangun oleh Pemerintah Kabupaten Mimika melalui Dinas PUPR Timika. Daerah ini memiliki luas baku sawah mencapai 171,1 Ha. Setiap tahun, daerah irigasi ini menghadapi masalah terkait ketersediaan air. Pada musim hujan, air tersedia dalam jumlah melimpah, namun pada musim kemarau, pasokan air berkurang drastis, sehingga tidak dapat mencakup seluruh lahan persawahan. Masalah ini sangat memengaruhi produktivitas pertanian di Daerah Irigasi SP VII. Melihat permasalahan tersebut, pengelolaan air yang efektif sangat diperlukan. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah mengoptimalkan distribusi air dengan

memanfaatkan metode Program Linier melalui Solver di Microsoft Excel. Dengan cara ini, diharapkan dapat disusun pola tanam yang lebih efisien dan meningkatkan hasil pertanian secara optimal.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka identifikasi yang dapat diketahui dari penelitian ini yaitu :

1. Diperlukan optimasi distribusi air irigasi di Daerah Irigasi SP.VII dengan menggunakan program linier.
2. Perlunya diketahui mengenai debit andalan yang ada pada Bendung agar pola tanam dapat disesuaikan dengan debit yang tersedia.

3. Perlu dilakukan pengaturan bukaan pintu air agar debit yang masuk sesuai dengan kebutuhan pola tanam sehingga mencukupi kebutuhan air tanaman.
4. Masih banyak lahan yang mengalami kekurangan air akibat penerapan pola tanam yang kurang tepat sehingga produktifitas lahan pertanian menurun.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah kami uraikan diatas, terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini dengan sebagai berikut :

1. Berapa besar luas tanaman dan keuntungan maksimal yang didapat dari hasil optimasi?
2. Berapa debit andalan yang ada pada Daerah Irigasi SP.VII?
3. Berapa tinggi bukaan pintu yang tepat sesuai dengan pola tanam yang direncanakan?
4. Berapa kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi SP.VII yang diperlukan untuk tanaman masyarakat?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui luas tanaman dan keuntungan maksimal dari hasil optimasi.
2. Untuk mengetahui debit andalan yang ada pada Daerah Irigasi Sp.VII.
3. Untuk mengetahui tinggi bukaan pintu yang tepat untuk setiap musim tanam yang telah ditentukan.
4. Untuk mengetahui besar kebutuhan pada jaringan irigasi yang sesuai pola tanam.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan pelajaran ilmu tentang optimasi distribusi air pada daerah irigasi.
2. Untuk meningkatkan hasil produksi pertanian daerah irigasi.
3. Untuk mengetahui pola tata tanam yang tepat dengan kebutuhan air irigasi di daerah irigasi tersebut.
4. Masalah penelitian ini diselesaikan dengan perhitungan Program linier menggunakan fasilitas solver yang terdapat pada Microsoft Excel.

Manfaat dari dalam studi ini adalah untuk memberikan kontribusi pemikiran bagi instansi terkait dan sebagai pedoman Daerah Irigasi SP.VII.

1.6. Batas Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas dalam penelitian ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini tidak merencanakan kembali saluran irigasi yang ada, Hanya mengoptimalkan distribusi air irigasi.
2. Tidak membahas kerugian yang disebabkan serangan hama, penyakit pada tanaman, banjir maupun faktor alam lainnya.
3. Studi ini hanya membahas areal Daerah Irigasi SP.VII baku sawah seluas 171,1 Hektar tidak membahas desain Bedung atau kontruksi.
4. Optimasi ini dilakukan hanya secara Intensifikasi tidak membahas Ekstensifikasi.
5. Studi ini hanya membahas debit andalan yang ada pada Bendung yang digunakan untuk kebutuhan air irigasi di Daerah Irigasi SP.VII.

1.7. Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut diatas, maka dapat disimpulkan lingkup pembahasan dalam studi ini adalah :

1. Analisa hidrologi
 - Perhitungan curah hujan efektif.
 - Perhitungan debit andalan.
 - Perhitungan kebutuhan air untuk tanaman.
2. Analisa luas lahan
 - Perhitungan luas lahan maksimal pada tiap musim tanam yang dapat ditanami.
3. Analisa ekonomi
 - Perhitungan Keuntungan hasil pertanian dengan program linier menggunakan fasilitas Solver pada MS. Excel.
4. Analisa Tinggi Bukaan Pintu
 - Perhitungan tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam yang dibutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Irigasi

Irigasi merupakan salah satu elemen penting dalam pengembangan wilayah sungai. Sebagai faktor yang krusial, irigasi memiliki peran yang signifikan dalam mendukung keberhasilan sektor pertanian di negara kita.

2.2. Optimasi

Optimasi merujuk pada suatu proses atau upaya untuk mencapai hasil terbaik. Dalam konteks irigasi, optimasi bertujuan untuk memaksimalkan ketersediaan air guna meningkatkan hasil pertanian, sekaligus memperoleh keuntungan yang optimal. Selain itu, optimasi juga berfokus pada distribusi dan pemanfaatan air irigasi yang lebih efisien dan efektif.

2.3. Program Linier

Program Linier adalah sebuah metode perencanaan yang bersifat analitis, di mana analisisnya menggunakan model matematika untuk mencari berbagai kombinasi solusi alternatif dalam menyelesaikan suatu masalah.

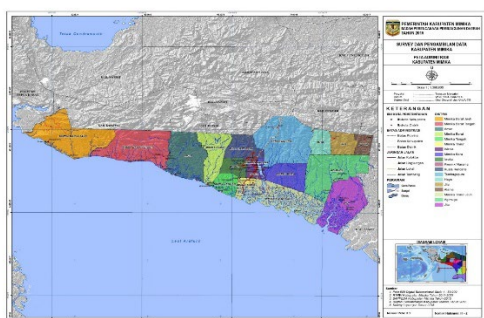
2.4. Solver pada Microsoft Excel

Solver adalah fitur dalam perangkat lunak Microsoft Excel yang digunakan untuk mencari solusi, baik itu nilai maksimum maupun minimum, dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Irigasi SP.VII, yang merupakan bagian dari saluran Irigasi Mapurujaya. Secara administratif, Daerah Irigasi SP.VII terletak di Kampung Mulia Kencana, Kecamatan Kuala Kencana, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua Tengah. Saluran utama Irigasi SP.VII memiliki panjang 585,19 meter, sedangkan total panjang saluran primer, sekunder, dan tersier di kawasan ini mencapai 9.437 meter. Bendung di daerah ini secara geografis berada pada koordinat $4^{\circ} 48' 191''$ LS dan $136^{\circ} 79' 4,52''$ BT. Secara keseluruhan, luas area irigasi SP.VII mencakup 171,1 hektar (1,711 km^2).



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian
Sumber : Seputarpapua, 2022

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, karena bergantung pada data sekunder yang bersifat kuantitatif dan memerlukan penghitungan yang akurat. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk menyelidiki masalah yang ada, yang menjadi dasar untuk pengumpulan data. Selanjutnya, variabel-variabel yang ditentukan diukur dalam bentuk angka, yang kemudian dianalisis sesuai dengan prosedur statistik yang relevan.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperlukan adalah data sekunder yang diperoleh dari institusi terkait, meliputi informasi tentang curah hujan, debit air, klimatologi, hidrologi, irigasi, jenis tanah, pola tanam, luas lahan, serta data ekonomi.

3.4. Teknik Analisa Data

Studi ini akan menganalisis pemecahan masalah menggunakan program linier untuk mencari kombinasi terbaik antara sumber daya yang tersedia dan berbagai kendala yang ada, guna memperoleh manfaat yang optimal.

3.4.1. Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk memaksimalkan keuntungan dalam usaha pertanian pada setiap periode musim tanam, sesuai dengan debit air yang tersedia. Fungsi tujuan ini berupa persamaan yang mengandung variabel bebas yang akan dioptimalkan, dengan fokus utama pada pemaksimalan keuntungan.

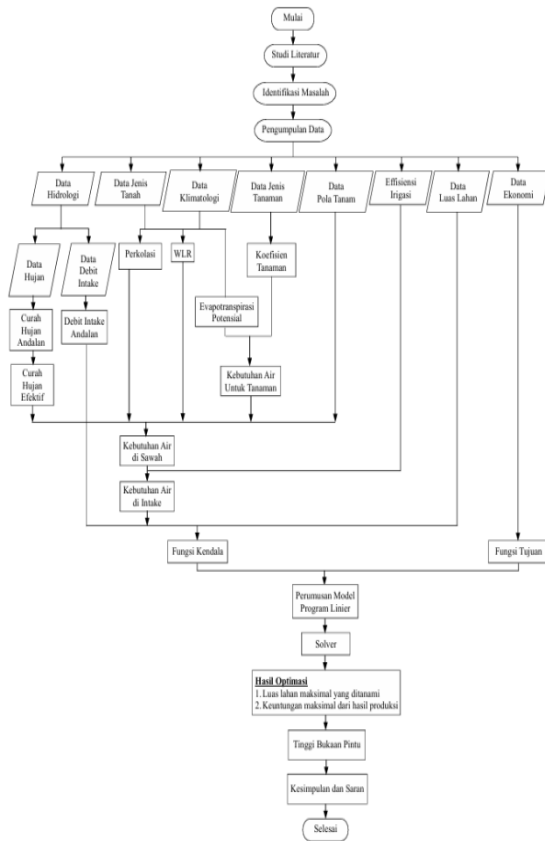
3.4.2. Fungsi Kendala

Fungsi kendala ini berupa persamaan yang membatasi penggunaan utama, dengan bentuk fungsi yang mencakup kebutuhan air untuk setiap luas lahan tanaman padi dan jagung.

3.5. Tahapan Penyelesaian Penelitian

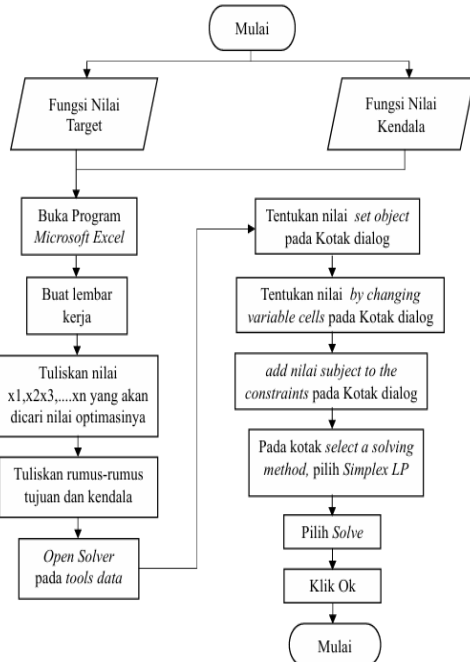
Dalam Penyusunan skripsi ini, terdapat beberapa tahapan dalam penyelesaian. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat dalam Flowchart pada **Gambar 3.2.**

3.6. FlowChart Penelitian



3.2. Flowchart Penyelesaian Penelitian.

Sumber : Data Pribadi, 2024



3.3. Flowchart Langkah-langkah Penggunaan Program Solver Pada Microsoft Excel.

Sumber : Data Pribadi, 2024

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Konsistensi Data Metode RAPS

Tabel 4.1. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Mozez Kilangin

No	Tahun	Curah Hujan Max
		(mm)
1	2014	90,1
2	2015	69,5
3	2016	91,7
4	2017	149,5
5	2018	89,2
6	2019	89,6
7	2020	89,4
8	2021	83,2
9	2022	42,3
10	2023	126,2

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4.2. Uji Konsistensi Data Metode RAPS Stasiun Mozez Kilangin

No	Tahun	Curah Hujan Max	sk*	Dy ²	sk**	sk**
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[6]
1	2014	90,1	24,34	42,30	0,76	0,76
2	2015	69,5	3,74	1,00	0,12	0,12
3	2016	91,7	25,94	48,05	0,81	0,81
4	2017	149,5	83,74	500,83	2,60	2,60
5	2018	89,2	23,44	39,23	0,73	0,73
6	2019	89,6	23,84	40,58	0,74	0,74
7	2020	89,4	23,64	39,90	0,74	0,74
8	2021	83,2	17,44	21,71	0,54	0,54
9	2022	42,3	-23,46	39,33	-0,73	0,73
10	2023	126,2	60,44	260,89	1,88	1,88
Jumlah		920,70		1033,83	2,60	Max
Rata-Rata		65,76		73,84	-0,73	Min

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Keterangan :

Kolom (1) = Tahun.
Kolom (2) = Curah Hujan
Kolom (3) = Curah Hujan – Rata-Rata [2]
Kolom (4) = $[3]^2 / n$
Kolom (5) = $[3] / (\sum Dy^2)^{0.5}$
Kolom (6) = Absis [5]
n = 10 (Jumlah Data)
 $\sum Dy^2$ = 1033,83
 $\sum Dy^2$ = $\sqrt{1033,83}$
= 32,15
Sk** Max = 2,60
Sk** Min = - 0,73
 $Q\sqrt{n}$ = $2,60\sqrt{10}$
= 0,824
R = Sk** max – Sk** min
= 2,60 – (- 0,73)

$$= 3,33$$

$$R\sqrt{n} = 3,33\sqrt{10}$$

$$= 1,054$$

$Q\sqrt{n} 90\% = 1,05$ (interpolasi untuk n 10 tahun)

$R\sqrt{n} 90\% = 1,21$ (interpolasi untuk n 10 tahun)

$Q\sqrt{n}$ hitung = 0,824 < $Q\sqrt{n}$ kritis = 1,05 dengan probabilitas 90% (*data konsisten*)

$R\sqrt{n}$ hitung = 1,054 < $R\sqrt{n}$ kritis = 1,21 dengan probabilitas 90% (*data konsisten*)

Jadi, Data curah hujan masih dalam batasan konsisten dan layak dipakai dalam perhitungan analisa hidrologi.

4.2. Curah Hujan Andalan

Hasil perhitungan curah hujan andalan menunjukkan bahwa nilai R80 untuk tanaman padi pada tahun 2021 tercatat sebesar 83,2 mm, sementara nilai R50 untuk tanaman palawija dan pada tahun 2019 adalah 89,6 mm.

Tabel 4.3. Ranking Data dari Kecil Ke Besar

Data Hujan			Rangking Data			Keterangan
No	Tahun	CH (mm)	No	Tahun	CH (mm)	
1	2014	90,1	1	2022	42,3	
2	2015	69,5	2	2015	69,5	
3	2016	91,7	3	2021	83,2	R80
4	2017	149,5	4	2018	89,2	
5	2018	89,2	5	2020	89,4	
6	2019	89,6	6	2019	89,6	R50
7	2020	89,4	7	2014	90,1	
8	2021	83,2	8	2016	91,7	
9	2022	42,3	9	2023	126,2	
10	2023	126,2	10	2017	149,5	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.3. Evapotranspirasi

Hasil perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan metode penman modifikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

PARAMETER	SATUAN	BULAN											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
Evaporasi (ETo*)	(mm/hr)	8,07	7,73	9,12	7,36	5,97	4,03	3,28	4,44	4,60	6,50	6,89	7,55
Evapotranspirasi Potensial	(mm/hr)	8,88	8,51	10,03	6,62	5,37	3,63	2,95	4,44	5,05	7,15	7,58	8,30

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.4. Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Lahan

Hasil perhitungan kebutuhan air untuk pengolahan lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5. Perhitungan Air untuk Pengolahan Lahan

Parameter	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	Nov	Des
IR	(mm/hari)	16,06	16,49	17,02	14,51	13,32	12,31	11,59	12,64	13,33	14,68	15,25	15,60

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.5. Debit Andalan

Dasar perhitungan data diambil dari tahun ke-8 dan ke-9 yang mendekati nilai P 80%, yaitu pada tahun 2001 dan 2006.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

- Tahun ke 8 diketahui :
m : 8, n : 10

$$P = \frac{8}{10+1} \times 100\% = 72,727\%$$

- Tahun ke 9 diketahui :
m : 9, n : 10

$$p = \frac{9}{10+1} \times 100\% = 81,818\%$$

Berikut hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.6. Probabilitas Debit Andalan 80%

NO	Q Terurut dari besar ke kecil	
	Q (m3/detik)	Tahun
1	1,983	1999
2	1,806	1998
3	1,144	2005
4	1,052	2002
5	0,940	2004
6	0,906	2003
7	0,871	1997
8	0,849	2001
9	0,831	2006
10	0,596	2000

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.6. Kebutuhan Air Irigasi

Hasil perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7. Kebutuhan Air Irigasi

Pola Tanam	Musim Tanam	Volume Air (M ³ /Ha)	
		Padi	Palawija
PTT Eksisting	I	12273,813	0,000
	II	16785,609	553,748
	III	18874,324	3213,967

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.7. Program Linier

Program Linier adalah data yang digunakan dalam perhitungan melalui Solver. Namun, sebelum melakukan perhitungan dengan Solver, diperlukan pemodelan fungsi dan analisis matematika terlebih dahulu.

4.7.1. Analisa Model Matematika

Tabel 4.8. Fungsi Tujuan dan Manfaat

Fungsi Tujuan Musim Tanam I	
$Z = 32336800\left(\sum_{n=1}^{12} X_n\right) + 9711800\left(\sum_{n=37}^{12} X_n\right)$	
Fungsi Tujuan Musim Tanam II	
$Z = 32336800\left(\sum_{n=13}^{12} X_n\right) + 9711800\left(\sum_{n=49}^{12} X_n\right)$	
Fungsi Tujuan Musim Tanam III	
$Z = 32336800\left(\sum_{n=25}^{12} X_n\right) + 9711800\left(\sum_{n=61}^{12} X_n\right)$	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4.9. Fungsi Kendala Volume Air Irigasi

Musim Tanam	Fungsi Kendala Volume Air
I	K1 = $(12273,813 \times X_1) + (0,000 \times X_{37}) \leq 0,284 \times 10^6$
	K2 = $(12273,813 \times X_2) + (0,000 \times X_{38}) \leq 0,606 \times 10^6$
	K3 = $(12273,813 \times X_3) + (0,000 \times X_{39}) \leq 0,466 \times 10^6$
	K4 = $(12273,813 \times X_4) + (0,000 \times X_{40}) \leq 0,513 \times 10^6$
	K5 = $(12273,813 \times X_5) + (0,000 \times X_{41}) \leq 1,166 \times 10^6$
	K6 = $(12273,813 \times X_6) + (0,000 \times X_{42}) \leq 0,700 \times 10^6$
	K7 = $(12273,813 \times X_7) + (0,000 \times X_{43}) \leq 0,653 \times 10^6$
	K8 = $(12273,813 \times X_8) + (0,000 \times X_{44}) \leq 0,420 \times 10^6$
	K9 = $(12273,813 \times X_9) + (0,000 \times X_{45}) \leq 0,606 \times 10^6$
	K10 = $(12273,813 \times X_{10}) + (0,000 \times X_{46}) \leq 0,933 \times 10^6$
	K11 = $(1273,813 \times X_{11}) + (0,000 \times X_{47}) \leq 0,980 \times 10^6$
	K12 = $(12273,813 \times X_{12}) + (0,000 \times X_{48}) \leq 0,653 \times 10^6$
	K13 = $\left(12273,813 \times \sum_{n=1}^{12} X_n\right) + \left(0,000 \times \sum_{n=37}^{12} X_n\right) \leq 7,9801 \times 10^6$
II	K14 = $(16785,609 \times X_{13}) + (553,748 \times X_{49}) \leq 0,284 \times 10^6$
	K15 = $(16785,609 \times X_{14}) + (553,748 \times X_{50}) \leq 0,607 \times 10^6$
	K16 = $(16785,609 \times X_{15}) + (553,748 \times X_{51}) \leq 0,467 \times 10^6$
	K17 = $(16785,609 \times X_{16}) + (553,748 \times X_{52}) \leq 0,513 \times 10^6$
	K18 = $(16785,609 \times X_{17}) + (553,748 \times X_{53}) \leq 1,167 \times 10^6$
	K19 = $(16785,609 \times X_{18}) + (553,748 \times X_{54}) \leq 0,700 \times 10^6$
	K20 = $(16785,609 \times X_{19}) + (553,748 \times X_{55}) \leq 0,654 \times 10^6$
	K21 = $(16785,609 \times X_{20}) + (553,748 \times X_{56}) \leq 0,420 \times 10^6$
	K22 = $(16785,609 \times X_{21}) + (553,748 \times X_{57}) \leq 0,607 \times 10^6$
	K23 = $(16785,609 \times X_{22}) + (553,748 \times X_{58}) \leq 0,934 \times 10^6$
	K24 = $(16785,609 \times X_{23}) + (553,748 \times X_{59}) \leq 0,981 \times 10^6$
	K25 = $(16785,609 \times X_{24}) + (553,748 \times X_{60}) \leq 0,654 \times 10^6$
	K26 = $\left(16785,609 \times \sum_{n=13}^{12} X_n\right) + \left(553,748 \times \sum_{n=49}^{12} X_n\right) \leq 7,9891 \times 10^6$
	K27 = $(18874,324 \times X_{25}) + (3213,967 \times X_{61}) \leq 0,356 \times 10^6$
III	K28 = $(18874,324 \times X_{26}) + (3213,967 \times X_{62}) \leq 0,760 \times 10^6$
	K29 = $(18874,324 \times X_{27}) + (3213,967 \times X_{63}) \leq 0,584 \times 10^6$
	K30 = $(18874,324 \times X_{28}) + (3213,967 \times X_{64}) \leq 0,643 \times 10^6$
	K31 = $(18874,324 \times X_{29}) + (3213,967 \times X_{65}) \leq 1,462 \times 10^6$
	K32 = $(18874,324 \times X_{30}) + (3213,967 \times X_{66}) \leq 0,877 \times 10^6$
	K33 = $(18874,324 \times X_{31}) + (3213,967 \times X_{67}) \leq 0,818 \times 10^6$
	K34 = $(18874,324 \times X_{32}) + (3213,967 \times X_{68}) \leq 0,526 \times 10^6$
	K35 = $(18874,324 \times X_{33}) + (3213,967 \times X_{69}) \leq 0,760 \times 10^6$
	K36 = $(18874,324 \times X_{34}) + (3213,967 \times X_{70}) \leq 1,169 \times 10^6$
	K37 = $(18874,324 \times X_{35}) + (3213,967 \times X_{71}) \leq 1,228 \times 10^6$
	K38 = $(18874,324 \times X_{36}) + (3213,967 \times X_{72}) \leq 0,818 \times 10^6$
	K39 = $\left(18874,324 \times \sum_{n=25}^{12} X_n\right) + \left(3213,967 \times \sum_{n=61}^{12} X_n\right) \leq 10,0024 \times 10^6$

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4.10. Fungsi Kendala Luas Lahan

Keterangan	Fungsi Kendala Luas Tanam	
Musim Tanam I	K40 => $X_1+X_{37}+X_{73}$	$\leq 6,1$ Ha
	K41 => $X_2+X_{38}+X_{74}$	≤ 13 Ha
	K42 => $X_3+X_{39}+X_{75}$	≤ 10 Ha
	K43 => $X_4+X_{40}+X_{76}$	≤ 11 Ha
	K44 => $X_5+X_{41}+X_{77}$	≤ 25 Ha
	K45 => $X_6+X_{42}+X_{78}$	≤ 15 Ha
	K46 => $X_7+X_{43}+X_{79}$	≤ 14 Ha
	K47 => $X_8+X_{44}+X_{80}$	≤ 9 Ha
	K48 => $X_9+X_{45}+X_{81}$	≤ 13 Ha
	K49 => $X_{10}+X_{46}+X_{82}$	≤ 20 Ha
	K50 => $X_{11}+X_{47}+X_{83}$	≤ 21 Ha
	K51 => $X_{12}+X_{48}+X_{84}$	≤ 14 Ha
Musim Tanam II	K52 => $X_{13}+X_{49}+X_{85}$	$\leq 6,1$ Ha
	K53 => $X_{14}+X_{50}+X_{86}$	≤ 13 Ha
	K54 => $X_{15}+X_{51}+X_{87}$	≤ 10 Ha
	K55 => $X_{16}+X_{52}+X_{88}$	≤ 11 Ha
	K56 => $X_{17}+X_{53}+X_{89}$	≤ 25 Ha
	K57 => $X_{18}+X_{54}+X_{90}$	≤ 15 Ha
	K58 => $X_{19}+X_{55}+X_{91}$	≤ 14 Ha
	K59 => $X_{20}+X_{56}+X_{92}$	≤ 9 Ha
	K60 => $X_{21}+X_{57}+X_{93}$	≤ 13 Ha
	K61 => $X_{22}+X_{58}+X_{94}$	≤ 20 Ha
	K62 => $X_{23}+X_{59}+X_{95}$	≤ 21 Ha
	K63 => $X_{24}+X_{60}+X_{96}$	≤ 14 Ha
Musim Tanam III	K64 => $X_{25}+X_{61}+X_{97}$	$\leq 6,1$ Ha
	K65 => $X_{26}+X_{62}+X_{98}$	≤ 13 Ha
	K66 => $X_{27}+X_{63}+X_{99}$	≤ 10 Ha
	K67 => $X_{28}+X_{64}+X_{100}$	≤ 11 Ha
	K68 => $X_{29}+X_{65}+X_{101}$	≤ 25 Ha
	K69 => $X_{30}+X_{66}+X_{102}$	≤ 15 Ha
	K70 => $X_{31}+X_{67}+X_{103}$	≤ 14 Ha
	K71 => $X_{32}+X_{68}+X_{104}$	≤ 9 Ha
	K72 => $X_{33}+X_{69}+X_{105}$	≤ 13 Ha
	K73 => $X_{34}+X_{70}+X_{106}$	≤ 20 Ha
	K74 => $X_{35}+X_{71}+X_{107}$	≤ 21 Ha
	K75 => $X_{36}+X_{72}+X_{108}$	≤ 14 Ha

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.8. Hasil Optimasi

Tabel 4.11. Luas Lahan yang dapat di Tanami (Sebelum dan Sesudah Optimasi)

Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas Tanam (Ha)	
		Sebelum Optimasi (Ha)	Sesudah Optimasi (Ha)
I	Padi	161,1	171,1
	Palawija	10	0
	Total Luas	171,1	171,1
II	Padi	111,1	165,6
	Palawija	60	6
	Total Luas	171,1	171,6
III	Padi	121,1	160,3
	Palawija	50	11
	Total Luas	171,1	171,3

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Luas lahan tanaman ditentukan melalui proses optimasi yang dilakukan menggunakan fitur Solver di Microsoft Excel.

Tabel 4.12. Manfaat Hasil Produksi (Sebelum dan Sesudah Optimasi)

Musim Tanam	Keuntungan			
	PTT Eksisting Sebelum Optimasi		PTT Eksisting Sesudah Optimasi	
	(Rp)		(Rp)	
I	Rp	5.306.576.480	Rp	5.532.826.480
II	Rp	4.175.326.480	Rp	5.407.599.278
III	Rp	4.401.576.480	Rp	5.287.350.415
Keuntungan	Rp	13.883.479.440	Rp	16.227.776.172

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.9. Tinggi Bukaam Pintu

Tabel 4.13. Perhitungan Tinggi Bukaam Pintu Musim Tanam I

Nama Saluran	Kebutuhan Air Musim Tanam I (m ³)	Q (m ³ /dt)	h (m)	b (m)	A (m ²)	P (m)	K (m ^{3/2} s)	R (m)	S (m/m)	V (m/dt)	Q Hitungan (m ³ /dt)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
SK 1	74870	0,007	0,25	0,4	0,1	0,9	35	0,11111	0,001	0,072213	0,026
SK 2	159590	0,015	0,302	1	0,302	1,604	35	0,188279	0,001	0,050999	0,110
SK 3	122738	0,012	0,136	0,6	0,0816	0,872	35	0,093578	0,001	0,145076	0,019
SK 4	135012	0,013	0,402	1	0,402	1,804	35	0,222638	0,001	0,032393	0,164
SK 5	306845	0,030	0,165	0,5	0,0825	0,83	35	0,099398	0,001	0,358732	0,020
SK 6	184107	0,018	0,13	0,4	0,052	0,66	35	0,078788	0,001	0,341486	0,011
SK 7	171833	0,017	0,116	0,8	0,0928	1,032	35	0,089922	0,001	0,178593	0,021
SK 8	110464	0,011	0,159	0,5	0,0795	0,818	35	0,097188	0,001	0,134017	0,019
SK 9	159590	0,015	0,146	0,6	0,0876	0,892	35	0,098206	0,001	0,175681	0,021
SK 10	245476	0,024	0,189	0,5	0,0945	0,878	35	0,107631	0,001	0,250543	0,024
SK 11	257750	0,025	0,121	0,5	0,0605	0,742	35	0,081536	0,001	0,410912	0,013
SK 12	171833	0,017	0,1	0,5	0,05	0,7	35	0,071429	0,001	0,331469	0,010

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Debit andalan tertinggi yang tersedia di Daerah Irigasi SP VII tercatat pada bulan Agustus periode II dengan nilai 4,467 m³/dt, sementara debit andalan terendah tercatat pada bulan April periode III dengan nilai 0,017 m³/dt.
2. Besarnya kebutuhan air tertinggi yang diperlukan terdapat pada Musim Tanam III : Padi = 18874,324 m³/Ha, Palawija = 3213,967 m³/Ha.
3. Luas tanaman yang diperoleh dari pola tanam eksisting setelah dioptimasi pada setiap musim mencapai 171,1 Ha, dengan pola tanam Padi-Padi/Padi-Palawija/Padi-Palawija. Keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 2.344.296.732,- atau meningkat sebesar 16,89% setelah dilakukan optimasi.
4. Tinggi bukaam pintu tertinggi tercatat pada Musim Tanam III Saluran Sekunder (Pintu Sadap) 4, dengan ketinggian 0,564 m, sementara tinggi bukaam pintu terendah ditemukan pada Musim Tanam I Saluran

Sekunder (Pintu Sadap) 12, dengan ketinggian 0,1 m.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Penyuluhan kepada petani mengenai pola tanam yang sesuai dengan ketersediaan debit air dan manfaat dari optimasi ini sangat penting, agar para petani dapat memahami pentingnya penerapan pola tanam yang telah direncanakan atau dioptimalkan untuk meraih keuntungan maksimal.
2. Penyuluhan perlu diberikan tidak hanya kepada petani, tetapi juga kepada Petugas Operasional Daerah Irigasi SP VII. Hal ini bertujuan agar mereka dapat mengatasi kehilangan air akibat kerusakan atau penyalahgunaan air oleh masyarakat yang menggunakan pompa air. Penyuluhan mengenai pentingnya pemerataan distribusi air dan perlunya perbaikan segera pada bangunan yang rusak sangat diperlukan agar aliran air di saluran dapat terdistribusi secara optimal.
3. Pengaturan tinggi bukaam pintu yang tepat sesuai dengan pola tanam sangat penting, agar debit air yang masuk dapat memenuhi kebutuhan air tanaman dengan optimal.
4. Dalam penerapannya di lapangan, perlu mempertimbangkan kerugian yang dapat disebabkan oleh serangan hama, penyakit tanaman, banjir, serta faktor alam lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azis, S., Dp, E. H., & Pj, I. H. (2013). Metode Global Plantasion Sistem Untuk Antisipasi Dampak Perubahan Iklim (Kajian Daerah Irigasi Molek Kabupaten Malang) (220A).
- [2] Bestari, A. S. (2017). Optimasi Pemanfaatan Air Sungai Keser Untuk Daerah Irigasi Ngasinan Menggunakan Program Linier.
- [3] Ekorini, L. D., Limantara, L. M., & Suhartanto, E., L. D. (2013). Studi Optimasi Distribusi Air Irigasi Di Daerah Irigasi Lodoyo. Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering, 4(2).
- [4] Firdaus, M. S., & Noerhayati, E. (2017).

Studi Optimasi Distribusi Air Daerah Irigasi Sonosari Kabupaten Malang Dengan Program Linier.

- [5] Hukom, E., Limantara, L. M., & Andawayanti, U., E. (2012). Pengaruh perubahan iklim terhadap optimasi ketersediaan air di irigasi Way Mital Propinsi Maluku. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(1), 24-32.
- [6] Mochtar, T. F., & Pristianto, H. (2018). Analisis Daerah Irigasi Katimin Kabupaten Sorong.
<https://doi.org/10.31227/osf.io/mgkzt>
- [7] Kusumaningrum, S. I. (2019). Pemanfaatan sektor pertanian sebagai penunjang pertumbuhan perekonomian indonesia. *Transaksi*, 11(1), 80-89.
- [8] Krg. Tompobul, Muh. Y., & Ashad, H. (2020). Studi Kebutuhan Air untuk Pembangunan Jaringan Irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 106–117.
<https://doi.org/10.33096/jtsm.v5i2.82>
- [9] Sari, I. K., Limantara, L. M., & Priyantoro, D. (2011). Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 2(1), 29-41.
- [10] Sallata, M. K. (2015). Konservasi dan pengelolaan sumber daya air berdasarkan keberadaannya sebagai sumber daya alam. *Buletin Eboni*, 12(1), 75-86.