

## ANALISA OPTIMASI POLA TANAM DAERAH IRIGASI AIR MUSI KEJALO KABUPATEN REJANG LEBONG MENGGUNAKAN PROGRAM LINEAR

Tiara Salsabilla<sup>1</sup>, Budi Santosa<sup>2</sup>

Universitas Gunadarma

Email: [salsabillatiara0@gmail.com](mailto:salsabillatiara0@gmail.com)<sup>1</sup>, [bsantosa@staff.gunadarma.ac.id](mailto:bsantosa@staff.gunadarma.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Petani bergantung pada sistem irigasi untuk mendistribusikan air ke area pertanian. Jumlah air yang dibutuhkan untuk irigasi bergantung pada metode pengolahan tanah. Tanpa irigasi, aliran air tidak optimal dan tidak mencapai semua area pertanian. Wilayah irigasi Musi Kejalo terletak di Desa Cawang Lama, Kecamatan Selupu Rejang, Kabupaten Rejang Lebong. Masalah distribusi air irigasi ke sawah sering terjadi, seperti kerusakan saluran irigasi dan berkurangnya kapasitas aliran air selama musim kemarau, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman di wilayah irigasi. Tanaman utama adalah padi dan kacang-kacangan. Studi ini mempunyai tujuannya guna penentuan kebutuhan air irigasi dan pola tanam untuk memaksimalkan manfaat. Optimasi dilakukan menggunakan metode pemrograman linier dengan bantuan program Lingo. Temuan optimasi menunjukkan kebutuhan air irigasi total sebesar 70,46 mm/hari dan laju aliran yang andal dengan probabilitas 80% (Q80), mencapai puncak 10,20 m<sup>3</sup>/detik pada bulan November. Temuan memperlihatkan Skenario III paling menguntungkan, dengan penanaman awal pada Desember mencakup 1.020 hektar padi dan 279,5 hektar tanaman komoditas, menghasilkan keuntungan tahunan maksimum sebesar Rp. 57.218.560.000 per tahun.

**Kata Kunci:** Irigasi, Pola Tanam, Pemrograman Linier, Program LINGO.

### ABSTRACT

*Water distribution to agricultural regions is handled via irrigation systems. Depending on the soil cultivation technique, different amounts of water are required for irrigation. Without irrigation, water flow is not optimal and does not reach all agricultural areas. The Musi Kejalo irrigation area is located in Cawang Lama Village, Selupu Rejang Subdistrict, Rejang Lebong District. Problems with the distribution of irrigation water to rice fields often occur, such as damage to irrigation channels and reduced water flow capacity during the dry season, thereby hindering crop growth in the irrigation area. Rice and legumes are the principal crops. The purpose of this research is to identify cropping patterns and irrigation water needs in order to optimise advantages. Optimization was conducted using linear programming with the assistance of the Lingo program. The optimization findings indicate a total irrigation water requirement of 70.46 mm/day and a reliable flow rate with an 80% probability (Q80), peaking at 10.20 m<sup>3</sup>/second in November. The findings indicate that Scenario III is the most beneficial, with initial planting in December covering 1,020 hectares of rice and 279.5 hectares of commodity crops, yielding a maximum annual profit of Rp. 57,218,560,000 per year.*

**Keywords:** Irrigation, Cropping Patterns, Linear Programming, LINGO Program.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris sangat bergantung pada ketersediaan air untuk mendukung sektor pertaniannya, terutama melalui jaringan irigasi. Air irigasi mengalir dari sungai, bendungan, atau mata air ke sawah-sawah (Florianus Walbat dkk., 2022). Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 1982 (PP No. 23/1982) dan PP No. 77/2001 mendefinisikan irigasi sebagai penyediaan dan pengaturan air untuk mendukung pertanian. Sementara itu, Dr. Hari Wibowo (2019) mendefinisikan irigasi sebagai proses penambahan air secara buatan ke tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Petani harus menggunakan irigasi untuk menyediakan air ke daerah pertanian. Aliran air tidak ideal tanpa irigasi, dan tidak semua daerah pertanian mendapatkannya. Memastikan sawah memiliki akses ke air irigasi sesuai kebutuhan adalah salah satu strategi untuk meningkatkan produksi pangan, terutama produksi padi. Untuk menjaga irigasi yang berkelanjutan di daerah pertanian, mengontrol kelembaban tanah, dan memudahkan pemupukan tanah, petani harus menggunakan irigasi. Jumlahnya air yang diperlukan guna irigasi ditentukan oleh teknik pengelolaan lahan. Setelah jumlahnya air yang diperlukan guna irigasi ditetapkan, bisa diprediksi apakah pasokan air akan memenuhi kebutuhannya. Seiring pertumbuhan populasi, permintaan air irigasi untuk produksi pangan akan terus meningkat. Namun, pertumbuhan produktivitas pertanian menghadapi hambatan akibat penurunan kualitas sawah padi akibat penurunan kualitas irigasi. Pasokan air irigasi harus mencakup area irigasi dan memenuhi kebutuhan tanaman untuk mencegah kekurangan air selama musim kering yang berkepanjangan (Perdinan dkk., 2014).

Daerah irigasi Musi Kejalo terletak di Desa Cawang Lama, Kecamatan Selupu Rejang, Kabupaten Rejang Lebong. Luasnya mencapai 1.188 hektar. Perubahan iklim yang semakin parah telah mempengaruhi pola curah hujan, menyebabkan kekeringan berkepanjangan dan hujan lebat. Perubahan ini bisa mengakibatkan berkurangnya persediaan air serta menghambat pertumbuhannya tanaman di kawasan irigasi. Bila ini terjadinya, dapat mengakibatkan menurun produksinya pertanian. Ketersediaan pangan di kawasan irigasi menurun akibat konversi lahan untuk tujuan non-pertanian, seperti kawasan permukiman, perdagangan, dan sekolah (Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Bengkulu, 2022).

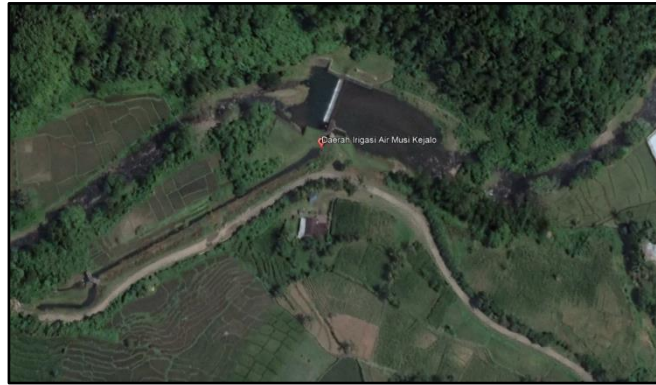
Permasalahan distribusi air irigasi ke lahan pertanian sering terjadi, seperti kerusakan parah pada saluran irigasi dan berkurangnya kapasitas aliran air akibat kekeringan. Kekeringan di saluran irigasi menyebabkan kerugian bagi petani yang lahan pertaniannya bergantung pada air dari saluran tersebut dan mengancam penghentian aktivitas pertanian untuk sementara waktu. Pola tanam bertujuan untuk memanfaatkan air irigasi secara efisien dan meningkatkan produktivitas lahan (Patirajawane, 2016). Untuk mengelola jaringan irigasi secara efektif dan memastikan pertanian mencapai manfaat optimal, diperlukan optimalisasi pola tanam di daerah-daerah di mana air mengalir dari bendungan melalui saluran irigasi, dengan mempertimbangkan ketersediaan pasokan air (Hambali Roby, 2016).

Tujuan studi ini yakni guna penentuan ketersediaan serta kebutuhan air irigasi, dan pola tanam optimal di kawasan irigasi Air Musi Kejalo.

## 2. METODOLOGI

### Data dan Lokasi

Datanya dipakai yakni data primer serta sekunder. Datanya didapat dari lembaga, institusi, serta pihak-pihak yang terkait dengan studi. Studi ini dilaksanakan di Desa Cawang Lama, Kecamatan Selupu, Kabupaten Rejang Lebong, Provinsi Bengkulu. Menurut Badan Pengelola Daerah Aliran Sungai Sumatra VII, luas area irigasi mencapai 1.188 hektar.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## Metode Pengolahan

Studi pengolahan data dilaksanakan memakai analisa ketersediaannya air dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi berdasarkan debit air yang dapat diandalkan. Kebutuhan tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis pola penanaman di area irigasi. Selanjutnya, optimasi pemrograman linier dilakukan dalam analisis solusi dasar untuk menentukan kombinasi optimal antara sumber daya dan batasan yang dapat memaksimalkan manfaat. Optimasi linier dilakukan menggunakan program Lingo dengan memasukkan data mengenai skema jaringan irigasi. Hasil optimasi menghasilkan luas area penanaman optimal dan keuntungan maksimum untuk setiap musim tanam.

### a. Analisis ketersediaan air dan kebutuhan air

Aliran air dari Bendungan Musi Kejalo selama 10 tahun terakhir, dari 2014 hingga 2023, menentukan jumlah air irigasi yang tersedia. Seluruh jumlah air yang dibutuhkannya guna pemenuhan kebutuhan tanaman, penguapan, serta kehilangan air sambil memperhitungkan curah hujan dan sumber air lainnya dikenal sebagai kebutuhan air irigasi. Persamaan 1 memperlihatkan persamaannya bagi kebutuhan air irigasi.

$$NFR = \frac{Etc + IR + WLR + P - Re}{IE} \times A \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- NFR = Keperluan air irigasi (l/dt)
- Etc = Keperluan air konsumtif (mm/hari)
- IR = Keperluan air irigasi ditingkatan persawahan (mm/hari)
- WLR = Keperluan air guna pergantian lapisan air (mm/hari)
- P = Perlokasi (mm/hari)
- Re = Hujan efektif (mm/hari)
- IE = Efisiensi irigasi (mm/hari)
- A = Luas areal irigasi (m<sup>2</sup>)

Jumlahnya air maksimum yang diperlukan guna irigasi biasanya ditetapkan oleh jumlahnya air yang diperlukan guna persiapan tanah. Perhitungan kebutuhannya air irigasi selama persiapan lahan dilaksanakan memakai teknik yang dikembangkannya pada tahun 1988 oleh Van de Goor dan Zijlstra di Direktorat Jenderal SDA. Perhitungan berikut landasannya pada laju aliran air yang stabil dalam liter per hari selama fase persiapan lahan (lihat persamaan 2, 3, dan 4).

$$IR = M \left( \frac{e^k}{e^k - 1} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$M = Eo + P \dots\dots\dots (3)$$

$$k = \frac{M \times T}{S} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- IR = Keperluan air irigasi persawahan (mm/hari)
- M = Keperluan air guna pergantian kehilangannya air evaporasi serta perlokasi disawah jenuh
- Eo = Evaporasi daerah terbuka yang diambilnya 1,1 Eto selama Penyiapan lahan (mm/hari)
- P = Perkolasi
- T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)
- S = Keperluan air dalam penjenjutan ditambah dengan lapisannya air 50 mm (mm)
- e = Bilangannya dasar (2,718281828)
- T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

Keperluan air dihitung dalam persiapan lahan dengan memakai  $T = 30$  hari,  $S = 250$  mm untuk persiapan sawah pertama, dan  $S = 300$  mm guna persiapan sawah kedua. Lima puluh milimeter air diperlukan untuk bibit dan banjir setelah penanaman. Jumlahnya air yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan menghasilkan dikenal sebagai keperluan air konsumtif tanaman. Koefisiennya tanaman padi serta jagung diperlihatkan dalam Table 1. Keperluan air tanaman bisa dilaksanakan perhitungannya memakai persamaan 5 yakni:

$$E_t = E_{to} \times k_c \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

$E_t$  = Keperluan air konsumtif (mm/hari),

$E_{to}$  = Evapotranspirasi potensial (mm/hari),

$k_c$  = Koefisiennya tanaman

Tabel 1. Kofisien tanaman padi dan jagung

Umur (Bulan)	Padi ( <i>Nedeco/Prosida</i> )		Padi ( <i>FAO</i> )		Jagung (90)
	lokal	unggul	lokal	unggul	
0,5	1,2	1,2	1,1	1,1	0,5
1	1,2	1,27	1,2	1,1	0,59
1,5	1,32	1,3	1,3	1,1	1,0
2,0	1,4	1,3	1,4	1,1	1,1
2,5	1,35	1,2	1,1	1,0	1,0
3,0	1,2	0,0	1,1	0,0	1,0
3,5	1,1		1,0		
4,0	0,0		0,0		

Sumber: *Dirjen Pengairan, 1985*

Kebutuhan air dilaksanakan dua kali pada kedalaman 50 mm untuk mengganti lapisan air. Satu bulan setelah penanaman bibit ke lapangan, penggantian pertama dilakukan, dan dua bulan setelah penanaman, penggantian kedua dilakukan. Dua bulan setelah penanaman, pengisian ulang lapisan air dilaksanakan dua kali sebulan pada kedalaman 50 mm per bulan, atau 3,3 mm per hari. Pada tanah liat, laju perkolasi setelah banjir biasanya 1-3 mm per hari. Perkolasi kehilangan 5 mm per hari di daerah dengan kemiringan lebih dari 5%. Perkolasi dan rembesan di sawah dapat melebihi 2 mm per hari, menurut Direktorat Jenderal Irigasi (1986).

Tabel 2. Perkolasi pada beberapa tipe tanah

Tipe Tanah	Perkolasi (mm/hari)
Lempung berat	4
Lempung berpasir	8
Tanah rata-rata	1-3

Sumber: *Dirjen Pengairan, 1986*

Jumlah curah hujan yang mencapai tanah dan memenuhi kebutuhannya air tanaman disebut "curah hujan efektif." Datanya curah hujan dari setiap stasiun hujan dipakai dalam perhitungan curah hujan guna mendapatkan data curah hujan yang akurat sebesar 80%. Persamaan yang dipakai diperlihatkan dalam persamaan 6 dan 7 di bawah ini.

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} \times R_{80} \dots\dots\dots (6)$$

$$R_{80} = \left(\frac{n}{5}\right) + 1 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

$R_e$  = Curah Hujan Efektif (mm/hari)

$R_{80}$  = Curah Hujan andalan 80% (mm/hari)

$n$  = jumlahnya tahun

Analisis Hujan Efektif Menggunakan Metode Weibull. Analisis ini bertujuan untuk memprediksi besarnya peristiwa hidrologis yang terjadi sekali setiap  $N$  tahun, atau probabilitas terjadinya peristiwa hidrologis tersebut. Persamaan yang menganalisis

probabilitas hujan efektif dan periode kembalinya disajikan dalam persamaan 8 dan persamaan 9 di bawah ini.

$$Tr = \frac{n + 1}{m} \quad (8)$$

Dimana:

m = nomor urut data dari besar ke kecil  
n = jumlahnya data  
Tr = Periode ulang

$$P = \frac{m}{(n + 1)} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

P = Probabilitasnya nilai selama periode pengamatan (%)  
m = nomor urut data dari besar ke kecil  
n = jumlahnya data

Pendapat Sudjarwadi (1987), Penggunaan air dari sungai atau sumber air untuk pertanian dan mengalirkannya melalui bendungan ke daerah irigasi dikenal sebagai efisiensi irigasi. Permintaan air dari bendungan untuk pertanian diperkirakan akan meningkat sebagai akibat dari perkembangan penting ini.

Tabel 3. Efisiensi irigasi Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi

Tipe Saluran	Efisiensi(%)
Saluran Tersier	80
Saluran Sekunder	90
Saluran Primer	90
Keseluruhan	65

#### b. Evapotranspirasi

Penggabungan antara evaporasi dan transpirasi menghasilkan evapotranspirasi. Perubahannya air jadi uap serta pergerakannya dari permukaannya, seperti tanah atau air, ke atmosfer disebut evaporasi. Evaporasi yang terjadi pada tumbuhan disebut transpirasi. Faktor-faktor cuaca seperti suhu, angin, kelembapan, dan sinar matahari semua mempengaruhi evapotranspirasi tumbuhan. Ada dua jenis evapotranspirasi, yakni evapotranspirasi aktual serta evapotranspirasi potensial.

Evapotranspirasi aktual terjadi di daerah di mana pasokan air yang tersedia tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhannya pertumbuhan. Nilainya ditentukan menggunakan rumus yang dimodifikasi berdasarkan metode Penman.

$$Et^* = w(0,75 \times R_s - R_{nl}) + (1 - w) \times f(u) \times (ea - ed) \quad (10)$$

Keterangan:

Et\* = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)  
w = Faktor penimbangannya suhu serta elevasi daerah  
R<sub>nl</sub> = Radiasinya bersih gelombang panjang (mm/hari)  
R<sub>s</sub> = Jumlahnya radiasi gelombang singkat (mm/hari)  
f(u) = Fungsinya kecepatan angin  
ea = Perbedaannya tekanan uap jenuh  
ed = Tekanannya uap nyata (mbar)

Potensi evapotranspirasi terjadi ketika terdapat kelebihan air. Jumlah air yang terdapat di suatu kawasan ialah faktor yang memengaruhi potensi evapotranspirasi.

$$Eto = Et \times c \quad (11)$$

Keterangan:

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)  
c = Faktornya pergantian keadaan cuaca akibat siang serta malam  
Et = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

#### c. Pola Tanam

Penerapan pola tanam bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya lahan dan menghindari risiko kegagalan panen dalam sistem pertanian melalui penanaman lebih satu jenisnya tanaman dalam periode waktu tertentu. Dengan menanam berbagai jenis tanaman di sebidang lahan, petani dapat mengurangi risiko tersebut.

1) Analisis Rencana Alternatif Tanaman

Rencana alternatif tanaman menentukan pola rotasi tanaman yang sesuai dengan kondisi irigasi. Analisis ini dilakukan dengan memperoleh hasil optimasi rotasi tanaman yang menunjukkan nilai keuntungan pertanian tertinggi.

2) Penyusunan Program Linear Alternatif

Penyusunan program linear adalah metode dasar untuk penemuan penggabungan optimalisasi dari sumber dayanya tersedia dan batasan untuk memaksimalkan manfaat.

3) Optimasi Program Lingo

Lingo adalah program komputer yang dirancang untuk aplikasi program linear. Ini adalah alat yang dirancang untuk memudahkan dan meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan masalah optimasi matematis. Struktur bahasa yang digunakan untuk merumuskan masalah sederhana dan menggunakan persamaan linear.

4) Optimasi Jaringan Irigasi

Program linear adalah metode untuk menyelesaikan model optimasi di mana semua hubungan antara variabel bersifat linear (Nurnawaty, 2009). Dengan menjamin bahwa semua pilihan atau nilai variabel tetap non-negatif dalam batasan yang ditetapkan, pemrograman linier bertujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan nilai fungsi tujuan. Ada dua fungsi utama dalam pemrograman linier: fungsi batasan dan fungsi tujuan. Memecahkan masalah linier menggunakan fungsi tujuan dan batasan aljabar merupakan penerapan teknik ini yang sangat efektif.

a) Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan menggambarkan tujuan dari program linear yaitu untuk menentukan nilai optimal dari fungsi tersebut. Dalam hal ini, tujuan utamanya adalah memaksimalkan keuntungan. Model matematis yang menggambarkan masalah program linear yakni:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \tag{12}$$

Keterangan:

Z = Fungsi tujuannya (Profit maksimum hasil) (Rp)

C<sub>n</sub> = Profit/manfaatnya bersih irigasi sawah (Rp/Ha)

X<sub>n</sub> = Variable sarannya irigasi (luas areal irigasi) (Ha)

b) Fungsi Batasan

Fungsi batasan adalah analisis optimasi, di mana sumber daya yang dianalisis secara alami terbatas. Batasan-batasan ini digunakan sebagai fungsi batasan. Dengan demikian, fungsi batasan memasukkan batasan-batasan ini ke dalam proses optimasi. Persamaan-persamaan ini dapat dilihat pada Persamaan 13 dan 14 di bawah ini.

Ketersediaan Air

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \tag{13}$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3n}X_n \leq b_3$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; \dots ; X_n \geq 0$$

Luas Lahan

$$X_1 + \dots + X_n \leq X_t \tag{14}$$

Dimana:

X<sub>n</sub> = Variable sarannya irigasi (luas areal irigasi) (Ha)

a<sub>mn</sub> = Volume kebutuhannya air irigasi (m<sup>3</sup>/Ha)

b<sub>m</sub> = Volume ketersediaannya air (m<sup>3</sup>)

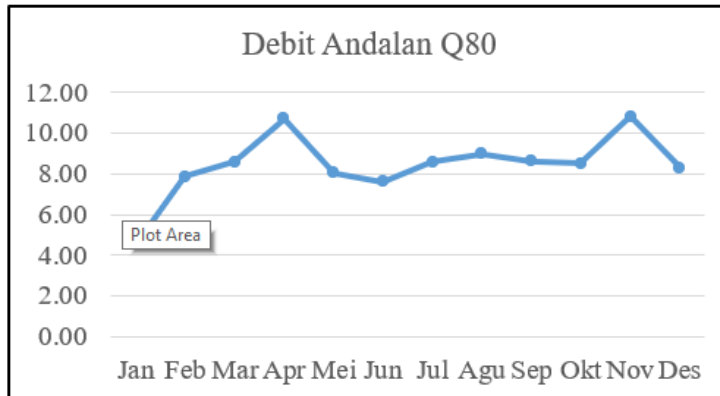
X<sub>t</sub> = Luas total lahan (Ha)

m = Jumlahnya batasan

n = Jumlahnya variable keputusan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis debit yang dapat diandalkan menggunakan data debit rata-ratanya per bulan tersedia di Irigasi Air Kejalo Musi. Pertama, data debit dievaluasi, kemudian data debit bulanan dihitung. Selanjutnya, data disortir dari yang terbesar ke yang terkecil. Datanya debit sudah disortir kemudian dipakai guna menentukan persentase debit yang bisa diandalkan. Kebutuhan irigasi biasanya ditetapkan sebesar 80% dari debit yang tersedia. Debit yang dapat diandalkan yang telah ditetapkan digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



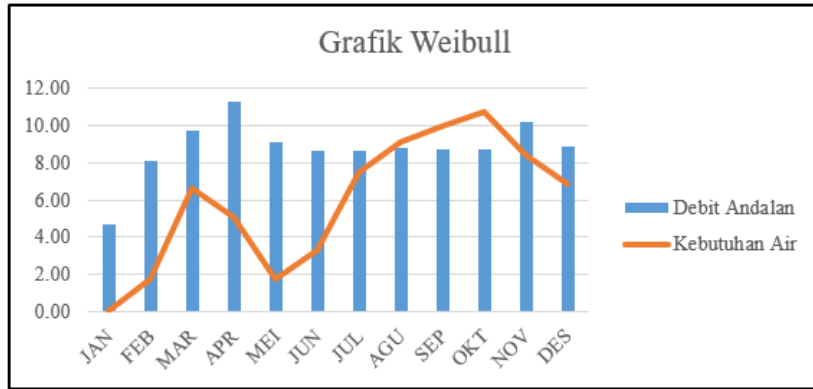
Gambar 1. Grafik Debit Andalan 80%

Debit minimum yang dapat diandalkan adalah 4,72 m³/dt pada bulan Januari, dan debit maksimum adalah 10,20 m³/dt pada bulan November. Rata-rata debit irigasi dari tahun 2014 hingga 2023 adalah 8,79 m³/dt.

Pendekatan yang dicetuskan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1986) digunakan untuk menentukan kebutuhannya air untuk persiapan lahan, yang dipengaruhi oleh evapotranspirasi potensial dan perkolasi. Perencanaan pola tanam mempertimbangkan laju aliran air yang dapat diandalkan yang telah dianalisis sebelumnya, perkiraan curah hujan yang efisien untuk tanaman, kebutuhannya air tanaman, dan prosedur persiapan lahan. Untuk memanfaatkan air secara lebih efisien, pola tanam dan jadwal penanaman harus disesuaikan secara tepat.

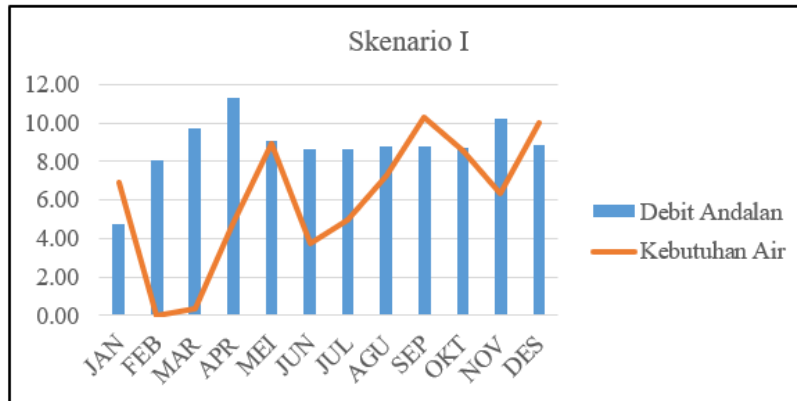
Table 4. Kebutuhan air irigasi daerah irigasi air musi kejalo

No	Uraian	Satuan	Agustus		September		Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli			
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	pola tanam		WJIA		LP		PAD1		LP		PAD2		PALA															
2	koefisien tanaman																											
K1			1.02	0.95	LP	LP	1.1	1.1	1.1	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.1	1.05	0.95	0		0.5	0.59	0.96	1.05		
K2			1.05	1.02	0.95	LP	LP	1.1	1.1	1.1	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	0.95	0.67	0		0.5	0.59	0.96		
K3			0.96	1.05	1.02	0.95	LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0.32	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	0.95	0.67	0.32	0		0.5	0.59
3	rata-rata		1.01	1.01	0.99	0.95	1.10	1.10	1.10	1.07	0.98	0.65	0.16	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.03	0.95	0.45	0.16	0.25	0.55	0.68	0.87		
4	evapotranspirasi Potensial (E <sub>p</sub> )	mm/hari	3.90	3.97	4.69	4.65	4.08	3.96	3.72	3.63	3.61	3.65	3.52	3.77	3.64	3.93	3.75	3.84	3.78	3.58	3.51	3.66	3.38	3.43	3.25	3.52		
5	kebutuhan air tanaman (E <sub>c</sub> )	mm/hari	3.94	4.00	4.63	4.42	4.48	4.35	4.09	3.87	3.55	2.31	0.56	0	0	4.53	4.12	4.22	3.90	3.40	1.57	0.59	0.84	1.87	2.22	3.05		
6	kebutuhan air persiapan lahan	mm/hari			20.55	20.73	20.17	19.06							18.95	19.90	21.26	19.96										
7	rasio persiapan lahan				0.75	0.75	0.25	0.25							0.25	0.25	0.25	0.25										
8	kebutuhan air untuk persiapan lahan dengan rasio	mm/hari			5.14	5.13	5.04	4.77						4.74	4.98	5.31	4.99											
9	perkolasi (p)	mm/hari	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	pengurangan lapisan penutup (W <sub>EL</sub> )																											
W <sub>EL1</sub>							3.33	0	3.33	0	0						3.33	0	3.33	0	0							
W <sub>EL2</sub>							0	3.33	0	3.33	0						0	3.33	0	3.33	0							
W <sub>EL3</sub>							0	0	3.33	0	3.33						0	0	3.33	0	3.33							
rata-rata							1.11	1.11	2.22	1.11	1.11						1.11	1.11	2.22	1.11	1.11							
11	rasio luas tanaman		1	1	0.75	0.25	0.25	0.75	1	1	1	1	0.75	0.25	0	0.25	0.75	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	1	1	1
12	kebutuhan air tanaman untuk (e <sub>t</sub> -P-W <sub>EL</sub> )	mm/hari	5.94	6.00	6.62	6.42	6.48	7.46	7.20	8.09	6.66	5.42	2.56	2.00	2.00	6.52	7.25	7.33	8.12	6.51	4.68	2.59	2.84	3.87	4.22	5.05		
13	curah hujan efektif (PE)	mm/hari	1.08	1.72	1.06	2.03	0.77	2.42	4.08	2.78	2.54	2.67	2.25	2.94	4.06	2.55	3.76	4.14	5.24	4.33	2.70	2.85	2.11	1.55	1.08	0.69		
14	rasio luas hujan efektif (rasio rasio)		1	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	0.75	0.5	0.25	0.5	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	1	1	
15	curah hujan efektif dengan rasio	mm/hari	1.08	1.72	1.06	1.02	0.38	2.42	4.08	2.78	2.54	2.67	1.69	1.47	1.02	1.38	3.76	4.14	5.24	4.33	2.70	2.85	2.11	1.55	1.08	0.69		
16	kebutuhan air netto di rumah (NFR)	mm/hari	4.86	4.29	5.56	4.38	5.72	5.04	3.13	5.31	4.12	2.75	0.91	-0.94	-2.06	3.77	3.47	3.19	2.89	2.18	1.98	-0.26	0.73	2.52	3.15	4.37		
17	kebutuhan air netto di sawah dalam	l/dt/ha	0.56	0.50	0.64	0.51	0.66	0.58	0.56	0.61	0.48	0.32	0.04	-0.11	-0.24	0.44	0.40	0.37	0.33	0.25	0.25	-0.03	0.08	0.39	0.36	0.51		
18	kebutuhan air netto di sawah dalam	m³/dt/ha	0.00556	0.00509	0.00664	0.0051	0.00666	0.0058	0.00596	0.00661	0.00548	0.00321	0.00004	-0.00011	-0.00024	0.00044	0.00040	0.00037	0.00033	0.00025	0.00023	-0.00003	0.00008	0.00029	0.00036	0.00051		
19	efisiensi irigasi		0.65	0.63	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65		
18	kebutuhan air di intake (DR)	l/dt/ha	0.86	0.76	0.99	0.78	1.02	0.90	0.56	0.95	0.73	0.49	0.06	-0.17	-0.37	0.67	0.62	0.57	0.51	0.39	0.35	-0.05	0.13	0.45	0.56	0.78		
20	menentukan nilai NFR		5.94	6.00	11.76	11.53	11.53	12.23	7.20	8.09	6.66	5.42	2.56	6.74	6.98	11.64	12.22	7.33	8.12	6.51	4.68	2.59	2.84	3.87	4.22	5.05		

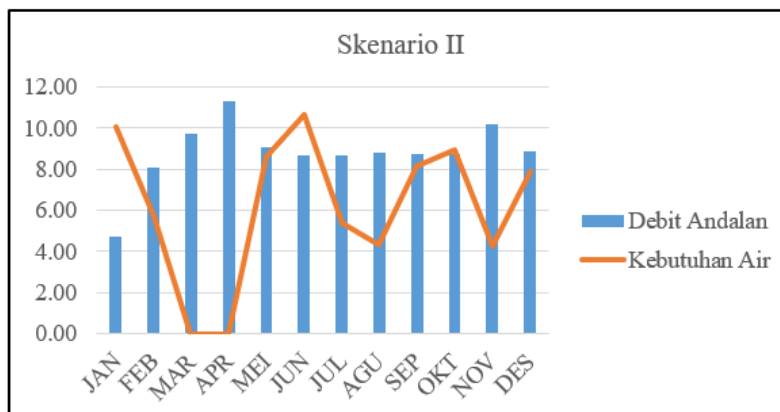


Gambar 2. Neraca air eksisting pola tanam

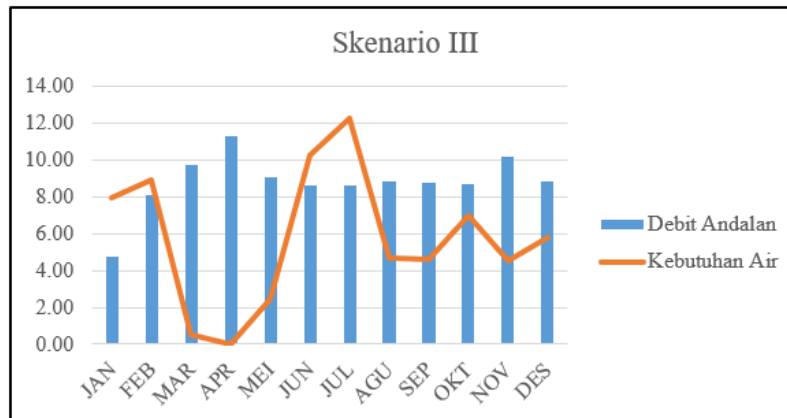
Hasil perhitungan kebutuhannya air irigasi untuk setiap skenario menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi maksimum adalah 1.012 liter/detik/hektar pada Skenario I pada bulan September Periode I; 0.997 liter/detik/hektar pada Skenario II pada bulan Juni Periode I; dan 1.158 liter/detik/hektar pada Skenario III pada bulan Juli Periode I. Keseimbangan air untuk setiap skenario diperlihatkan dalam gambar berikut:.



Gambar 3. Neraca Air Skenario I



Gambar 4. Neraca Air Skenario II



Gambar 5. Neraca Air Skenario III

Tujuan optimasi pola tanam adalah untuk menentukan luas lahan optimal untuk penanaman guna memaksimalkan keuntungan produksi dari area irigasi. Hasil optimasi menunjukkan pola tanam padi-padi-palawija. Berdasarkan hasil survei, keuntungan bersih untuk padi sebesar Rp. 40.885.000, sedangkan keuntungan bersih untuk palawija besarnya Rp. 27.066.000. Hasil ini kemudian digunakan untuk menentukan perbedaan dari kondisi eksisting. Hasil menunjukkan bahwa pola tanam eksisting menghasilkan keuntungan maksimum besarnya Rp. 49.613.950.000 per tahun. Pola tanam pada Skenario I menghasilkan keuntungan maksimum besarnya Rp. 56.032.890.000 per tahun. Pola tanam pada Skenario II menghasilkan keuntungan maksimum besarnya Rp. 54.479.260.000 per tahun. Pola tanam pada Skenario III menghasilkan keuntungan maksimum besarnya Rp. 57.218.560.000 per tahun.

#### 4. SIMPULAN

Melihat analisa optimasi pola tanam di kawasan irigasi Air Musi Kejalo Rejang Lebong, perhitungan kebutuhan air irigasi total untuk Air Musi Kejalo adalah 70,46 mm/hari. Debit air yang dapat diandalkan (Q80) dengan probabilitas 80% mencapai puncaknya pada bulan November, yaitu 10,20 m<sup>3</sup>/detik. Hasil optimasi menunjukkan bahwa Skenario III adalah skenario optimal dengan pola tanam padi-padi-palawija serta penanamannya awal dilaksanakan pada bulan Desember di 1.020 hektar sawah dan 279,5 hektar tanaman palawija. Skenario ini menghasilkan keuntungan tahunan maksimum besarnya Rp 57.218.560.000.

#### Saran

Perlu adanya tambahan variabel pola tanam yang lain seperti kedelai, kacang-kacangan dan cabai. Peningkatan efektivitas jaringan irigasi memerlukan pengelolaan dan pemeliharaan, seperti membersihkan endapan sedimen di saluran dan memperbaiki saluran yang rusak.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adinda., 2023. Studi Optimasi Pemanfaatan Air di Daerah Irigasi Kali Siring kabupaten Malang Menggunakan Program Linear. Volume 13 No.2. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/8912>
- Amri, Khairul., 2020. Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Kawasan Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara. Volume 9 No.1. <https://doi.org/10.33369/ijts.9.1.9-14>
- Amri, Khairul., 2023. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Serta Penentuan Pola Tanam pada Irigasi Air Palik Aur Gading Kabupaten Bengkulu Utara. Volume 05 No. 2. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i02.990>
- Burhan, Budi., 2018. Optimasi Distribusi Air Jaringan Irigasi Air tanah Daerah Irigasi Magepanda Kabupaten Sikka Provinsi NTT. Volume 3 No.1.

- <http://jurnal.pasca.uns.ac.id/index.php/jts/article/view/2893>
- Dewi, Vita Ayu Kusuma., 2020. Optimasi Sumber Daya Air dengan Program Linear Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Volume 7. No.3. <https://doi.org/10.19028/jtep.07.3.179-184>
- Dwiwana, Leni, Nurhayani, Umar., 2019. Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Irigasi Terdu.
- Edison, Dkk., 1997. Pola Tanam dan Irigasi. Bogor. IPB
- Fauzan, Ahmad., Analisa Model Evaporasi dan Evapotranspirasi Menggunakan Pemodelan Matematika pada Visual Basic di Kabupaten Maros. 7(3). P (2338-8439).
- Hermanto, Koko, Utami, S.F., Suarantalla, Ryan., 2020. Optimasi Alokasi Air Irigasi Menggunakan Program Linear (Studi kasus Bendungan Batu Bulan Kecamatan Moyo Hulu). Volume 14. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss3pp445-458>
- Kholilaturohmi, S., Budiarto, M.B., Setiawan Ery., 2022. Optimasi Sumber Air untuk Irigasi Pada Daerah Aliran Sungai Kremit. Vol. 9, No.1:45. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v9i1.237>
- KP - 01, 2010. Jaringan Irigasi Kriteria Perencanaan-Jaringan Irigasi Standar Perencanaan Irigasi.
- Mulyadi, Sitanggang, A.N., 2019. Analisis Sistem Jaringan Irigasi Tersier Desa Citarik Kecamatan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi. Volume 6 Page 46-60. <https://doi.org/10.52447/jkts.v6i1.5089>
- Nassir, D.A., 2019. Studi Optimasi Pola Tanam Jaringan Irigasi Desa Rias dengan Program Linear. Volume 4 No.1. <http://eprints.umm.ac.id/9312/>
- Qarinur, M., Silitinga E.M.R., Taufik, Dody, Rahayu, Tri., 2022. Evaluasi Neraca Air Daerah irigasi Serdang Begadai. Vol.7 No. 1. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104880>
- Rosmaladewi., 2020. Kajian Kinerja Peran Petani Pemakai Air dalam Upaya Peningkatan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Nokan Rama Agung Bengkulu Utara.
- Standar Perencanaan Irigasi KP - 01, 2013. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air.
- Sudinda, T.w., 2020. Penentuan Debit Andalan dengan Metoda FJ Mock di Daerah Aliran Sungai Cisadane. Jurnal Air Indonesia, 11(1). <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/view/3933>
- Sutrisno, Setiawan Saputra, F., 2018. Studi Penerapan Metode Mock dan Statistik untuk Menghitung Debit Andalan PLTA Bakaru Kabupaten Pinrang. Volume 11 No.2. <https://doi.org/10.26618/th.v11i2.2445>
- Tyasmadi, M., 2021. Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Way Sukadana Kabupaten Lampung Timur.
- Widodo, Wahyu tri., 2022. Optimalisasi Keuntungan Produksi Tanaman Menggunakan Program Linear berdasarkan pola tata tanam. Volume 10 No. 1. <http://dx.doi.org/10.37971/radial.v10i1.247>