

OPTIMALISASI PERENCANAAN POLA TANAM PADA DAERAH IRIGASI BULULAWANG KABUPATEN MALANG

Dedi Sutrisno¹, Eko Noerhayati² dan Bambang Suprpto³

1 Mahasiswa, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Email : 21801051130@unisma.ac.id

2 Dosen, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Email : eko.noerhayati@unisma.ac.id

3 Dosen, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Email : bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is an agrarian country that heavily relies on water for agricultural activities. However, uneven irrigation distribution often causes water shortages and decreased land productivity, as seen in Bululawang, Malang Regency. This study aims to maximize profits from available resources, including land, water, and labor. A linear programming approach using the Solver tool in Microsoft Excel was applied to determine the most profitable cropping pattern. The results show that Cropping Pattern Alternative III provides the best outcome, consisting of Rice/Secondary Crops on 252 ha, 185.19 ha, and 119.52 ha. This pattern yields an annual profit of IDR 11,420,086,122 and achieves a land optimization rate of 220.92%. Among the alternatives analyzed, Alternative III is recommended as it offers the highest land-use efficiency and economic return.

Keywords: *Bululawang, Cropping Pattern, Irrigation Water, Optimization, Solver*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara agraris, keberadaan air merupakan aspek penting dalam berlangsungnya kegiatan bercocok tanam [1]. Oleh karenanya pembangunan jaringan irigasi yang baik, dan terstruktur merupakan keharusan yang harus dipenuhi.

Agar bermanfaat dan ramah lingkungan, jaringan irigasi harus dipelihara sesuai fungsinya [2].

Pengelolaan air pada jaringan irigasi biasanya tidak mampu memenuhi kebutuhan air sawah seiring bertambahnya luas lahan sawah. Setiap tempat memiliki persediaan air yang berbeda. Oleh karena itu, pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi, yang mendukung ketahanan pangan dan pembangunan pertanian, menjadi vital dan strategis. Dengan demikian, air sangat penting bagi swasembada beras dan ketahanan pangan [3]

Optimalisasi pola tanam dan pengelolaan air irigasi dapat meningkatkan produksi

pertanian per satuan luas [4]. Permasalahan dirumuskan menggunakan persamaan matematika untuk mengoptimalkan pola tanam dan pendapatan pertanian.

1.2. Identifikasi Masalah

Berikut beberapa identifikasi masalah yang ada :

1. Menyesuaikan pola tanam membutuhkan laju aliran yang konsisten.
2. Ketahui kebutuhan air irigasi setiap tanaman.
3. Sesuaikan bukaan pintu air agar sesuai dengan laju aliran masuk pola tanam dan kebutuhan air tanaman.

1.3. Rumusan Masalah

Ditinjau dari latar belakang, berikut beberapa rumusan masalah yang akan menjadi bahan penelitian ini :

1. Berapa debit andalan tertinggi dan terendah yang ada pada daerah irigasi Bululawang ?

2. Berapa kebutuhan air irigasi yang diperlukan untuk masing masing jenis tanaman yang dibudidayakan berdasarkan pola tanam masyarakat?
3. Berapa hasil optimasi, luas tanam optimum pada PTT existing, alternatif I, II, dan III, serta keuntungan maksimum yang dihasilkan ?
4. Berapa besar tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam ?

- c. Kebutuhan Air Untuk Pergantian Lapisan Air
- d. Kebutuhan Air Sawah
- e. Pola Tanam
- f. Kebutuhan Air Irigasi
- g. Efisiensi Irigasi
- h. Program Linear
- i. SOLVER
- j. Tinggi Bukaan Pintu

1.4. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang tidak menjadi aspek yang harus dihitung ataupun ditinjau pada penelitian ini :

1. Perhitungan metode linier menggunakan solver pada *Microsoft Excel*.
2. Tidak merencanakan kembali saluran irigasi yang ada.
3. Tidak membahas desain konstruksi
4. Tidak membahas kerugian yang disebabkan serangan hama, penyakit tanaman, banjir, maupun faktor alam lainnya.
5. Studi ini mencakup luas daerah irigasi bululawang.

1.5. Tujuan

Berdasarkan dari permasalahan yang telah dirumuskan pada rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk Tentukan debit andalan Daerah Irigasi Bululawang.
2. Untuk Hitung kebutuhan air irigasi untuk masing-masing tanaman.
3. Untuk Tentukan luas tanam dan keuntungan optimal untuk tanaman.
4. Untuk Tentukan tinggi bukaan pintu air jaringan irigasi yang sesuai dengan pola tanam.

1.6. Lingkup Pembahasan

1. Siklus Hidrologi
 - a. Curah Hujan Andalan
 - b. Curah Hujan Efektif
 - c. Evapotranspirasi
2. Kebutuhan Air Tanaman
 - a. Perlokasi
 - b. Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Irigasi

Irigasi diartikan suatu proses pengaturan air baik secara alami maupun secara buatan yang ambil dari sungai, waduk, maupun bendung dengan membuat bangunan dan saluran untuk mengalirkan air ke lahan pertanian yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman [5]. Irigasi pada umumnya mengalirkan air ke sawah maupun ladang dengan mengatur dan membuang kembali air yang tidak diperlukan ke sungai melalui saluran pembuang [3]

2.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah Air laut naik ke udara, jatuh sebagai hujan atau presipitasi lainnya, lalu kembali ke laut. Struktur siklus peristiwa ini lebih rumit daripada yang kita bayangkan [6].

2.3. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data bertujuan untuk menentukan rata-rata stasiun yang akan diuji (dikoreksi) terhadap stasiun lainnya, apabila koefisien determinasinya mendekati 100% maka data tersebut memuaskan atau memenuhi persyaratan.

2.4 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif atau andalan adalah porsi curah hujan yang memenuhi kebutuhan air tanaman. Curah hujan efektif adalah curah hujan minimum di pertengahan bulan dengan peluang gagal 20% dan distribusi frekuensi normal atau log-normal. Metode Tahun Dasar menetapkan tahun dasar untuk perencanaan guna mendapatkan curah hujan efektif. [7]

2.5 Evapotranspirasi

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah yang dibutuhkan untuk menggantikan penguapan.

Ini termasuk penguapan dari permukaan danau dan daun tanaman. Evapotranspirasi terjadi ketika kedua proses ini terjadi bersamaan. Evapotranspirasi menggabungkan penguapan air bebas dan transpirasi tanaman [8].

2.6 Pola Tanam

Pola tanam dipilih untuk memaksimalkan pendapatan di lahan terbatas dan pendapatan petani rendah. Menurut [9] Penanaman harus mendistribusikan air secara merata di seluruh petak tersier jaringan irigasi untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman terbaik. Rencana tanam ini memaksimalkan hasil panen.

2.7. Program Linier

Program Linier adalah Metode perencanaan analitis yang menggunakan model matematika untuk menemukan beberapa solusi pemecahan masalah. Alokasi optimal menyeimbangkan dan menyelaraskan laba dan rugi [10].

2.8. Solver pada Microsoft Excell

Solver di Microsoft Excel adalah program tambahan (add-in) yang digunakan untuk analisis bagaimana-jika (what-if analysis) dan optimasi. Fungsinya adalah untuk mencari nilai optimal (maksimum atau minimum) untuk suatu sel tujuan, dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu pada sel-sel lain di lembar kerja.

2.9. Tinggi Bukaam Pintu

Menyesuaikan tinggi bukaan pintu irigasi dengan pola tanam memastikan laju aliran yang sesuai untuk tanaman. Tinggi bukaan pintu irigasi bergantung pada kebutuhan air tanaman.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Di Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang, daerah irigasi seluas 89 hektar digunakan untuk pertanian. Lahan kering dan tanaman mencakup 152 hektar.

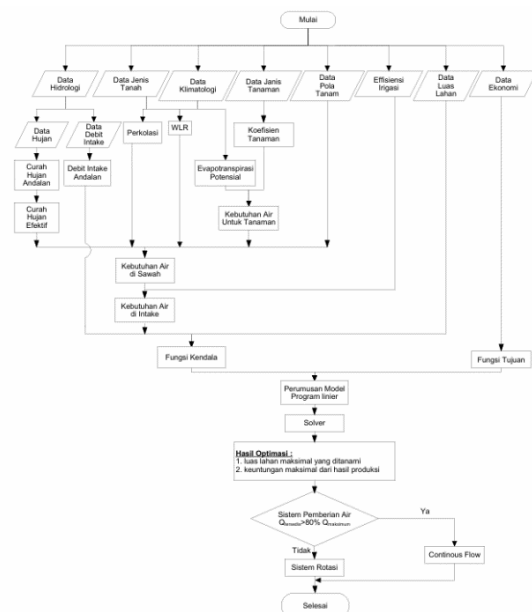
3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan beberapa metode yakni dokumentasi dan observasi. Dokumentasi digunakan untuk mencari data primer dan sekunder yang meliputi data

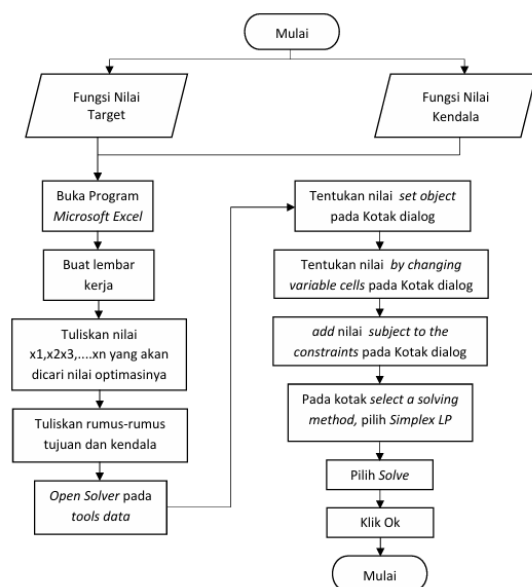
klimatologi, curah hujan, debit aliran, jenis tanah, irigasi, dan ekonomi. Sedangkan observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya dilokasi penelitian/di lapangan sehingga hal tersebut dalam dapat memudahkan peneliti untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan yang terdapat dilapangan.

3.4. Tahapan Penyelesaian

Tahapan Analisa data yang akan diproses meliputi disajikan dalam diagram flowchat di bawah ini.



Gambar 1. Bagan alir penelitian



Gambar 2. Bagan alir program solver pada microsoft excel

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan adalah rata-rata curah hujan yang diandalkan atau dipakai sebagai dasar perencanaan. Perhitungannya menggunakan metode probabilitas *weibull* dengan curah hujan andalan 80% (R80). Data yang digunakan adalah data hujan bulanan selama 10 tahun terakhir Hasil perhitungan hujan andalan dapat dilihat pada tabel 1.

4.2. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan andalan yang dapat dimanfaatkan tanamn.

Oleh karenanya perhitungannya menggunakan curah hujan andalan dikali koefisien tanaman padi 0,7, dan dikali koefisien tanaman palawija 0,5. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Andalan

No.	Probabilitas	Bulan											
		Jan	Feb	Maret	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	8,33%	468	557	307	368	172	172	92	175	573	334	591	536
2	16,67%	363	367	302	363	155	148	78	119	557	317	554	359
3	25,00%	332	348	294	332	143	139	51	105	517	300	545	358
4	33,33%	306	330	266	313	138	122	0	41	279	246	502	330
5	41,67%	300	288	239	308	104	106	0	40	91	205	437	314
6	50,00%	300	276	233	303	100	78	0	1	86	111	249	293
7	58,33%	295	220	232	258	76	42	0	1	44	49	192	292
8	66,67%	285	218	198	216	76	36	0	0	0	33	155	288
9	75,00%	267	208	190	202	57	16	0	0	0	0	129	277
10	83,33%	209	203	168	149	20	15	0	0	0	0	44	92
11	91,67%	137	116	142	102	20	7	0	0	0	0	0	82
R80%		232	205	177	170	34,4	15,1	0	0	0	0	77,5	166

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Bulan	R 80%	CH Efektif Padi (R80 x 0,7)		CH Efektif Tebu (R80 x 0,6)		CH Efektif Palawija (R80 x 0,5)	
		Bulan (mm)	Harian (mm/hari)	Bulan (mm)	Harian (mm/hari)	Bulan (mm)	Harian (mm/hari)
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Jan	232	162,19	5,23	139,02	4,48	115,85	3,74
Feb	205	143,37	5,12	122,89	4,39	102,41	3,66
Mar	177	123,62	3,99	105,96	3,42	88,3	2,85
Apr	170	119,01	3,97	102,01	3,40	85,01	2,83
May	34	24,05	0,78	20,62	0,67	17,18	0,55
Jun	15	10,57	0,35	9,06	0,30	7,55	0,25
Jul	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Aug	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Sep	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Oct	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Nov	78	54,25	1,81	46,50	1,55	38,75	1,29
Dec	166	116,10	3,75	99,52	3,21	82,93	2,68

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.3. Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi terdiri dari dua proses, yakni evaporasi dan transpirasi, yang dapat didefinisikan sebagai penguapan air gabungan yang berasal dari permukaan air (evaporasi), dan penguapan melalui daun-daun tanaman (transpirasi). Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penman, hasil disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Evaporasi Potensial

Uraian	Satuan	Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun
$ET = C \times E_{to}^*$	mm/hari	4,03	4,83	4,49	4,21	4,25	3,81
		Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
		4,45	5,2	5,74	6,07	4,6	4,88

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.4. Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dihitung berdasarkan neraca air, dan berkaitan dengan beberapa aspek yakni

1. Evapotranspirasi
2. Curah hujan efektif
3. Perkolasi
4. Kebutuhan Air Penyiapan Lahan
5. Penggunaan Konsumtif Tanaman
6. Kebutuhan Air Pergantian Lapisan air
7. Debit andalan
8. Pola tanam

4.5. Kebutuhan Air untuk Pengolahan Lahan

Kebutuhan air irigasi maksimum bergantung pada kebutuhan air untuk persiapan lahan. Kebutuhan air empiris untuk persiapan lahan Rice adalah 250 mm (S). Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. $E_{to} = 4,03$ mm/hari
2. Perkolasi = 2 mm/hari
3. Kebutuhan Evaporasi dan Perkolasi (M) = $E_{to} + P = 4,03 + 2 = 6,03$
4. Waktu pengolahan (T) = 31 hari
5. Penjenuhan lapisan atas (S) = 250 mm
6. $k = M \times T/S = 6,03 \times 31/250 = 0,75$
7. $IR = (M \times E_k)/(E_k - 1) = (6,03 \times e.2,11) / (e.2,11 - 1) = 11,45$ mm/hari

Tabel 4. Kebutuhan Air untuk Pengolahan Lahan

Uraian	Satuan	Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun
$IR = (M \times E_k)/(E_k - 1)$	mm/hari	11,45	12,78	11,74	11,82	11,59	11,58
		Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
		11,72	12,19	12,79	12,76	12,07	11,99

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.6 Kebutuhan Air Pergantian Lapisan Air

Perkembangan tanaman membutuhkan penggantian air setelah pemupukan atau penyiangan. Sekitar 30 hari setelah tanam, tanaman disiram sekali. Rencananya, penyiraman 50 mm selama 30 hari. Kami menghitung penggantian air sebagai berikut : $WLR = 50 \text{ mm}/30 \text{ hari} = 1,67 \text{ mm/hari}$

4.7. Netto Kebutuhan Air Lapang

Kebutuhan air sawah (NFR) adalah jumlah air yang dibutuhkan tanaman dalam satu sesi tanam. NFR penting untuk merencanakan efisiensi dan efektivitas irigasi, sehingga ketersediaan air dapat dimanfaatkan secara optimal, dan produktifitas meningkat. Perhitungannya sebagai berikut :

NFR Padi 0,5 bulan Januari
 $= E_{to} \text{ Padi (sesuai umur)} + P + WLR - R_{e_{padi}}$
 $= 4,43 + 2 + 1,67 - 5,23$
 $= 2,87 \text{ mm/hari}$
 NFR Palawija 0,5 bulan Januari
 $= E_{to} \text{ Palawija (sesuai umur)} - R_{e_{palawija}}$
 $= 2,01 - 3,74$
 $= 0 \text{ mm/hari}$

4.8. Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi adalah persentase air yang benar-benar dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan produksi, dibandingkan dengan total irigasi yang dialirkan ke lahan. Bisa dikatakan, efisiensi irigasi adalah seberapa efektif sistem irigasi menyalurkan air ke tanaman. Saluran irigasi terdapat 3 macam yakni, primer, sekunder, dan tersier. Besaran nilai efisiensi dari masing-masing jenis saluran tersebut sebagai berikut :

Tabel 5. Efisiensi Irigasi

Jaringan	Efisiensi Irigasi (%)
Primer	90
Skunder	90
Tersier	80
Total EI	65

Sumber : [11]

4.9. Debit Andalan

Debit probabilitas adalah debit utama. Estimasi menggunakan probabilitas Weibull dengan debit berkelanjutan 80% (R80). Data debit harian selama 10 tahun digunakan. Gambar 3. Hasil perhitungan debit utama.



Gambar 3. Debit Andalan 80%
Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.10. Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi

Menganalisis kebutuhan air irigasi berdasarkan tren pertanian saat ini dan masa mendatang. Tabel 6 merangkum kebutuhan air 7 berdasarkan pola tanam.

Tabel 6. Kebutuhan Air Irigasi

POLA TANAM	MUSIM TANAM	Volume Air (M3/Ha)		
		PADI	PALAWIA	TEBU
PTT EXISTING	I	7976,34	716,44	726,14
	II	10223,13	2750,17	4598,60
	III	15813,88	6371,88	10713,66
PTT ALTERNATIF I	I	7976,34	0,00	725,95
	II	10223,13	2750,17	4599,11
	III	0,00	6371,60	10714,15
PTT ALTERNATIF II	I	7976,34	0,00	-
	II	10303,48	2464,78	-
	III	0,00	5695,41	-
PTT ALTERNATIF III	I	7769,56	391,15	564,20
	II	10977,02	3187,25	5194,95
	III	15000,39	6073,71	10498,04

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

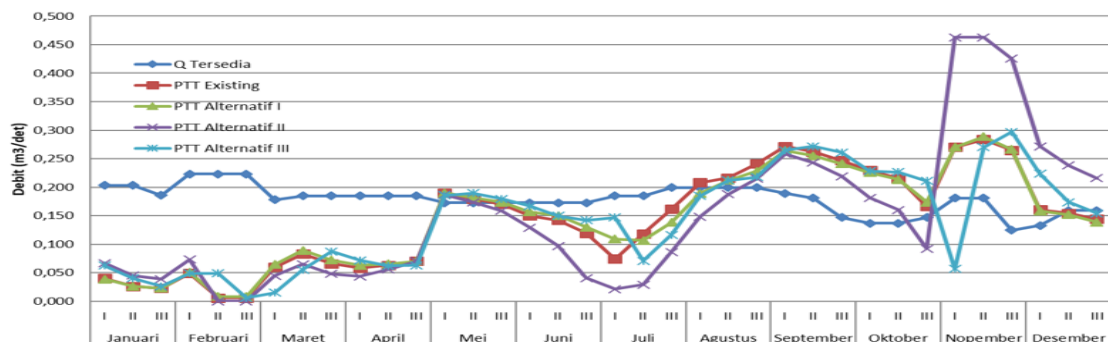
Setelah menganalisis kebutuhan air irigasi di atas, neraca air dibentuk dengan membandingkan kebutuhan air irigasi dari pola tanam yang diproyeksikan dengan debit konstan. Tabel 7 menunjukkan hasilnya.

Tabel 7. Neraca Air

Bulan	Periode	Q Tersedia	PTT Eksisting		PTT Alternatif I		PTT Alternatif II		PTT Alternatif III	
			Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih
Januari	I	0,203	0,040	0,163	0,039	0,164	0,067	0,136	0,063	0,141
	II	0,203	0,026	0,177	0,026	0,177	0,045	0,158	0,040	0,163
	III	0,186	0,023	0,163	0,023	0,163	0,039	0,147	0,026	0,160
Februari	I	0,223	0,049	0,174	0,051	0,172	0,074	0,149	0,049	0,174
	II	0,223	0,006	0,217	0,008	0,215	0,000	0,223	0,006	0,217
	III	0,223	0,006	0,217	0,008	0,215	0,000	0,223	0,006	0,217
Maret	I	0,178	0,060	0,118	0,065	0,113	0,045	0,133	0,015	0,163
	II	0,185	0,083	0,102	0,090	0,095	0,065	0,120	0,055	0,129
	III	0,185	0,066	0,119	0,073	0,112	0,048	0,137	0,087	0,097
April	I	0,185	0,058	0,127	0,063	0,122	0,044	0,141	0,072	0,113
	II	0,185	0,063	0,122	0,065	0,119	0,056	0,129	0,062	0,122
	III	0,185	0,071	0,114	0,071	0,114	0,070	0,114	0,063	0,122
Mei	I	0,173	0,190	-0,017	0,190	-0,017	0,187	-0,014	0,186	-0,013
	II	0,173	0,180	-0,007	0,181	-0,009	0,174	-0,001	0,190	-0,017
	III	0,173	0,170	0,003	0,174	-0,001	0,159	0,014	0,180	-0,007
Juni	I	0,173	0,150	0,023	0,157	0,016	0,129	0,044	0,167	0,006
	II	0,173	0,142	0,031	0,151	0,022	0,097	0,076	0,150	0,023
	III	0,173	0,119	0,054	0,130	0,043	0,041	0,132	0,142	0,031
Juli	I	0,185	0,074	0,110	0,109	0,075	0,022	0,163	0,147	0,038
	II	0,185	0,118	0,066	0,107	0,078	0,029	0,155	0,071	0,114
	III	0,200	0,162	0,038	0,138	0,061	0,087	0,113	0,117	0,083
Agustus	I	0,200	0,208	-0,009	0,189	0,010	0,149	0,051	0,185	0,015
	II	0,200	0,216	-0,017	0,212	-0,013	0,188	0,012	0,212	-0,012
	III	0,200	0,241	-0,042	0,228	-0,029	0,215	-0,016	0,218	-0,018
September	I	0,189	0,272	-0,082	0,264	-0,075	0,259	-0,069	0,265	-0,075
	II	0,181	0,262	-0,081	0,255	-0,074	0,243	-0,062	0,272	-0,091
	III	0,147	0,247	-0,100	0,241	-0,094	0,219	-0,072	0,261	-0,114
Oktober	I	0,137	0,229	-0,093	0,226	-0,089	0,182	-0,045	0,229	-0,092
	II	0,137	0,216	-0,079	0,213	-0,077	0,160	-0,023	0,227	-0,090
	III	0,147	0,166	-0,019	0,174	-0,027	0,092	0,055	0,211	-0,064
Nopember	I	0,181	0,270	-0,089	0,270	-0,089	0,463	-0,282	0,057	0,124
	II	0,181	0,284	-0,103	0,288	-0,107	0,463	-0,282	0,270	-0,089
	III	0,125	0,265	-0,140	0,267	-0,142	0,425	-0,300	0,297	-0,172
Desember	I	0,133	0,160	-0,027	0,158	-0,025	0,272	-0,138	0,224	-0,090
	II	0,159	0,155	0,005	0,152	0,007	0,238	-0,079	0,174	-0,014
	III	0,159	0,144	0,015	0,139	0,021	0,216	-0,056	0,155	0,005

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

**Ketersediaan dan Kebutuhan Air D.I. Lumbangsari
(Debit 80%)**



Gambar 4. Neraca Air Pola Tanam dengan Debit Andalan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.11. Analisa Model Matematika

Model matematika program linear didasarkan pada fungsi tujuan yang diinginkan, yaitu keuntungan maksimum. Berikut contoh formulasinya:

1. Fungsi Tujuan

Pola Tata Tanam Eksisting

Padi, Palawija (Jagung), Tebu – Padi, Palawija (Jagung), Tebu – Padi, Palawija (Jagung), Tebu

Fungsi Tujuan (Maksimalisasi)

- Musim Tanam I

$$Z = 26.419.150 \text{ EX} \times 1a + 15.565.000 \text{ EX} \times 1b + 12.840.000 \text{ EX} \times 1c$$

- Musim Tanam II

$$Z = 26.419.150 \text{ EX} \times 2a + 15.565.000 \text{ EX} \times 2b + 12.840.000 \text{ EX} \times 2c$$

- Musim Tanam III

$$Z = 26.419.150 \text{ EX} \times 3a + 15.565.000 \text{ EX} \times 3b + 12.840.000 \text{ EX} \times 3c$$

2. Variabel Putusan

X1a = Luasan tanam padi pada musim tanam I (ha)

X2a = Luasan tanaman padi pada musim tanam II (ha)

X3a = Luasan tanaman padi pada musim tanam III (ha)

X1b = Luasan tanaman jagung pada musim tanam I (ha) X2b = Luasan tanaman jagung pada musim tanam II (ha)

X3b = Luasan tanaman jagung pada musim tanam III (ha)

X1c = Luasan tanaman tebu pada musim tanam I (ha)

X2c = Luasan tanaman tebu pada musim tanam II (ha)

X3c = Luasan tanaman tebu pada musim tanam III (ha)

3. Variabel Kendala

Luas lahan :

$$X1a + X1b + X1c \leq Xt$$

$$X2a + X2b + X2c \leq Xt$$

$$X1a + X3b + X3c \leq Xt$$

$$Xt = \text{luas total } 252 \text{ ha}$$

Volume Air Tersedia (Vs)

$$Vpd1.X1a + Vpj1.X1b + Vt1.X1c \leq Xt$$

$$Vpd2.X2a + Vpj2.X2b + Vt2.X2c \leq Xt$$

$$Vpd3.X3a + Vpj3.X3b + Vt3.X3c \leq Xt$$

4.12. Hasil optimasi

Berdasarkan model optimasi yang telah dirumuskan, kemudian dilakukan perhitungan

optimasi dengan menggunakan bantuan program solver. Output yang dihasilkan adalah luasan optimum yang akan menghasilkan nilai manfaat atau tersedia. Hasil tersebut kemudian akan dibandingkan antara pola tanam existing, dan beberapa model pola tanam alternatif yang dapat dilihat pada tabel 8 sampai tabel 11.

Tabel 8. Hasil Optimasi PTT Existing

Bulan	Luas Lahan					Kontrol Luas		Kebijakan Debit		Kontrol Debit		Rekapitulasi Optimasi	
	Variable	Padi	Variable	Palawija	Variable	Tebu	Luas	Variable	Nilai	Variable	Nilai		
Nov-01	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	94932.82	V _{1b}	156384.00	Luas Padi	59.81
Nov-02	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	94932.82	V _{1b}	156384.00	Luas Palawija	192.19
Nov-03	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	107827.20	V _{1c}	107827.20	Luas Tebu	0
Des-01	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	67841.23	V _{1b}	115084.80	Total	252.00
Des-02	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	83156.78	V _{1b}	137721.60	Luas Padi	133.17
Des-03	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	107206.67	V _{1c}	151493.76	Luas Palawija	36.06
Jan-01	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	22344.06	V _{1b}	175564.80	Luas Tebu	0
Jan-02	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	10684.02	V _{1b}	175564.80	Total	169.23
Jan-03	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	8782.30	V _{1c}	176774.40	Luas Padi	54.76
Feb-01	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	13077.25	V _{1b}	192672.00	Luas Palawija	78.59
Feb-02	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	0.00	V _{1b}	192672.00	Luas Tebu	0
Feb-03	X _{1a}	59.81	X _{2a}	192.19	X _{3a}	0	252.00	V _{1a}	0.00	V _{1c}	173404.80	Total	133.35
Mar-01	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	109315.41	V _{1b}	133792.00	MT I	Rp. 4.571.808.488
Mar-02	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	159667.20	V _{1b}	159667.20	MT II	Rp. 4.079.327.703
Mar-03	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	129908.77	V _{1c}	175633.92	MT III	Rp. 2.669.974.825
Apr-01	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	107399.02	V _{1b}	159667.20	Total	Rp.11.320.911.017
Apr-02	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	92282.34	V _{1b}	159667.20		
Apr-03	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	84440.43	V _{1c}	159667.20		
Mei-01	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	149299.20	V _{1b}	149299.20		
Mei-02	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	137833.20	V _{1b}	149299.20		
Mei-03	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	147576.23	V _{1b}	164229.12		
Jun-01	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	126514.22	V _{1b}	149299.20		
Jun-02	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	122229.18	V _{1b}	149299.20		
Jun-03	X _{1a}	133.17	X _{2a}	36.06	X _{3a}	0	169.22	V _{1a}	91860.68	V _{1c}	149299.20		
Jul-01	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	21664.80	V _{1b}	159667.20		
Jul-02	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	96061.80	V _{1b}	159667.20		
Jul-03	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	138758.14	V _{1c}	189699.84		
Agp-01	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	137363.40	V _{1b}	172454.40		
Agp-02	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	110231.95	V _{1b}	172454.40		
Agp-03	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	151229.75	V _{1c}	189699.84		
Sep-01	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	139321.13	V _{1b}	165641.60		
Sep-02	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	134326.69	V _{1b}	156384.00		
Sep-03	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	127008.00	V _{1b}	127008.00		
Okc-01	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	118195.20	V _{1b}	118195.20		
Okc-02	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	110698.46	V _{1b}	118195.20		
Okc-03	X _{1a}	54.76	X _{2a}	78.59	X _{3a}	0	133.35	V _{1a}	81869.74	V _{1c}	139708.80		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 9. Hasil Optimasi PTT Alternatif I

Bulan	Luas Lahan					Kontrol Luas	Kebijakan Debit		Kontrol Debit		Rekapitulasi Optimasi			
	Variable	Padi	Variable	Jagung	Variable		Tebu	Luas	Variable	Nilai				
Nov-01	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	110977.31	V _{1b}	156384.00	MT I (Rp)	Luas Padi	71.25
Nov-02	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	117025.99	V _{1b}	156384.00		Luas Palawija	0.00
Nov-03	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	107827.20	V _{1c}	107827.20		Luas Tebu	26
Des-01	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	66544.19	V _{1b}	115084.80	MT II (Rp)	Total	171.53
Des-02	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	60974.53	V _{1b}	137721.60		Luas Padi	128.83
Des-03	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	80353.24	V _{1c}	151493.76		Luas Palawija	16.70
Jan-01	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	16522.40	V _{1b}	175564.80		Luas Tebu	26
Jan-02	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	10899.24	V _{1c}	175564.80		Total	171.53
Jan-03	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	10460.85	V _{1b}	176774.40		Luas Padi	0.00
Feb-01	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	18731.66	V _{1b}	192672.00	MT III (Rp)	Luas Palawija	136.80
Feb-02	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	1772.50	V _{1b}	192672.00		Luas Tebu	26
Feb-03	X _{1a}	71.25	X _{2a}	0.00	X _{3a}	26	97.25	V _{1a}	1595.25	V _{1c}	173404.80		Total	162.80
Mar-01	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	110245.63	V _{1b}	133792.00	Z (Rp)	MT I	Rp. 2.216.100.245
Mar-02	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	159667.20	V _{1b}	159667.20		MT II	Rp. 3.897.346.857
Mar-03	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	131397.30	V _{1c}	175633.92		MT III	Rp. 2.463.184.858
Apr-01	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	108022.50	V _{1b}	159667.20		Total	Rp. 8.676.631.938
Apr-02	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	91886.73	V _{1b}	159667.20			
Apr-03	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	64852.42	V _{1c}	159667.20			
Mei-01	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	149299.20	V _{1b}	149299.20			
Mei-02	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	138954.00	V _{1b}	149299.20			
Mei-03	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	130135.43	V _{1b}	164229.12			
Jun-01	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	130887.14	V _{1b}	149299.20			
Jun-02	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	127380.82	V _{1b}	149299.20			
Jun-03	X _{1a}	128.83	X _{2a}	16.70	X _{3a}	26	171.53	V _{1a}	99605.23	V _{1c}	149299.20			
Jul-01	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	18880.80	V _{1b}	159667.20			
Jul-02	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	36590.42	V _{1b}	159667.20			
Jul-03	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	65400.95	V _{1c}	189699.84			
Agp-01	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	96679.95	V _{1b}	172454.40			
Agp-02	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	110025.71	V _{1b}	172454.40			
Agp-03	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	137514.51	V _{1b}	189699.84			
Sep-01	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	149222.16	V _{1b}	165461.60			
Sep-02	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	138338.36	V _{1b}	156384.00			
Sep-03	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	127000.00	V _{1c}	127000.00			
Ok-01	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	110875.77	V _{1b}	118195.20			
Ok-02	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	108010.44	V _{1b}	118195.20			
Ok-03	X _{1a}	0.00	X _{2a}	136.80	X _{3a}	26	162.80	V _{1a}	75969.12	V _{1b}	159708.80			

Tabel 10. Hasil Optimasi PTT Alternatif II

Bulan	Luas Lahan				Kontrol Luas	Kebutuhan Debit		Kontrol Debit		Rekapitulasi Optimasi		
	Variable	Padi	Variable	Palawija		Variable	Nilai	Variable	Nilai	MT I (Ha)	Luas Padi	73,95
Nov-01	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	117375,06	Vs ₁	156384,00	MT I (Ha)	Luas Padi	73,95
Nov-02	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	117375,06	Vs ₁	156384,00	Luas Palawija	0,00	
Nov-03	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	107827,20	Vs ₁	107827,20	Total	73,95	
Des-01	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	68885,18	Vs ₁	115084,80	MT II (Ha)	Luas Padi	133,17
Des-02	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	68407,14	Vs ₁	137721,60	Luas Palawija	36,06	
Des-03	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	60181,66	Vs ₁	151493,76	Total	169,22	
Jan-01	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	16941,82	Vs ₁	175564,80	MT III (Ha)	Luas Padi	0,00
Jan-02	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	11407,07	Vs ₁	175564,80	Luas Palawija	169,05	
Jan-03	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	10858,50	Vs ₁	176774,40	Total	169,05	
Feb-01	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	18641,63	Vs ₁	192672,00	MT I	Rp1.953.809.761	
Feb-02	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	0,00	Vs ₁	192672,00	MT II	Rp4.079.327.703	
Feb-03	X ₁	73,95	X ₂	0,00	73,95	Vb ₁	0,00	Vs ₁	173404,80	MT III	Rp2.631.224.167	
Mar-01	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	109515,41	Vs ₁	153792,00	Total	Rp8.664.361.632	
Mar-02	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	159667,20	Vs ₁	159667,20			
Mar-03	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	129908,77	Vs ₁	173633,92			
Apr-01	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	118096,88	Vs ₁	159667,20			
Apr-02	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	92382,34	Vs ₁	159667,20			
Apr-03	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	86440,43	Vs ₁	159667,20			
Mei-01	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	149299,20	Vs ₁	149299,20			
Mei-02	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	137833,20	Vs ₁	149299,20			
Mei-03	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	147576,23	Vs ₁	164239,12			
Jun-01	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	126514,22	Vs ₁	149299,20			
Jun-02	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	119118,18	Vs ₁	149299,20			
Jun-03	X ₁	133,17	X ₂	36,06	169,22	Vb ₁	84851,44	Vs ₁	149299,20			
Juli-01	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	0,00	Vs ₁	159667,20			
Juli-02	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	14558,52	Vs ₁	159667,20			
Juli-03	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	55249,57	Vs ₁	189699,84			
Agus-01	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	86145,19	Vs ₁	172454,40			
Agus-02	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	108814,98	Vs ₁	172454,40			
Agus-03	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	137152,21	Vs ₁	189699,84			
Sept-01	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	150009,45	Vs ₁	163641,60			
Sept-02	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	141008,88	Vs ₁	156384,00			
Sept-03	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	12700,80	Vs ₁	127008,00			
Okto-01	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	103322,43	Vs ₁	118195,20			
Okto-02	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	92885,74	Vs ₁	118195,20			
Okto-03	X ₁	0,00	X ₂	169,05	169,05	Vb ₁	58946,72	Vs ₁	139708,80			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 11. Hasil Optimasi PTT Alternatif III

Bulan	Luas Lahan					Kontrol Luas	Kebutuhan Debit			Kontrol Debit	Rekapitulasi Optimasi	
	Variable	Padi	Palawija	Variable	Tebu		Variable	Nilai	Variable		Nilai	MT I (Ha)
Nov-01	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	102511,51	Vs ₁	156384,00	68,92
Nov-02	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	107827,20	Vs ₁	107827,20	Luas Padi
Nov-03	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	83677,44	Vs ₁	115084,80	Luas Tebu
Des-01	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	81078,03	Vs ₁	137721,60	Tebu
Des-02	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	99949,11	Vs ₁	151493,76	Luas Padi
Des-03	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	53889,83	Vs ₁	175564,80	113,34
Jan-01	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	24021,15	Vs ₁	175564,80	Luas Tebu
Jan-02	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	13221,87	Vs ₁	176774,40	71,85
Jan-03	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	23238,01	Vs ₁	192672,00	Luas Padi
Feb-01	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	17375,27	Vs ₁	192672,00	71,85
Feb-02	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	0,00	Vs ₁	173404,80	Luas Padi
Feb-03	X ₁	68,92	X ₂	183,08	X ₃	0	252,00	Vb ₁	0,00	Vs ₁	153792,00	113,34
Mar-01	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	84449,31	Vs ₁	159667,20	113,34
Mar-02	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	159153,53	Vs ₁	173633,92	Rekapitulasi Optimasi
Mar-03	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	109461,98	Vs ₁	159667,20	MT I (Ha)
Apr-01	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	100178,51	Vs ₁	159667,20	MT II (Ha)
Apr-02	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	81967,07	Vs ₁	159667,20	MT III
Apr-03	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	149299,20	Vs ₁	149299,20	Tebu
Mei-01	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	149299,20	Vs ₁	149299,20	Rekapitulasi Optimasi
Mei-02	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	155961,21	Vs ₁	164239,12	MT I (Ha)
Mei-03	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	132184,20	Vs ₁	149299,20	MT II (Ha)
Jun-01	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	122186,66	Vs ₁	149299,20	MT III
Jun-02	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	116657,54	Vs ₁	149299,20	Tebu
Jun-03	X ₁	113,34	X ₂	71,84	X ₃	0	185,19	Vb ₁	68027,23	Vs ₁	159667,20	Rekapitulasi Optimasi
Juli-01	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	17239,83	Vs ₁	159667,20	MT I (Ha)
Juli-02	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	126748,26	Vs ₁	189699,84	MT II (Ha)
Juli-03	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	165853,19	Vs ₁	172454,40	MT III
Agus-01	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	162657,53	Vs ₁	172454,40	Tebu
Agus-02	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	127178,56	Vs ₁	189699,84	Rekapitulasi Optimasi
Agus-03	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	149439,44	Vs ₁	163641,60	MT I (Ha)
Sept-01	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	133482,27	Vs ₁	156384,00	MT II (Ha)
Sept-02	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	127008,00	Vs ₁	127008,00	MT III
Sept-03	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	118195,20	Vs ₁	118195,20	Tebu
Okto-01	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	117451,99	Vs ₁	118195,20	Rekapitulasi Optimasi
Okto-02	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	110789,77	Vs ₁	139708,80	MT I (Ha)
Okto-03	X ₁	71,85	X ₂	47,07	X ₃	0	119,52	Vb ₁	14157,00	Vs ₁	156384,00	MT II (Ha)

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Rekapitulasi keuntungan maksimum yang didapatkan dari hasil optimasi *solver* pada *microsoft excel* disajikan pada tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Keuntungan Maksimum

Pola Tanam	Musim Tanam I	Musim Tanam II	Musim Tanam III	Total Keuntungan
PTT Existing	Rp 4.571.608.488	Rp 4.079.327.703	Rp 2.669.974.825	Rp 11.320.911.017
PTT Alternatif I	Rp 2.216.100.245	Rp 3.997.346.857	Rp 2.463.184.836	Rp 8.676.631.938
PTT Alternatif II	Rp 1.953.809.761	Rp 4.079.327.703	Rp 2.631.224.167	Rp 8.664.361.632
PTT Alternatif III	Rp 4.670.475.267	Rp 4.112.706.219	Rp 2.636.904.636	Rp 11.420.086.122

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.13. Tinggi Bukaam Pintu

Tergantung pada pola tanam, tinggi bukaam pintu irigasi harus disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Tinggi bukaam pintu irigasi secara otomatis disesuaikan dengan volume air. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Tinggi Bukaam Pintu

Saluran	Tinggi Bukaam Pintu (m)		
	MT I	MT II	MT III
KJ 1 KANAN	0,12	0,14	0,18
KJ 2 KANAN	0,50	0,69	0,89
KJ 3 KANAN	0,38	0,51	0,67
KJ 4 KANAN	0,51	0,71	0,57
KJ 4 TENGAH	0,37	0,50	0,64
KJ 4 KIRI	0,27	0,88	0,69

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

- Debit andalan tertinggi di daerah irigasi Bululawang didapat pada bulan Februari periode I, II, dan III yakni sebesar 0,22 m3/detik. Sedangkan debit andalan terendah terjadi pada bulan November periode III yakni sebesar 0,12 m3/detik.
- Berdasarkan hasil optimasi, luas tanam optimum pada PTT Existing, Alternatif I, Alternatif II, dan Alternatif III sebagai berikut
 - PTT Existing = MT I : 252 ha (100%), MT II :169,22 ha (67,15%) MT III : 133,35 ha (52,92

- 4 Kanan 0,51 m, KJ 4 Tengah 0,37 m, KJ 4 Kiri 0,27 m,
 - Musim Tanam II = KJ 1 Kanan 0,14 m, KJ 2 Kanan 0,69 m, KJ 3 Kanan 0,51 m, KJ 4 Kanan 0,71 m, KJ 4 Tengah 0,50 m, KJ 4 Kiri 0,88 m.
 - Musim Tanam III = KJ 1 Kanan 0,18 m, KJ 2 Kanan 0,89 m, KJ 3 Kanan 0,67 m, KJ 4 Kanan 0,57 m, KJ 4 Tengah 0,64 m, KJ 4 Kiri 0,69 m
- [9] M. Mulyadi dan A. N. Sitanggang, "Analisa Sistem Jaringan Irigasi Tersier Desa Citarik Kecamatan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, hlm. 46–60, 2021.
- [10] E. Noerhayati, "Model Neraca Air Daerah Aliran Sungai Dengan Aplikasi Minitab," *Univ. Islam Malang Badan Penerbit Fak. Ekon.*
- [11] Eko Noerhayati dan Bambang Suprpto, *Perencanaan Jaringan Irigasi Saluran Terbuka*. Malang: Inteligencia Media,

5.2. Saran

Dengan mempertimbangkan keterbatasan aliran, Alternatif III PTT memaksimalkan keuntungan dan direkomendasikan untuk diterapkan. Untuk menyeimbangkan neraca air dan memaksimalkan keuntungan produksi, Dinas Pertanian dan Dinas Sumber Daya Air Kabupaten Malang harus mengomunikasikan penyesuaian pola tanam, seperti musim tanam awal, luas tanam, dan jenis tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Noerhayati dan W. Warsito, "Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Pitab Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan," *J. Rekayasa Sipil E-J.*, vol. 8, no. 6, hlm. 427–436, 2020.
- [2] R. Riska, E. Noerhayati, dan A. Rachmawati, "Studi Evaluasi Saluran Pembuang Pada Daerah Irigasi Kebonagung Kabupaten Sumenep," *J. Rekayasa Sipil E-J.*, vol. 5, no. 1, hlm. 33–44, 2019.
- [3] E. Noerhayati dan B. Suprpto, "Perencanaan jaringan irigasi saluran terbuka," *Malang Intel. Media*, 2018.
- [4] S. Sudirman, M. Tumpu, I. W. Yasa, dan I. M. Nenny, "Sistem Irigasi dan Bangunan Air," *Yayasan Kita Menulis*, 2021,
- [5] E. N. Noerhayati dan B. S. Suprpto, "Peningkatan Keuntungan Melalui Optimasi Sistem Pemberian Air Daerah Irigasi Molek Dengan Program Linier," *J. Tek.*, vol. 9, no. 1, hlm. 13–Halaman, 2017.
- [6] A. Aldi, S. Anwar, dan O. Farhan, "ANALISIS KINERJA DAERAH IRIGASI BENDUNG CIKAMANGI 1899 Ha KABUPATEN MAJALENGKA," *J. Konstr. Dan Infrastruktur*, vol. 7, no. 5, 2018,
- [7] M. Srijayanti, "Perencanaan Pola Tanam Daerah Irigasi Brangkal Bawah Kabupaten Madiun." Surabaya, 2017. Diakses: 25 Juni 2025.
- [8] I. L. M. Limantara, *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi, 2019.