

# STUDI OPTIMASI DISTRIBUSI AIR IRIGASI SALURAN RAMBA KABUPATEN SIGI PROVINSI SULAWESI TENGAH

Muhammad Nur Ijlal<sup>1</sup>, Eko Noerhayati<sup>2</sup> dan Anita Rahmawati<sup>3</sup>

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

Korespondensi: [21801051163@unisma.ac.id](mailto:21801051163@unisma.ac.id)

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

Korespondensi: [eko.noerhayati@unisma.ac.id](mailto:eko.noerhayati@unisma.ac.id)

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

Korespondensi: [anita.rahmawati@unisma.ac.id](mailto:anita.rahmawati@unisma.ac.id)

## ABSTRACT

*Water is a crucial factor in crop cultivation; therefore, the irrigation water requirements of plants must be met to achieve optimal crop production. To meet irrigation needs, appropriate water distribution techniques and efficient water utilization based on crop water requirements are essential. Agricultural land in the Ramba canal of the Gumbasa irrigation area follows a cropping pattern of Rice/Secondary Crops – Rice/Secondary Crops – Secondary Crops. This cropping pattern requires a large amount of water, while water availability in the Ramba canal is limited, resulting in a water deficit. By optimizing the cropping pattern according to available discharge, crop production can be increased. This optimization can be carried out using the Solver linear programming tool in Microsoft Excel. The results of the optimization show that Alternative Cropping Pattern I provides the highest profit while utilizing the limited available discharge. The resulting cropping pattern is Rice/Secondary Crops (176 ha) – Rice/Secondary Crops (176 ha) – Rice/Secondary Crops (149.65 ha). The total optimization achieved is 285% with an annual profit of IDR 7,784,215,000. Based on the optimization results from several cropping pattern alternatives analyzed, Alternative I was chosen as it yielded the highest return*

**Keywords:** *Cropping Pattern, Irrigation Water, Optimization, Ramba Canal*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air irigasi merupakan kebutuhan mutlak dalam dunia pertanian, namun hal ini tidak selaras dengan ketersediannya yang semakin minim, juga teknik pendistribusian yang kurang tepat [4].

Saluran ramba pada daerah irigasi Gumbasa salah satunya, lahan tersebut mengalami defisit air yang diakibatkan oleh bencana alam 2018 silam. Saluran ramba sendiri adalah saluran sekunder yang ada di Desa Pandere Kabupaten Sigi mengairi lahan sebesar 146 Ha.

Saat ini sudah dilakukan rehabilitasi pada keseluruhan tubuh bangunan maupun saluran pada Daerah Irigasi Gumbasa namun pada saluran Ramba saat terakhir kali melakukan survey masih belum sepenuhnya optimal dikarenakan sistem pola tanam yang perlu di

Kelola Kembali karena kapasitas dan kualitas lahan yang berkurang.

Agar Teknik pendistribusian air bisa Kembali optimal perlu dilakukan perhitungan kembali agar kebutuhan irigasi dan ketersediaan air seimbang dengan menggunakan metode linier dan perhitungan keuntungan maksimum masing masing lahan dengan *Solver Microsoft Excel* [2]. Penyesuaian pola tanam, serta optimasi lahan dapat menjadi solusi yang dapat dilakukan untuk menjawab beberapa permasalahan tersebut [5].

### 1.2 Identifikasi Masalah

Berikut beberapa perumusan permasalahan yang teridentifikasi:

1. Diperlukan informasi mengenai debit andalan pada sistem optimasi distribusi air irigasi Saluran Ramba Kabupaten Sigi

Provinsi Sulawesi Tengah agar rencana pola tanam dapat diselaraskan dengan ketersediaan air.

2. Perlu dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan air irigasi berdasarkan jenis tanaman yang dibudidayakan.
3. Diperlukan penyesuaian bukaan pintu irigasi agar distribusi debit air sesuai dengan kebutuhan tanaman berdasarkan pola tanam yang diterapkan.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pertanyaan berikut dirumuskan sebagai rumusan permasalahannya:

1. Berapakah nilai debit andalan maksimum dan minimum pada sistem optimasi distribusi air irigasi Saluran Ramba Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah?
2. Berapakah volume kebutuhan air irigasi untuk setiap komoditas tanaman sesuai dengan pola tanam yang diterapkan?
3. Berapakah luas lahan tanam optimal serta estimasi keuntungan maksimal yang dihasilkan melalui pendekatan optimasi?
4. Berapa ketinggian bukaan pintu irigasi yang ideal agar sesuai dengan pola tanam yang direncanakan?

### 1.4 Batasan Masalah

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

1. Perhitungan metode linier menggunakan solver pada *Microsoft Excel*.
2. Tidak menghitung perencanaan ulang saluran.
3. Tidak membahas penyebab kerugian oleh hama, penyakit tanaman dan faktor alam.
4. Tidak menghitung diluar dari cakupan aliran air irigasi saluran Ramba

### 1.5 Tujuan

Merujuk pada perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka tujuannya:

1. Mengidentifikasi nilai debit andalan yang tersedia pada sistem irigasi Gumbasa di optimasi distribusi air irigasi Saluran Ramba Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.
2. Menentukan volume kebutuhan air untuk masing-masing jenis tanaman.
3. Menemukan luas tanam optimal serta estimasi keuntungan maksimal berdasarkan hasil optimasi distribusi air irigasi saluran Ramba Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.
4. Mengetahui ukuran ketinggian bukaan pintu irigasi yang sesuai dengan rancangan pola tanam.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Irigasi

Sistem jaringan irigasi umumnya dirancang dengan mengacu pada peta topografi yang telah disajikan dalam bentuk peta ikhtisar berskala 1:25.000. Dari peta tersebut, proses perencanaan dilanjutkan ke dalam bentuk peta ikhtisar rinci dengan skala 1:5.000 atau 1:2.000, yang dalam praktik perencanaan disebut sebagai peta petak. Pada peta petak ini, tergambarkan pembagian wilayah irigasi meliputi petak primer, sekunder, maupun tersier.

### 2.2 Analisa Curah Hujan

Analisis terhadap curah hujan merupakan proses pengkajian data presipitasi guna mengidentifikasi pola serta kecenderungan yang terbentuk. Proses ini mencakup evaluasi terhadap konsistensi data, perhitungan rata-rata curah hujan, estimasi curah hujan efektif, dan bentuk analisis lainnya [1].

### 2.3 Uji Konsistensi Data

Pengujian konsistensi data dilakukan untuk menentukan nilai rerata dari stasiun yang akan dianalisis (dikoreksi) dengan membandingkannya terhadap stasiun acuan sebagai standar evaluasi. Apabila nilai koefisien determinasi mendekati angka 100%, maka data tersebut dianggap valid atau layak digunakan.

### 2.4 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif (hujan andalan), sebagai porsi dari total curah hujan yang benar-benar

dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Penentuan nilai ini didasarkan pada curah hujan minimum tengah bulan dengan probabilitas tidak terpenuhinya kebutuhan 20%, pendekatan distribusi frekuensi normal maupun log-normal [1].

## 2.5 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi yaitu mekanisme hilangnya air dari permukaan bumi ke atmosfer, yang mencakup penguapan dari tanah dan permukaan air serta pelepasan uap air melalui transpirasi tanaman, melalui proses perpindahan panas laten pada satuan luas tertentu.

## 2.6 Pola Tanam

Pola tanam merujuk pada tata letak jenis tanaman atau urutan penanaman komoditas pertanian di suatu lahan dalam jangka waktu tertentu. Tiga komponen utama dalam konsep ini meliputi jenis tanaman, lokasi lahan, serta periode waktu pelaksanaannya.

## 2.7 Program Linier

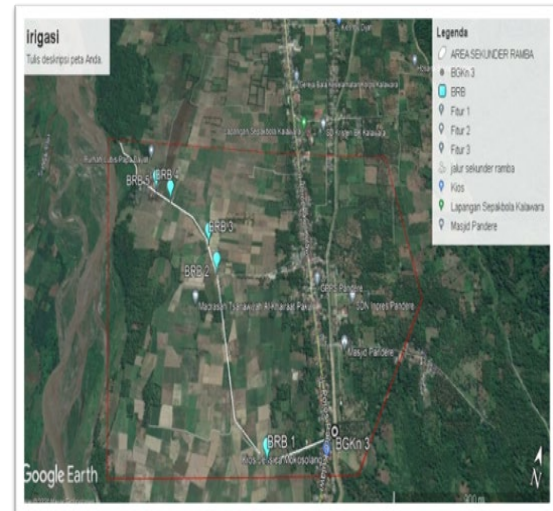
Program Linier sebagai pendekatan analitis dalam perencanaan yang menggunakan model matematika untuk memperoleh solusi alternatif dari suatu permasalahan. Fokus utama metode ini yaitu menentukan alokasi sumber daya secara optimal dengan mempertimbangkan aspek keuntungan dan kerugian secara seimbang, terintegrasi, serta sesuai. Optimalisasi tersebut mempunyai tujuannya guna memaksimalkan fungsi objektif yang harus memenuhi berbagai syarat yang dinyatakan dalam bentuk kendala pertidaksamaan linier.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Wilayah DI Gumbasa yang mencakup Kabupaten Sigi dan Kota Palu di Provinsi Sulawesi Tengah, memiliki total cakupan seluas 8.180 hektar dengan panjang saluran primer mencapai 36,047 km. Saluran sekunder Ramba, yang menjadi fokus dalam optimasi distribusi air irigasi saluran Ramba Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah, mencakup area seluas 176 hektar. Secara geografis, lokasi ini berada antara 0°3' LU hingga 2°2' LS dan 119°45' hingga 122°45' BT. Secara topografi, daerah ini

didominasi oleh kawasan dataran tinggi di bagian timur dan berubah menjadi dataran rendah ke arah barat. Penelitian ini diarahkan secara spesifik pada salah satu saluran sekunder di DI Gumbasa.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian



**Gambar 2.** Peta Lokasi Pos Hujan

### 3.2 Pengumpulan Data

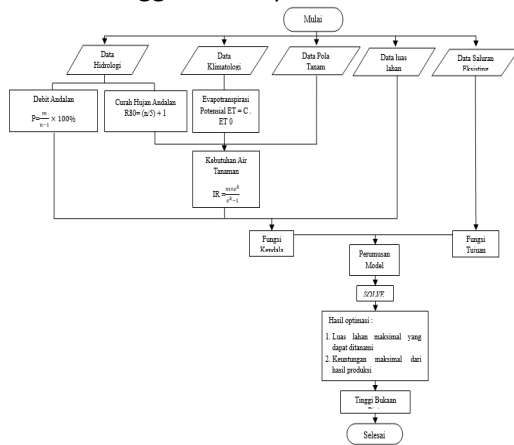
Pada proses pengumpulan data penelitian ini diperlukan kerjasama dari beberapa instansi terkait sebagai pendukung berjalannya penelitian. Selain dari instansi terkait data juga bisa diperoleh dari survey langsung ke lokasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan jaringan saluran irigasi yang ada di lapangan. Data yang

diperlukan ini terbagi atas dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Studi penelitian kali ini banyak mengacu pada data sekunder. Data yang dibutuhkan meliputi hidrologi, klimatologi, irigasi, jenis tanah, maupun ekonomi

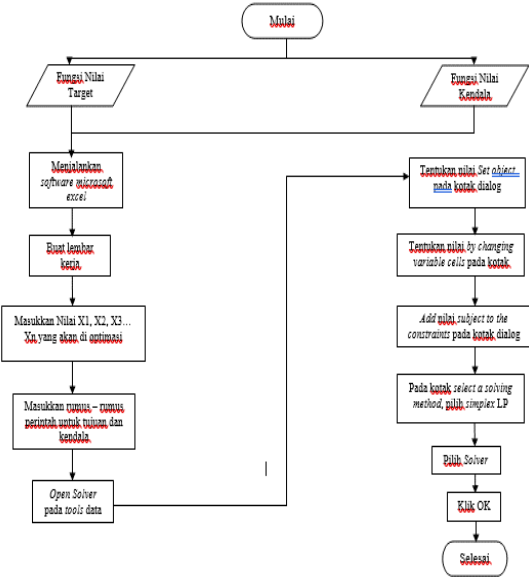
3.3 Tahapan Penyelesaian

Tahapan Analisa data yang akan diproses meliputi tahapan sebagai berikut :

- 1. Analisa curah hujan
  - a. Uji konsistensi data curah hujan dengan mengadopsi metode Lengkung Massa Ganda
  - b. Perhitungan curah hujan andalan
  - c. Perhitungan curah hujan efektif
- 2. Pengolahan data debit intake
- 3. Pengolahan data klimatologi
- 4. Menghitung kebutuhan air tanaman
- 5. Perhitungan kebutuhan air di intake
- 6. Perumusan optimasi program linier dengan menggunakan fasilitas Solver pada Microsoft Excel
- 7. Tinggi bukaan pintu



Gambar 3. Bagan alir penelitian



Gambar 4. Bagan alir program solver pada microsoft excel

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Curah Hujan Andalan

Penentuan curah hujan andalan serta curah hujan efektif dilakukan dengan pendekatan probabilistik menggunakan metode Weibull, dengan tingkat keandalan sebesar 80% (R80). Data yang dianalisis merupakan catatan curah hujan bulanan selama rentang waktu 10 tahun terakhir. Hasil penghitungan terhadap curah hujan andalan tersebut disajikan dalam Tabel 1

4.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Besarannya dihitung dengan 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

| Bulan | R80% | Probabilitas |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       |      | 9,09%        | 18,18% | 27,27% | 36,36% | 45,45% | 54,55% | 63,64% | 72,73% | 81,82% | 90,91% |
| Jan   | 48,9 | 113          | 94     | 88     | 86     | 86     | 76     | 68     | 52     | 48     | 47     |
| Feb   | 43,7 | 127          | 94     | 90     | 84     | 80     | 72     | 66     | 59     | 40     | 38     |
| Mar   | 53,9 | 168          | 136    | 127    | 100    | 91     | 83     | 70     | 58     | 53     | 51     |
| Apr   | 54,5 | 178          | 141    | 103    | 95     | 90     | 83     | 63     | 60     | 53     | 46     |
| Mei   | 85,1 | 232          | 207    | 205    | 195    | 171    | 149    | 96     | 89     | 84     | 68     |
| jun   | 77,1 | 213          | 208    | 196    | 178    | 160    | 117    | 100    | 79     | 77     | 66     |
| Jul   | 68   | 223          | 177    | 134    | 131    | 113    | 108    | 96     | 84     | 64     | 49     |
| Agt   | 58   | 216          | 216    | 168    | 99     | 93     | 92     | 86     | 62     | 57     | 56     |
| Sep   | 42,2 | 178          | 149    | 126    | 117    | 92     | 91     | 90     | 84     | 32     | 29     |
| Okt   | 48,2 | 216          | 110    | 108    | 92     | 91     | 74     | 70     | 51     | 47     | 30     |
| nov   | 34,5 | 142          | 133    | 120    | 106    | 89     | 87     | 74     | 48     | 31     | 19     |
| des   | 32,4 | 139          | 95     | 88     | 76     | 52     | 46     | 41     | 39     | 31     | 19     |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

**Tabel 2.** Perhitungan Curah Hujan Efektif

| Bulan | R80% | CH Efektif Padi (R80 x 0,7) |                  | CH Efektif Palawija (R80 x 0,5) |                  |
|-------|------|-----------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
|       |      | Bulan (mm)                  | Harian (mm/hari) | Bulan ( mm)                     | Harian (mm/hari) |
| Jan   | 48,9 | 34,32                       | 1,10             | 24,45                           | 0,79             |
| Feb   | 43,7 | 30,59                       | 1,09             | 21,85                           | 0,78             |
| Mar   | 53,9 | 37,72                       | 1,22             | 26,94                           | 0,87             |
| Apr   | 54,5 | 38,18                       | 1,27             | 27,27                           | 0,91             |
| Mei   | 85,1 | 59,56                       | 1,92             | 42,54                           | 1,37             |
| jun   | 77,1 | 53,94                       | 1,80             | 38,53                           | 1,28             |
| Jul   | 68   | 47,62                       | 1,54             | 34,01                           | 1,10             |
| Agt   | 58   | 40,60                       | 1,31             | 29,00                           | 0,94             |
| Sep   | 42,2 | 29,54                       | 0,95             | 21,10                           | 0,70             |
| Okt   | 48,2 | 33,76                       | 1,09             | 24,12                           | 0,78             |
| nov   | 34,5 | 24,12                       | 0,80             | 17,23                           | 0,57             |
| des   | 32,4 | 22,71                       | 0,73             | 16,22                           | 0,52             |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

#### 4.3 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi adalah proses menguapnya air dari permukaan tanah maupun vegetasi ke atmosfer melalui dua mekanisme yakni, evaporasi dan transpirasi. Perhitungan menggunakan metode penman, dan disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Perhitungan Evaporasi Potensial

| Uraian           | Satuan  | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | Mei  |
|------------------|---------|------|------|------|------|------|
| ET = C<br>x Eto* | Mm/hari | 4,95 | 5,36 | 5,68 | 4,9  | 4,22 |
|                  |         | Jun  | Jul  | Agt  | Sep  | Okt  |
|                  |         | 3,69 | 3,98 | 5,19 | 5,87 | 6,27 |
|                  |         | Nov  | Des  |      |      |      |
|                  |         | 5,87 | 5,23 |      |      |      |

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.4 Kebutuhan Air Tanaman

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

1. Infiltrasi ke dalam tanah (perkolasi)
2. Kegiatan pengolahan lahan
3. Kebutuhan air yang diserap langsung oleh tanaman (konsumsi tanaman)
4. Pembaruan volume air pada lahan
5. Komponen curah hujan yang dapat dimanfaatkan secara langsung (curah hujan efektif)

#### 4.5 Kebutuhan Air untuk Pengolahan Lahan

Kebutuhan air pada tahap penyiapan lahan adalah volume air yang dibutuhkan untuk mengolah tanah sebelum proses tanam dimulai. Secara empiris, nilai kebutuhan ini dapat diasumsikan sebesar 250 mm (S). Perhitungannya mengacu pada rumus:

1. Eto = 4,95 mm/hari

2. Perkolasi = 2,5 mm/hari

3. Kebutuhan Evaporasi dan Perkolasi (M) = Eto + P = 4,95 + 2,5 = 7,45

4. Waktu pengolahan (T) = 31 hari

5. Penjenuhan lapisan atas (S) = 250 mm

6. k = M x T/S = 7,45 x 31/250 = 0,92

7. IR = (M x Ek)/(Ek-1) = (7,45 x e.<sup>2,52</sup>) / (e.<sup>2,52</sup> - 1) = 12,35 mm/hari

**Tabel 4.** Pergantian Lapisan Air

| Uraian                       | Satuan  | Jan       | Feb       | Mar       | Apr       | Mei       |
|------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IR=(M<br>x<br>Ek)/(Ek<br>-1) | Mm/hari | 12,3<br>5 | 13,4<br>3 | 12,8<br>4 | 12,5<br>8 | 11,8<br>8 |
|                              |         | Jun       | Jul       | Agt       | Sep       | Okt       |
|                              |         | 11,8<br>1 | 11,7<br>3 | 12,5<br>1 | 13,21     | 13,2<br>3 |
|                              |         | Nov       | Des       |           |           |           |
|                              |         | 13,2<br>1 | 12,5<br>4 |           |           |           |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

#### 4.6 Pergantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air merujuk pada volume air yang dibutuhkan untuk mengisi kembali kehilangan air akibat proses infiltrasi, perkolasi, serta evapotranspirasi. Penggantian ini umumnya dilakukan ketika tanaman telah memasuki usia 45 hari setelah tanam, dengan ketebalan lapisan air yang ditetapkan sebesar 50 mm. Adapun rumus menghitung nilai tersebut yaitu:

$$WLR = 50 \text{ mm} \div 45 \text{ hari} = 1,11 \text{ mm per hari}$$

#### 4.7 Netto Kebutuhan Air Lapang

Kebutuhan air bersih tanaman yaitu total volume air yang diperlukan guna mengompensasi kehilangan air akibat evapotranspirasi, perkolasi, serta penggantian lapisan air, yang kemudian dikurangi dengan



jumlah curah hujan efektif. Adapun tujuannya yaitu memperoleh estimasi aktual atas kebutuhan air tanaman dalam mendukung proses pertumbuhannya. Perhitungannya sebagai berikut :

NFR Padi 0,5 bulan Januari  
= Etc Padi (sesuai umur) + P + WLR – Re<sub>padi</sub>  
= 5,44 + 2,5 + 1,11 – 1,10  
= 7,95 mm/hari

NFR Palawija 0,5 bulan Januari  
= Etc Palawija (sesuai umur) – Re<sub>palawija</sub>  
= 2,47 - 0,79  
= 1,68 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 :

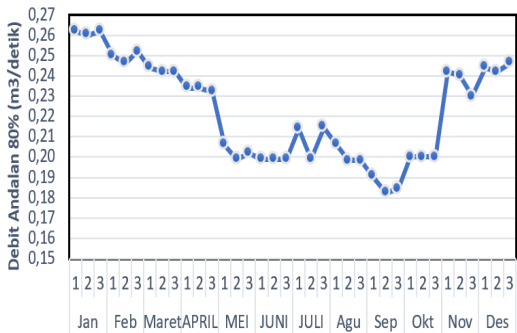
Tabel 5. Efisiensi Irigasi

| Jaringan | Efisiensi (%) |
|----------|---------------|
| Primer   | 90            |
| Sekunder | 90            |
| Tersier  | 80            |
| Total El | 65            |

Sumber : Balai Wilayah Sungai III Sulawesi

4.9 Debit Andalan

Debit andalan yakni perkiraan jumlah air yang diharapkan ketersediannya dari suatu sumber air seperti sungai, dalam jangka waktu tertentu, dengan kemungkinan ketersediaan tertentu pula.



Gambar 5. Debit Andalan 80% Saluran Ramba  
Sumber : Hasil Perhitungan,2025

Perhitungan dilakukan dengan pendekatan probabilistik menggunakan distribusi Weibull pada tingkat keandalan 80% (R80). Data yang dianalisis berasal dari pencatatan debit 10 harian selama satu dekade terakhir. Hasil dari analisis debit andalan tersebut disajikan pada gambar 3.

4.10 Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi

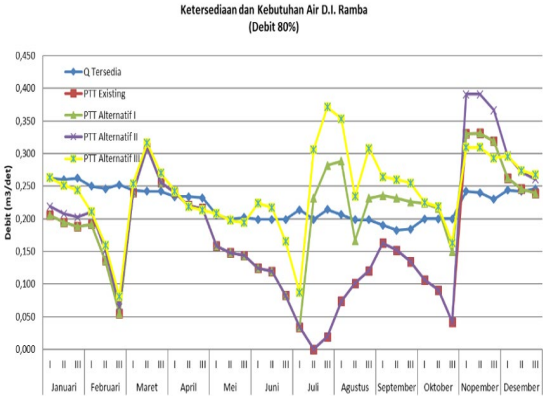
Berdasarkan pola tanam exisiting dan alternatif yang direncanakan, kemudian dianalisa kebutuhan air irigasinya. Hasil rekapitulasi kebutuhan air masing masing pola tanam disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan Air Irigasi

| No | Pola Tanam         | Musim Tanam | Volume Air (m3/Ha) |          |
|----|--------------------|-------------|--------------------|----------|
|    |                    |             | Padi               | Palawija |
| 1  | PTT Eksisting      | 1           | 15090,51           | 4354,54  |
|    |                    | 2           | 12767,09           | 3220,06  |
|    |                    | 3           | 0                  | 5015,96  |
| 2  | PTT Alternatif I   | 1           | 15090,51           | 4354,54  |
|    |                    | 2           | 12767,09           | 3220,06  |
|    |                    | 3           | 14572,22           | 5015,96  |
| 3  | PTT Alternatif II  | 1           | 15090,51           | 0        |
|    |                    | 2           | 12757,09           | 32220,06 |
|    |                    | 3           | 0                  | 5015,96  |
| 4  | PTT Alternatif III | 1           | 16347,78           | 5436,56  |
|    |                    | 2           | 15293,53           | 4817,74  |
|    |                    | 3           | 16742,11           | 6712,93  |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

Setelah melakukan analisis terhadap kebutuhan air irigasi, langkah selanjutnya yakni menyusun neraca air, yakni membandingkan antara kebutuhan irigasi berdasarkan berbagai pola tanam yang dirancang dengan debit andalan yang tersedia. Ringkasan hasil neraca air tersebut tercantum dalam tabel 7.



Gambar 6. Neraca Air Pola Tanam dengan Debit Andalan

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

**Tabel 7. Neraca Air**

| Bulan | Periode | Q Tersedia | PTT Eksisting |         | Alternatif 1 |         | Alternatif 2 |         | Alternatif 3 |         |
|-------|---------|------------|---------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
|       |         |            | Q Keb         | Q Lebih | Q Keb        | Q Lebih | Q Keb        | Q Lebih | Q Keb        | Q Lebih |
| 1     | 2       | 3          | 4             | 5       | 6            | 7       | 8            | 9       | 10           | 11      |
| Jan   | I       | 0,262      | 0,206         | 0,056   | 0,206        | 0,056   | 0,219        | 0,043   | 0,263        | -0,001  |
|       | II      | 0,260      | 0,195         | 0,065   | 0,195        | 0,065   | 0,208        | 0,052   | 0,251        | 0,009   |
|       | III     | 0,262      | 0,188         | 0,074   | 0,188        | 0,074   | 0,203        | 0,059   | 0,244        | 0,018   |
| Feb   | I       | 0,250      | 0,191         | 0,069   | 0,191        | 0,059   | 0,210        | 0,040   | 0,211        | 0,039   |
|       | II      | 0,246      | 0,136         | 0,110   | 0,136        | 0,110   | 0,151        | 0,095   | 0,160        | 0,086   |
|       | III     | 0,252      | 0,055         | 0,197   | 0,055        | 0,197   | 0,065        | 0,187   | 0,081        | 0,171   |
| Mar   | I       | 0,244      | 0,241         | 0,003   | 0,241        | 0,003   | 0,241        | 0,003   | 0,254        | -0,010  |
|       | II      | 0,242      | 0,309         | -0,067  | 0,309        | -0,067  | 0,309        | -0,067  | 0,316        | -0,074  |
|       | III     | 0,242      | 0,256         | -0,014  | 0,256        | -0,014  | 0,256        | -0,014  | 0,270        | -0,028  |
| Apr   | I       | 0,234      | 0,240         | -0,006  | 0,240        | -0,006  | 0,240        | -0,006  | 0,243        | -0,009  |
|       | II      | 0,234      | 0,220         | 0,014   | 0,220        | 0,014   | 0,220        | 0,014   | 0,219        | 0,015   |
|       | III     | 0,232      | 0,216         | 0,016   | 0,216        | 0,016   | 0,216        | 0,016   | 0,213        | 0,019   |
| Mei   | I       | 0,206      | 0,158         | 0,048   | 0,158        | 0,048   | 0,158        | 0,048   | 0,208        | -0,002  |
|       | II      | 0,199      | 0,148         | 0,051   | 0,148        | 0,051   | 0,148        | 0,051   | 0,198        | 0,001   |
|       | III     | 0,202      | 0,144         | 0,058   | 0,144        | 0,058   | 0,144        | 0,058   | 0,194        | 0,008   |
| Jun   | I       | 0,199      | 0,124         | 0,075   | 0,124        | 0,075   | 0,124        | 0,075   | 0,224        | -0,025  |
|       | II      | 0,199      | 0,120         | 0,079   | 0,120        | 0,079   | 0,120        | 0,079   | 0,217        | -0,018  |
|       | III     | 0,199      | 0,083         | 0,116   | 0,083        | 0,116   | 0,083        | 0,116   | 0,165        | 0,034   |
| Jul   | I       | 0,214      | 0,034         | 0,180   | 0,034        | 0,180   | 0,034        | 0,180   | 0,087        | 0,127   |
|       | II      | 0,199      | 0,000         | 0,199   | 0,232        | -0,033  | 0,000        | 0,199   | 0,306        | -0,107  |
|       | III     | 0,214      | 0,019         | 0,195   | 0,282        | -0,067  | 0,019        | 0,195   | 0,371        | -0,157  |
| Agt   | I       | 0,206      | 0,074         | 0,132   | 0,288        | -0,082  | 0,074        | 0,132   | 0,353        | -0,147  |
|       | II      | 0,198      | 0,101         | 0,097   | 0,167        | 0,032   | 0,101        | 0,097   | 0,234        | -0,036  |
|       | III     | 0,198      | 0,120         | 0,078   | 0,232        | -0,033  | 0,120        | 0,078   | 0,308        | -0,109  |
| Sep   | I       | 0,190      | 0,163         | 0,028   | 0,236        | -0,045  | 0,163        | 0,028   | 0,265        | -0,074  |
|       | II      | 0,182      | 0,152         | 0,031   | 0,231        | -0,049  | 0,152        | 0,031   | 0,260        | -0,078  |
|       | III     | 0,184      | 0,135         | 0,049   | 0,226        | -0,042  | 0,135        | 0,049   | 0,255        | -0,071  |
| Okt   | I       | 0,200      | 0,106         | 0,094   | 0,224        | -0,024  | 0,106        | 0,094   | 0,255        | -0,025  |
|       | II      | 0,200      | 0,091         | 0,109   | 0,216        | -0,016  | 0,091        | 0,109   | 0,218        | -0,018  |
|       | III     | 0,200      | 0,042         | 0,158   | 0,150        | 0,050   | 0,042        | 0,158   | 0,163        | 0,037   |
| Nov   | I       | 0,242      | 0,330         | -0,088  | 0,330        | -0,088  | 0,391        | -0,149  | 0,309        | -0,067  |
|       | II      | 0,240      | 0,331         | -0,091  | 0,331        | -0,091  | 0,391        | -0,151  | 0,309        | -0,069  |
|       | III     | 0,230      | 0,319         | -0,089  | 0,319        | -0,089  | 0,366        | -0,136  | 0,293        | -0,063  |
| Des   | I       | 0,244      | 0,263         | -0,019  | 0,263        | -0,019  | 0,297        | -0,053  | 0,296        | -0,052  |
|       | II      | 0,242      | 0,246         | -0,004  | 0,246        | -0,004  | 0,272        | -0,30   | 0,274        | -0,032  |
|       | III     | 0,246      | 0,239         | 0,007   | 0,249        | 0,007   | 0,261        | -0,015  | 0,267        | -0,021  |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

#### 4.11 Analisa Model Matematika

Model matematika pada program linier dibuat sesuai dengan fungsi sasaran yang ingin dicapai yakni keuntungan maksimal. Perumusan dicontohkan sebagai berikut :

##### 1. Fungsi Tujuan

Pola Tata Tanam Eksisting

= Padi, Palawija – Padi, Palawija –Palawija

Fungsi Tujuan (Maksimalisasi)

Musim Tanam I

$Z = 19.137.500 \text{ EX} \times 1a + 9.505.000 \text{ EX} \times 1b$

Musim Tanam II

$Z = 19.137.500 \text{ EX} \times 2a + 9.505.000 \text{ EX} \times 2b$

Musim Tanam III

$Z = 9.505.000 \text{ EX} \times 3b$

##### 2. Variabel Putusan

$X_{1a}$  = Luasan tanam padi pada musim tanam I (ha)

$X_{2a}$  = Luasan tanaman padi pada musim tanam II (ha)

$X_{3a}$  = Luasan tanaman padi pada musim tanam III (ha)

$X_{1b}$  = Luasan tanaman jagung pada musim tanam I (ha)

$X_{2b}$  = Luasan tanaman jagung pada musim tanam II (ha)

$X_{3b}$  = Luasan tanaman jagung pada musim tanam III (ha)

##### 3. Variabel Kendala

Luas lahan :

$X_{1a} + X_{1b} \leq X_t$

$X_{2a} + X_{2b} \leq X_t$

$X_{3b} \leq X_t$

$X_t$  = luas total 176 ha

Volume Air Tersedia ( $V_s$ )

$V_{pd1}.X_{1a} + V_{pj1}.X_{1b} \leq X_t$

$V_{pd2}.X_{2a} + V_{pj2}.X_{2b} \leq X_t$

$V_{pj3}.X_{3b} \leq X_t$

#### 4.12 Hasil optimasi

Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan pada pola tanam existing dan alternatif yang direncanakan, didapatkan keuntungan maksimal dengan keterbatasan luas lahan dan ketersediaan debit yang ada.

Hasil optimasi disajikan pada tabel 8 sampai tabel 11.

**Tabel 8.** Hasil Optimasi PTT Existing

| Bulan  | Luas Lahan |        |          |          | Kontrol Luas | Kebutuhan Debit |           | Kontrol Debit |           |
|--------|------------|--------|----------|----------|--------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|
|        | Variabel   | Padi   | Variabel | Palawija |              | Variabel        | Nilai     | Variabel      | Nilai     |
| Nov-01 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1a}$       | 186644,29 | $V_{s1a}$     | 209088,00 |
| Nov-02 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1b}$       | 188639,01 | $V_{s1b}$     | 207360,00 |
| Nov-03 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1c}$       | 198720,00 | $V_{s1c}$     | 198720,00 |
| Des-01 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1d}$       | 170926,45 | $V_{s1d}$     | 210816,00 |
| Des-02 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1e}$       | 169599,28 | $V_{s1e}$     | 209088,00 |
| Des-03 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1f}$       | 188702,25 | $V_{s1f}$     | 233798,40 |
| Jan-01 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1g}$       | 155314,67 | $V_{s1g}$     | 226368,00 |
| Jan-02 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1h}$       | 146282,43 | $V_{s1h}$     | 224640,00 |
| Jan-03 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1i}$       | 151990,30 | $V_{s1i}$     | 249004,80 |
| Feb-01 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1j}$       | 134285,45 | $V_{s1j}$     | 216000,00 |
| Feb-02 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1k}$       | 91407,04  | $V_{s1k}$     | 212544,00 |
| Feb-03 | $X_{1a}$   | 97,24  | $X_{1b}$ | 78,76    | 176,00       | $V_{b1l}$       | 27856,77  | $V_{s1l}$     | 195955,20 |
| Mar-01 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2a}$       | 162574,02 | $V_{s2a}$     | 210816,00 |
| Mar-02 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2b}$       | 209088,00 | $V_{s2b}$     | 209088,00 |
| Mar-03 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2c}$       | 200356,40 | $V_{s2c}$     | 229996,80 |
| Apr-01 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2d}$       | 175435,61 | $V_{s2d}$     | 202176,00 |
| Apr-02 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2e}$       | 166866,97 | $V_{s2e}$     | 202176,00 |
| Apr-03 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2f}$       | 167148,76 | $V_{s2f}$     | 200448,00 |
| Mei-01 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2g}$       | 123989,82 | $V_{s2g}$     | 177984,00 |
| Mei-02 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2h}$       | 115394,56 | $V_{s2h}$     | 171936,00 |
| Mei-03 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2i}$       | 121544,04 | $V_{s2i}$     | 191980,80 |
| Jun-01 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2j}$       | 90874,40  | $V_{s2j}$     | 171936,00 |
| Jun-02 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2k}$       | 85993,95  | $V_{s2k}$     | 171936,00 |
| Jun-03 | $X_{2a}$   | 116,34 | $X_{2b}$ | 59,66    | 176,00       | $V_{b2l}$       | 58158,26  | $V_{s2l}$     | 171936,00 |
| Jul-01 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3a}$       | 0,00      | $V_{s3a}$     | 184896,00 |
| Jul-02 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3b}$       | 0,00      | $V_{s3b}$     | 171936,00 |
| Jul-03 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3c}$       | 18456,40  | $V_{s3c}$     | 203765,76 |
| Agu-01 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3d}$       | 63888,47  | $V_{s3d}$     | 178329,60 |
| Agu-02 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3e}$       | 87434,92  | $V_{s3e}$     | 171417,60 |
| Agu-03 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3f}$       | 114309,18 | $V_{s3f}$     | 188559,36 |
| Sep-01 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3g}$       | 140734,29 | $V_{s3g}$     | 164505,60 |
| Sep-02 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3h}$       | 131146,94 | $V_{s3h}$     | 157593,60 |
| Sep-03 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3i}$       | 116233,28 | $V_{s3i}$     | 158976,00 |
| Okt-01 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3j}$       | 91983,61  | $V_{s3j}$     | 172800,00 |
| Okt-02 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3k}$       | 78613,85  | $V_{s3k}$     | 172800,00 |
| Okt-03 | $X_{3a}$   | 0,00   | $X_{3b}$ | 176,00   | 176,00       | $V_{b3l}$       | 40008,21  | $V_{s3l}$     | 190080,00 |



**Tabel 9. Hasil Optimasi PTT Alternatif I**

| Bulan  | Luas Lahan      |        |                 |          | Kontrol Luas | Kebutuhan Debit  |           | Kontrol Debit    |           |
|--------|-----------------|--------|-----------------|----------|--------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
|        | Variabel        | Padi   | Variabel        | Palawija |              | Variabel         | Nilai     | Variabel         | Nilai     |
| Nov-01 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1a</sub> | 186644,29 | Vs <sub>1a</sub> | 209088,00 |
| Nov-02 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1b</sub> | 188639,01 | Vs <sub>1b</sub> | 207360,00 |
| Nov-03 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1c</sub> | 198720,00 | Vs <sub>1c</sub> | 198720,00 |
| Des-01 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1d</sub> | 170926,45 | Vs <sub>1d</sub> | 210816,00 |
| Des-02 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1e</sub> | 169599,28 | Vs <sub>1e</sub> | 209088,00 |
| Des-03 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1f</sub> | 188702,25 | Vs <sub>1f</sub> | 233798,40 |
| Jan-01 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1g</sub> | 155314,67 | Vs <sub>1g</sub> | 226368,00 |
| Jan-02 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1h</sub> | 146282,43 | Vs <sub>1h</sub> | 224640,00 |
| Jan-03 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1i</sub> | 151990,30 | Vs <sub>1i</sub> | 249004,80 |
| Feb-01 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1j</sub> | 134285,45 | Vs <sub>1j</sub> | 216000,00 |
| Feb-02 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1k</sub> | 91407,04  | Vs <sub>1k</sub> | 212544,00 |
| Feb-03 | X <sub>1a</sub> | 97,24  | X <sub>1b</sub> | 78,76    | 176,00       | Vb <sub>1l</sub> | 27856,77  | Vs <sub>1l</sub> | 195955,20 |
| Mar-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2a</sub> | 162574,02 | Vs <sub>2a</sub> | 210816,00 |
| Mar-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2b</sub> | 209088,00 | Vs <sub>2b</sub> | 209088,00 |
| Mar-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2c</sub> | 200356,40 | Vs <sub>2c</sub> | 229996,80 |
| Apr-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2d</sub> | 175435,61 | Vs <sub>2d</sub> | 202176,00 |
| Apr-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2e</sub> | 166866,97 | Vs <sub>2e</sub> | 202176,00 |
| Apr-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2f</sub> | 167148,76 | Vs <sub>2f</sub> | 200448,00 |
| Mei-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2g</sub> | 123989,82 | Vs <sub>2g</sub> | 177984,00 |
| Mei-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2h</sub> | 115394,56 | Vs <sub>2h</sub> | 171936,00 |
| Mei-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2i</sub> | 121544,04 | Vs <sub>2i</sub> | 191980,80 |
| Jun-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2j</sub> | 90874,40  | Vs <sub>2j</sub> | 171936,00 |
| Jun-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2k</sub> | 85993,95  | Vs <sub>2k</sub> | 171936,00 |
| Jun-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2l</sub> | 58158,26  | Vs <sub>2l</sub> | 171936,00 |
| Jul-01 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3a</sub> | 39378,72  | Vs <sub>3a</sub> | 184896,00 |
| Jul-02 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3b</sub> | 162263,36 | Vs <sub>3b</sub> | 171936,00 |
| Jul-03 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3c</sub> | 182512,75 | Vs <sub>3c</sub> | 203765,76 |
| Agu-01 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3d</sub> | 178329,60 | Vs <sub>3d</sub> | 178329,60 |
| Agu-02 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3e</sub> | 112325,00 | Vs <sub>3e</sub> | 171417,60 |
| Agu-03 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3f</sub> | 168172,03 | Vs <sub>3f</sub> | 188559,36 |
| Sep-01 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3g</sub> | 161829,48 | Vs <sub>3g</sub> | 164505,60 |
| Sep-02 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3h</sub> | 157593,60 | Vs <sub>3h</sub> | 157593,60 |
| Sep-03 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3i</sub> | 151841,19 | Vs <sub>3i</sub> | 158976,00 |
| Okt-01 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3j</sub> | 146029,69 | Vs <sub>3j</sub> | 172800,00 |
| Okt-02 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3k</sub> | 139005,50 | Vs <sub>3k</sub> | 172800,00 |
| Okt-03 | X <sub>3a</sub> | 99,53  | X <sub>3b</sub> | 50,11    | 149,65       | Vb <sub>3l</sub> | 102513,79 | Vs <sub>3l</sub> | 190080,00 |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

**Tabel 10. Hasil Optimasi PTT Alternatif II**

| Bulan  | Luas Lahan      |        |                 |          | Kontrol Luas | Kebutuhan Debit  |           | Kontrol Debit    |           |
|--------|-----------------|--------|-----------------|----------|--------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
|        | Variabel        | Padi   | Variabel        | Palawija |              | Variabel         | Nilai     | Variabel         | Nilai     |
| Nov-01 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1a</sub> | 207360,00 | Vs <sub>1a</sub> | 209088,00 |
| Nov-02 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1b</sub> | 207360,00 | Vs <sub>1b</sub> | 207360,00 |
| Nov-03 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1c</sub> | 194230,82 | Vs <sub>1c</sub> | 198720,00 |
| Des-01 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1d</sub> | 157520,92 | Vs <sub>1d</sub> | 210816,00 |
| Des-02 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1e</sub> | 144249,71 | Vs <sub>1e</sub> | 209088,00 |
| Des-03 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1f</sub> | 151972,10 | Vs <sub>1f</sub> | 233798,40 |
| Jan-01 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1g</sub> | 116253,60 | Vs <sub>1g</sub> | 226368,00 |
| Jan-02 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1h</sub> | 110238,32 | Vs <sub>1h</sub> | 224640,00 |
| Jan-03 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1i</sub> | 118229,45 | Vs <sub>1i</sub> | 249004,80 |
| Feb-01 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1j</sub> | 111627,96 | Vs <sub>1j</sub> | 216000,00 |
| Feb-02 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1k</sub> | 80281,68  | Vs <sub>1k</sub> | 212544,00 |
| Feb-03 | X <sub>1a</sub> | 108,03 | X <sub>1b</sub> | 0,00     | 108,03       | Vb <sub>1l</sub> | 30948,61  | Vs <sub>1l</sub> | 195955,20 |
| Mar-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2a</sub> | 162574,02 | Vs <sub>2a</sub> | 210816,00 |
| Mar-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2b</sub> | 209088,00 | Vs <sub>2b</sub> | 209088,00 |
| Mar-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2c</sub> | 200356,40 | Vs <sub>2c</sub> | 229996,80 |
| Apr-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2d</sub> | 175435,61 | Vs <sub>2d</sub> | 202176,00 |
| Apr-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2e</sub> | 166866,97 | Vs <sub>2e</sub> | 202176,00 |
| Apr-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2f</sub> | 167148,76 | Vs <sub>2f</sub> | 200448,00 |
| Mei-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2g</sub> | 123989,82 | Vs <sub>2g</sub> | 177984,00 |
| Mei-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2h</sub> | 115394,56 | Vs <sub>2h</sub> | 171936,00 |
| Mei-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2i</sub> | 121544,04 | Vs <sub>2i</sub> | 191980,80 |
| Jun-01 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2j</sub> | 90874,40  | Vs <sub>2j</sub> | 171936,00 |
| Jun-02 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2k</sub> | 85993,95  | Vs <sub>2k</sub> | 171936,00 |
| Jun-03 | X <sub>2a</sub> | 116,34 | X <sub>2b</sub> | 59,66    | 176,00       | Vb <sub>2l</sub> | 58158,26  | Vs <sub>2l</sub> | 171936,00 |
| Jul-01 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3a</sub> | 0,00      | Vs <sub>3a</sub> | 184896,00 |
| Jul-02 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3b</sub> | 0,00      | Vs <sub>3b</sub> | 171936,00 |
| Jul-03 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3c</sub> | 18456,40  | Vs <sub>3c</sub> | 203765,76 |
| Agu-01 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3d</sub> | 63888,47  | Vs <sub>3d</sub> | 178329,60 |
| Agu-02 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3e</sub> | 87434,92  | Vs <sub>3e</sub> | 171417,60 |
| Agu-03 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3f</sub> | 114309,18 | Vs <sub>3f</sub> | 188559,36 |
| Sep-01 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3g</sub> | 140734,29 | Vs <sub>3g</sub> | 164505,60 |
| Sep-02 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3h</sub> | 131146,94 | Vs <sub>3h</sub> | 157593,60 |
| Sep-03 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3i</sub> | 116233,28 | Vs <sub>3i</sub> | 158976,00 |
| Okt-01 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3j</sub> | 91983,61  | Vs <sub>3j</sub> | 172800,00 |
| Okt-02 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3k</sub> | 78613,85  | Vs <sub>3k</sub> | 172800,00 |
| Okt-03 | X <sub>3a</sub> | 0,00   | X <sub>3b</sub> | 176,00   | 176,00       | Vb <sub>3l</sub> | 40008,21  | Vs <sub>3l</sub> | 190080,00 |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

**Tabel 11.** Hasil Optimasi PTT Alternatif III

| Bulan  | Luas Lahan      |        |                 |          | Kontrol Luas | Kebutuhan Debit  |           | Kontrol Debit    |           |
|--------|-----------------|--------|-----------------|----------|--------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
|        | Variabel        | Padi   | Variabel        | Palawija |              | Variabel         | Nilai     | Variabel         | Nilai     |
| Jan-01 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1a</sub> | 202492,82 | Vs <sub>1a</sub> | 226368,00 |
| Jan-02 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1b</sub> | 202492,82 | Vs <sub>1b</sub> | 224640,00 |
| Jan-03 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1c</sub> | 220039,54 | Vs <sub>1c</sub> | 249004,80 |
| Feb-01 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1d</sub> | 216000,00 | Vs <sub>1d</sub> | 216000,00 |
| Feb-02 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1e</sub> | 207655,16 | Vs <sub>1e</sub> | 212544,00 |
| Feb-03 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1f</sub> | 186649,05 | Vs <sub>1f</sub> | 195955,20 |
| Mar-01 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1g</sub> | 209617,27 | Vs <sub>1g</sub> | 210816,00 |
| Mar-02 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1h</sub> | 199793,63 | Vs <sub>1h</sub> | 209088,00 |
| Mar-03 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1i</sub> | 210431,71 | Vs <sub>1i</sub> | 229996,80 |
| Apr-01 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1j</sub> | 159368,32 | Vs <sub>1j</sub> | 202176,00 |
| Apr-02 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1k</sub> | 118703,23 | Vs <sub>1k</sub> | 202176,00 |
| Apr-03 | X <sub>1a</sub> | 112,67 | X <sub>1b</sub> | 63,33    | 176,00       | Vb <sub>1l</sub> | 52953,96  | Vs <sub>1l</sub> | 200448,00 |
| Mei-01 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2a</sub> | 137997,45 | Vs <sub>2a</sub> | 177984,00 |
| Mei-02 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2b</sub> | 171936,00 | Vs <sub>2b</sub> | 171936,00 |
| Mei-03 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2c</sub> | 181735,96 | Vs <sub>2c</sub> | 191980,80 |
| Jun-01 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2d</sub> | 155478,27 | Vs <sub>2d</sub> | 171936,00 |
| Jun-02 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2e</sub> | 148625,23 | Vs <sub>2e</sub> | 171936,00 |
| Jun-03 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2f</sub> | 150097,32 | Vs <sub>2f</sub> | 171936,00 |
| Jul-01 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2g</sub> | 153339,03 | Vs <sub>2g</sub> | 184896,00 |
| Jul-02 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2h</sub> | 145318,45 | Vs <sub>2h</sub> | 171936,00 |
| Jul-03 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2i</sub> | 153585,02 | Vs <sub>2i</sub> | 203765,76 |
| Agu-01 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2j</sub> | 156436,79 | Vs <sub>2j</sub> | 178329,60 |
| Agu-02 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2k</sub> | 148750,06 | Vs <sub>2k</sub> | 171417,60 |
| Agu-03 | X <sub>2a</sub> | 93,57  | X <sub>2b</sub> | 82,43    | 176,00       | Vb <sub>2l</sub> | 124880,85 | Vs <sub>2l</sub> | 188559,36 |
| Sep-01 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3a</sub> | 30576,93  | Vs <sub>3a</sub> | 164505,60 |
| Sep-02 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3b</sub> | 115813,87 | Vs <sub>3b</sub> | 157593,60 |
| Sep-03 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3c</sub> | 158976,00 | Vs <sub>3c</sub> | 158976,00 |
| Okt-01 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3d</sub> | 168866,53 | Vs <sub>3d</sub> | 172800,00 |
| Okt-02 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3e</sub> | 138746,31 | Vs <sub>3e</sub> | 172800,00 |
| Okt-03 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3f</sub> | 190080,00 | Vs <sub>3f</sub> | 190080,00 |
| Nov-01 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3g</sub> | 158975,82 | Vs <sub>3g</sub> | 209088,00 |
| Nov-02 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3h</sub> | 153493,93 | Vs <sub>3h</sub> | 207360,00 |
| Nov-03 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3i</sub> | 145474,91 | Vs <sub>3i</sub> | 198720,00 |
| Des-01 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3j</sub> | 118099,99 | Vs <sub>3j</sub> | 210816,00 |
| Des-02 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3k</sub> | 111157,21 | Vs <sub>3k</sub> | 209088,00 |
| Des-03 | X <sub>3a</sub> | 60,47  | X <sub>3b</sub> | 83,84    | 144,31       | Vb <sub>3l</sub> | 84977,01  | Vs <sub>3l</sub> | 233798,40 |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

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

**Tabel 12.** Rekapitulasi Keuntungan Maksimum

| N o | Pola Tanam         | Musim Tanam I     | Musim Tanam II    | Musim Tanam III   | Total Keuntungan  |
|-----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1   | PTT Eksisting      | Rp. 2.609.546.990 | Rp. 2.793.517.812 | Rp. 1.672.880.000 | Rp. 7.075.944.803 |
| 2   | PTT Alternatif I   | Rp. 2.609.546.990 | Rp. 2.793.517.812 | Rp. 2.381.150.197 | Rp. 7.784.215.000 |
| 3   | PTT Alternatif II  | Rp. 2.067.481.731 | Rp. 2.793.517.812 | Rp. 1.672.880.000 | Rp. 6.533.879.543 |
| 4   | PTT Alternatif III | Rp. 2.758.169.964 | Rp. 2.574.228.354 | Rp. 1.954.771.099 | Rp. 7.286.569.418 |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025

#### 4.13 Tinggi Bukaam Pintu

Agar debit air yang dialirkan dapat memenuhi kebutuhan tanaman secara tepat, maka diperlukan pengaturan tinggi bukaan pintu pada sistem irigasi yang disesuaikan dengan pola tanam yang diterapkan. Rincian hasil perhitungannya ditampilkan pada tabel 13.

**Tabel 13.** Tinggi Bukaam Pintu

| Saluran       | Tinggi Bukaam Pintu (m) |       |        |
|---------------|-------------------------|-------|--------|
|               | MT I                    | MT II | MT III |
| Ramba 1 Kanan | 0,23                    | 0,2   | 0,11   |
| Ramba 1 Kiri  | 0,66                    | 0,56  | 0,29   |
| Ramba 2 Kanan | 0,46                    | 0,39  | 0,2    |
| Ramba 3 Kanan | 0,65                    | 0,54  | 0,26   |
| Ramba 4 Kanan | 0,99                    | 0,82  | 0,38   |
| Ramba 5 Kanan | 0,79                    | 0,65  | 0,41   |

Sumber : Hasil Perhitungan,2025



**Gambar 7.** Pintu Air Saluran Ramba  
Sumber: Dokumentasi Pribadi,2025



**Gambar 8.** Kondisi Saluran Ramba  
Sumber: Dokumentasi Pribadi,2025

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

- Berdasarkan hasil optimasi, luas tanam optimum pada PTT Existing, Alternatif I, Alternatif II, dan Alternatif III sebagai berikut
  - PTT Existing = MT I : 176 ha (100%), MT II : 176 ha (100%), MT III : 176 ha (100%). Total optimasi 300%
  - PTT Alternatif I = MT I : 176 ha (100%), MT II : 176 ha (100%), MT III : 149,65 ha (85%). Total optimasi 285%
  - PTT Alternatif II = MT I : 108,03 ha (61,38%), MT II : 176 ha (100%), MT III : 176 ha (100%). Total optimasi 261,38%
  - PTT Alternatif III = MT I : 176 ha (100%), MT II : 176 ha (100%), MT III : 144,31 ha (81,99%). Total optimasi 281,99%
- Keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi program linier adalah
  - PTT Existing = Rp 7.075.944.803
  - PTT Alternatif I = Rp 7.784.215.000
  - PTT Alternatif II = Rp 6.533.879.543
  - PTT Alternatif III = Rp 7.286.569.418
- Besar tinggi bukaan pintu sesuai pola tanam adalah
  - Musim Tanam I = Ramba 1 kanan : 0,23 m, Ramba 1 kiri : 0,66 m, Ramba 2

- Kanan : 0,46 m, Ramba 3 kanan : 0,65 m, Ramba 4 kanan 0,99 m, Ramba 5 kanan : 0,79 m
- Musim Tanam II = Ramba 1 kanan : 0,20 m, Ramba 1 kiri : 0,56 m, Ramba 2 Kanan : 0,39 m, Ramba 3 kanan : 0,54 m, Ramba 4 kanan 0,82 m, Ramba 5 kanan : 0,65 m
  - Musim Tanam III = Ramba 1 kanan : 0,11 m, Ramba 1 kiri : 0,29 m, Ramba 2 Kanan : 0,20 m, Ramba 3 kanan : 0,26 m, Ramba 4 kanan 0,38 m, Ramba 5 kanan : 0,41 m
- [4] Noerhayati, Eko, and Bambang Suprpto. 2018. "PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI SALURAN TERBUKA." *Intelegensia Media Malang*.
- [5] Prayogi, Andi, and Eko Noerhayati. 2019. "Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Pitab Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan."

## 5.2 Saran

1. Penyuluhan diharapkan sampai pada kepada petani mengenai pola tanam sesuai dengan ketersediaan debit dan pemanfaatan optimasi bisa dijalankan oleh para petani guna mendapat hasil keuntungan yang maksimal.
2. Perlunya aturan dalam tinggi bukaan pintu mengikuti dengan pola tanam agar debit air yang masuk sesuai dengan kebutuhai air tanaman.
3. Perlu evaluasi dalam setiap praktik metode linier ini, karena dari setiap metode memiliki celah kelebihan dan kekurangannya masing – masing tetapi memiliki tujuan yang sama agar lebih baik dari waktu ke waktu.
4. Perlu diperhatikan kerugian yang disebabkan oleh hama dan faktor alam saat penerapannya di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noerhayati, Eko, Abd Rifai, and Bambang Suprpto. 2023. "PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM MALANG 2023."
- [2] Firdaus, Muhammad Syahridha, and Eko Noerhayati. "STUDI OPTIMASI DISTRIBUSI AIR DAERAH IRIGASI SONOSARI KABUPATEN MALANG DENGAN PROGRAM LINIER."
- [3] Kurniawan, Ari, Eko Noerhayati, Bambang Suprpto, Jl MT Haryono No, and Jawa Timur. "ANALISA SEDIMENTASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) LESTI DALAM MEMPERKIRAKAN UMUR WADUK SENGGURUH."