

## EVALUASI DIMENSI SALURAN DAN POLA TATA TANAM TERHADAP KEBUTUHAN AIR PADA CURAH BRANTAS KECAMATAN KEMLAGI KABUPATEN MOJOKERTO

Mochamad Ramadhan Firdaus<sup>(1)</sup> Agus Suhardono<sup>(2)</sup> Utami Retno Pudjowati<sup>(3)</sup>

Jurusan Teknik sipil D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang

Email : [ramahaganel@gmail.com](mailto:ramahaganel@gmail.com)<sup>1</sup>, [agus.suhardono@polinema.ac.id](mailto:agus.suhardono@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)

### ABSTRAK

Perencanaan optimasi lahan pertanian dilakukan menggunakan program linier. Dengan tujuan memaksimalkan keuntungan total dan pembatas ketersediaan air dan luas lahan. Jenis tanaman yang digunakan adalah padi, palawija (jagung dan sayur- sayuran) dan tebu, dengan analisa tiga kali musim tanam dalam setahun. Dari iterasi metode *simpleks* pada model matematika program linier diperoleh hasil sebagai berikut : luas lahan optimum untuk padi < 300 ha, palawija < 250 dan tebu < 300 dengan nilai keuntungan musim hujan Rp. 6.125.130.000,00, musim kemarau I Rp. 4.261.158.000,00 dan musim kemarau II Rp. 5.508.025.500,00. Dari pengolahan data diperoleh hasil ketidacukupan debit andalan selama 4 periode atau 2 bulan dengan skenario pola tanam padi palawija dan tebu maka, hasil optimasi debit digunakan untuk mengontrol dimensi saluran. Dimensi rencana pada saluran primer diperoleh sebesar 2,2 x 1,1 m dan sekunder sebesar 1,8 x 0,9 m dengan hasil perhitungan RAB sebesar Rp. 23.540.184.907,16- dan durasi pelaksanaan proyek 168 hari.

**Kata kunci:** pola tata tanam, optimasi, program linier

### ABSTRACT

*Agricultural land optimization planning is carried out using a linear program. With the aim of maximizing the total profit and limiting the availability of water and land area. The types of plants used are rice, secondary crops (maize and vegetables) and sugar cane, with an analysis of three growing seasons in a year. From the iteration of the method simplex on the mathematical model of the linear program, the following results were obtained: the optimum land area for rice < 300 ha, palawija < 250 and sugar cane < 300 with a rainy season profit value of Rp 6.125.130.000,00, dry season I Rp. 4.261.158.000,00 and dry season II Rp. 5.508.025.500,00. From the data processing, the results of the inadequacy of the mainstay discharge for 4 periods or 2 months with the scenario of the cropping pattern of palawija rice and sugarcane are obtained, the results of the discharge optimization are used to control the dimensions of the channel. The dimensions of the plan for the primary channel are 2.2 x 1.1 m and the secondary 1.8 x 0.9 m with the results of the RAB calculation of Rp. 23,540,184,907.16- and the duration of the project implementation is 168 days.*

**Key words:** cropping pattern, optimization, linear programming

### 1. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan sarana utama dalam suatu keberhasilan pembangunan di bidang pertanian dan mempunyai peran yang sangat penting. Tujuan utama pembangunan ini adalah untuk meningkatkan produksi hasil pertanian guna mensejahterakan petani, serta perluas kesempatan kerja di desa. Maka dari itu diperlukan pengolahan irigasi secara

efektif dan efisien guna mendapatkan keberlanjutan sistem irigasi yang terjamin.

Daerah irigasi Curah Brantas memiliki luas areal 1729 ha dengan sumber Kali Curah Brantas dan Sumber Putri yang dibendung oleh Dam Menturus. Dam Menturus berlokasi di Desa Menturus Kecamatan Tugu Kabupaten Jombang memiliki pintu penguras enam buah dengan saluran primer

sepanjang 4.04 km yang didistribusikan pada saluran sekunder Tambangan Betro, Watesprojo, Kedungsari, Ngares, Gembongan, dan Berat Wetan dengan area layanan Desa Betro, Watesprojo, Kedungsari, Ngares, Gembongan, dan Berat Wetan.

Permasalahan utama pada daerah irigasi Curah Brantas adalah kurangnya debit air yang tersedia dengan kebutuhan air saat ini pada saluran dikarenakan oleh perubahan pola tanam petani. Seperti mulanya padi dengan area yang sudah direncanakan tetapi pada kenyataannya sebagian besar petani menanam padi melebihi yang direncanakan. Kebutuhan air padi tentunya lebih besar dari palawija ataupun tebu sehingga kebutuhan air yang mengalir tidak mampu memenuhi kebutuhan air di areal cocok tanam. Mengingat hal-hal di atas, maka dapat dijadikan alasan perlu dilakukan evaluasi pola tanam petani sehingga kelangsungan sistem irigasi dapat terjamin.

Dengan memperhatikan latar belakang dan permasalahan di atas maka tujuan pembahasan ini meliputi:

1. Menghitung debit air berdasarkan pola tanam petani saat ini.
2. Menentukan kecukupan debit air yang tersedia dengan debit yang dibutuhkan.
3. Menghitung dimensi yang dibutuhkan
4. Menentukan solusi alternatif guna mengantisipasi ketidakcukupan debit andalan.
5. Menghitung dimensi saluran pembuang.
6. Merencanakan optimasi menggunakan metode simpleks.
7. Menghitung berapa anggaran biaya yang diperlukan.

**2. METODE**

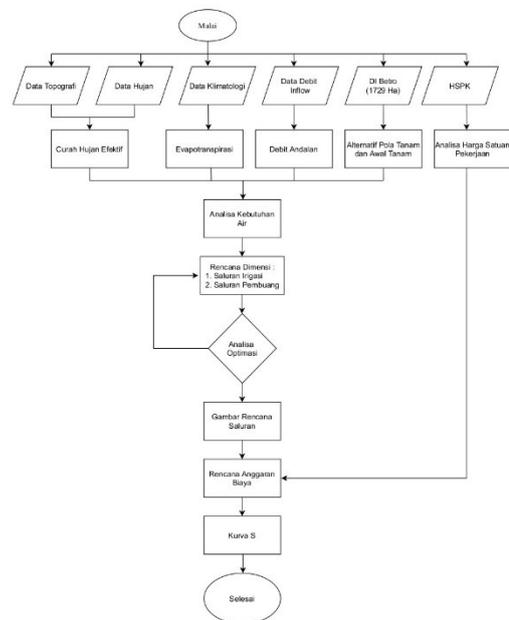
Setelah mengidentifikasi dari permasalahan yang ada di lapangan maka langkah selanjutnya adalah mencari data pendukung untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Data yang digunakan dalam penulisan ialah data primer dan sekunder.

Setelah mendapat data primer dan data sekunder, maka langkah berikutnya yaitu mengolah data tersebut. Analisa kebutuhan irigasi yang faktornya meliputi jenis tanaman, kondisi di lapangan, perkolasi, koefisien tanam, efisiensi irigasi, kebutuhan air dan menentukan awal musim tanam yang jika jumlah curah hujan > 50mm dalam tiga dasarian berturut-turut. Menentukan luas areal irigasi maksimum berdasarkan debit andalan yang tersedia. Pada tahap ini ditentukan alternatif pola tanam dan eksisting, lalu berdasarkan kebutuhan air irigasi alternatif dan eksisting didapatkan hasil produksi optimim, dengan menggunakan metode simpleks persamaan linier.

Analisa optimasi program linier menggunakan *microsoft excel solver* tahun 2017 digunakan untuk mendapatkan hasil yang paling optimum dan dapat diketahui besarnya produksi

hasil tani yang didapat berdasarkan analisa pola tanam yang paling maksimal.

Gambar rencana saluran menggunakan *Autocad 2017* untuk menggambar saluran irigasi dan saluran pembuang lalu, menghitung Volume pekerjaan berdasarkan dimensi saluran dan gambar rencana saluran. Kemudian dilanjutkan menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) mengacu pada harga satuan material, upah maupun peralatan yang telah ditetapkan oleh pemerintah Kota Mojokerto tahun 2020, penyusunan RAB berfungsi untuk mengetahui total biaya keseluruhan yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembangunan. Penyusunan Penjadwalan digunakan *microsoft excel* tahun 2017, untuk menyusun kurva s terlebih dahulu diketahui total kebutuhan biaya pada setiap *item* pekerjaan sehingga dapat diketahui bobot suatu *item* pekerjaan terhadap bobot seluruh *item* pekerjaan lainnya.



**Gambar 1** Flowchart

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan untuk menghitung nilai curah hujan efektif dan curah hujan rancangan. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan tahun 2011 hingga 2020 (10 tahun terakhir) terdiri dari 3 Stasiun, yaitu Gedeg, Summersooko, dan Ketangi.

Dalam perhitungan nilai curah hujan efektif, diambil nilai curah hujan harian rata – rata bulan Januari hingga Desember dari ke 3 Stasiun.

Besaran curah hujan efektif dihitung menggunakan metode Basic Year. Dengan nilai n adalah jumlah data curah hujan (10 tahun), maka

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

$$R_{80} = \frac{10}{5} + 1 = 3$$

$$R_{50} = \frac{n}{2} + 1$$

$$R_{50} = \frac{10}{2} + 1 = 6$$

**Tabel 1** Data Curah Hujan Rata-rata Tahun 2011-2020

Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
7.03	9.53	7.63	11.16	9.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.26	5.36
15.1	9.86	7.80	8.733	4.93	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	14.6
19.2	7.80	20.8	14.56	1.30	11.1	4.70	0.86	0.00	0.00	0.00	14.6
11.	13.4	14.7	7.66	0.86	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.96	9.23
1.93	8.00	14.3	7.80	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	7.18
9.8	32.8	10.1	4.00	6.08	2.35	2.58	1.08	0.00	9.78	3.11	14.4
6.66	4.09	10.	12.0	0.31	1.00	0.36	0.00	0.00	0.51	0.91	8.88
4.91	14.5	9.76	9.47	0.66	0.13	0.00	0.00	0.47	0.00	2.23	10.2
11.5	15.2	8.07	11.9	5.79	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	2.60	3.40
16.2	18.4	13.0	17.5	0.86	0.26	1.75	0.00	0.00	0.13	13.7	3.40

Sumber : Dinas PU Pengairan Kab. Mojokerto

Menurut (KP - 01 Perencanaan Jaringan Irigasi), adapun curah hujan efektif untuk tanaman palawija dipengaruhi oleh besarnya tingkat evapotranspirasi dan curah hujan daerah. Besaran curah hujan efektif harian dihitung menggunakan metode Basic Year dengan rumus sebagai berikut :

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

Untuk palawija,  $Re = 70\% \times R_{50}$

#### Kebutuhan Air Bersih di Sawah

Perhitungan kebutuhan air di sawah menggunakan rumus NFR (Netto Water Field Requirements) :

WLR = nilai WLR untuk bulan januari adalah 0,833 mm/hr

$$Re = 4,662$$

$$NFR = ET_c + IR + P + WLR - Re$$

$$= 3,713 + 0 + 3 + 0,833 - 4,662$$

$$= 2,884$$

#### Analisa Debit Andalan

Debit andalan dihitung menggunakan metode tahun dasar atau Basic Year dengan kemungkinan debit terpenuhi sebesar 80%.

**Tabel 2** Data Debit Sungai Brantas

TAHUN	Januari	
	1	2
2011	2891	2591
2012	2940	2529
2013	3028	2890
2014	3192	3029
2015	3949	3290
2016	3728	3389
2017	3548	3571
2018	3273	3515

2019	3548	3571
2020	3795	3602

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Mojokerto

Dari data **Tabel 3** diatas kemudian data diurutkan dari nilai kecil ke besar, untuk kolom tahun diganti dengan Prosentase nilai Basic Year dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P = \frac{N}{n + 1}$$

$$P = \frac{1}{10 + 1} = 9\%$$

Perhitungan ini juga dilakukan untuk nilai m=2 sampai 10 hingga didapatkan nilai prosentase Basic year seperti yang disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3** Data Debit Andalan Basic Year Bulan Januari

TAHUN	Qrata-rata	P
	m <sup>3</sup> /dt	%
2011	3102.17	90.91%
2012	3345.21	81.82%
2015	3431.88	72.73%
2013	3459.92	63.64%
2014	3469.75	54.55%
2016	3496.08	45.45%
2018	3617.50	36.36%
2017	3778.08	27.27%
2019	3782.08	18.18%
2020	3807.42	9.09%

Sumber : Perhitungan sendiri

#### Analisa Kecukupan Air Irigasi

Untuk mengetahui kecukupan debit pada bulan januari, maka dihitung Q Primer pada bulan Januari dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = \frac{A \cdot NFR}{\frac{e_{ter}}{e_{sek}} \cdot \frac{e_{pri}}{e_{pri}}}$$

Kemudian bandingkan  $Q_{primer}$  dengan Debit andalan atau  $Q_{80}$ . Dinyatakan “cukup” apabila  $Q_{primer} < Q_{80}$  dan “tidak cukup” apabila  $Q_{primer} > Q_{80}$ .

#### Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran menggunakan rumus manning. Berikut contoh perhitungan untuk perhitungan dimensi pada Saluran Primer Betro BIM.11 – BIM.12 :

$$1. \quad n = 0,02$$

$$2. \quad R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{3}{4,83} = 0,62 \text{ m}$$

$$A = h (b + m \cdot h)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

Dimana nilai :

$h = 1 \text{ m}$

$b = 2.h$

$= 2.1$

$= 2 \text{ m}$

$m = 1$

Maka didapat nilai untuk :

$A = 1 (2 + 1.1)$

$= 3 \text{ m}^2$

$P = 2 + 2.2 \cdot 2h\sqrt{1 + 1^2}$

$= 4,83 \text{ m}$

3.  $S = \frac{\text{Elevasi tanah atas}}{\text{Elevasi tanah bawah}} \times L$

Elevasi tanah atas = 63,55

Elevasi tanah bawah = 63,30

L (panjang saluran) = 1230m

$S = \frac{63,55}{63,30} \times 1230$

$= 0,0008$

4.  $V = \frac{1}{0,02} \cdot 0,62 \frac{2}{3} \cdot 0,0008 \frac{1}{2}$

$= 50 \times 0,73 \times 0,70$

$= 1,04 \text{ m/dt}$

5.  $Q = 1,04 \times 3$

$= 3,12 \text{ m}^3/\text{dt}$

**Analisa Optimasi**

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

**Tabel 4** Analisa Tiap Keuntungan

Komponen	Padi	Palawija	Tebu
Hasil Produksi (ton/ha)	10.17	4.65	1.25
Harga (Rp/ton)	Rp 4,600,000.00	Rp 4,200,000.00	Rp 5,500,000.00
Biaya Produksi (Rp/ton)	Rp 4,000,000.00	Rp 3,900,000.00	Rp 5,250,000.00
Manfaat	Rp 600,000.00	Rp 300,000.00	Rp 250,000.00
Total Keuntungan (Rp/musim)	Rp 6,102,000,00	Rp 1,395,000.00	Rp 312,500,00

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Mojokerto

a. Luas Lahan :

$Z = 6,102,000.00 X1 + 1,395,000.00 X2 + 312,500.00 X3$

$X1 + X2 + X3 = 1729$

$X1 \leq 500 ; X2 \leq 650 ; X3 \leq 600$

$X1, X2, X3 \geq 0$

b. Debit ketersediaan air :

$Mt 1 = X1 \cdot V1 + X2 \cdot V2 + X3 \cdot V3 \leq Q1$

$Mt 2 = X1 \cdot V1 + X2 \cdot V2 + X3 \cdot V3 \leq Q2$

$Mt 2 = X1 \cdot V1 + X2 \cdot V2 + X3 \cdot V3 \leq Q3$

Persamaan model matematika program linier tersebut diselesaikan dengan metode Simpleks yang proses iterasinya dilakukan dengan bantuan computer yaitu *Solver Microsoft Excel*.

**Hasil Optimasi**

**Tabel 5** Hasil Optimasi Program Linier

Masa Tanam	Jenis Tanaman	Luas Lahan (Ha)	Total Luas Lahan (Ha)	Keuntungan
MH	Padi	900	1729.00	Rp 5,491,800,000.00
	Polowijo	454		Rp 633,330,000.00
	Tebu	375		-
MK 1	Padi	504	1729.00	Rp 3,075,408,000.00
	Polowijo	850		Rp 1,185,750,000.00
	Tebu	375		-
MK 2	Padi	744	1729.00	Rp 4,539,888,000.00
	Polowijo	610		Rp 850,950,000.00
	Tebu	375		Rp 117,187,500.00

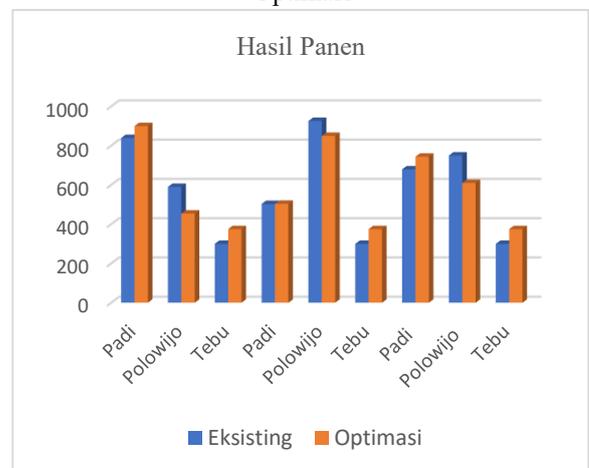
Sumber : Perhitungan sendiri

**Tabel 6** Keuntungan Per Tanaman

NO	JENIS TANAMAN	KEUNTUNGAN (Rp/ha)
1	Padi	Rp 1,288,800,000.00
		Rp 574,200,000.00
3	Tebu	Rp 93,750,000.00

Sumber : Perhitungan sendiri

**Gambar 2** Grafik Luasan Hasil Panen Eksisting dan Optimasi

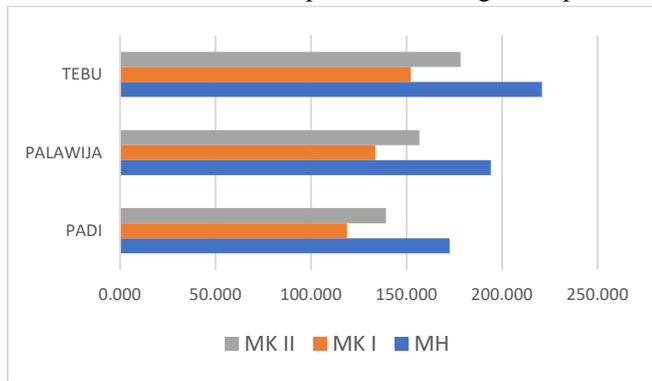


**Tabel 7** Data Hasil Optimasi Menggunakan Microsoft Excel Solver

POLA TANAM	MUSIM TANAM	KEBUTUHAN AIR (lt/dt/ha)		
		PADI	PALAWIJA	TEBU
RTTG 2020/2021	MH	172.576	194.158	220.953
	MK I	118.888	133.757	152.216
	MK II	139.341	156.767	178.402

Sumber : Perhitungan sendiri

**Gambar 3** Grafik Hasil Optimasi Eksisting dan Optimasi



**Hasil Optimasi Dimensi Saluran Menggunakan Debit Optimasi**

Debit optimasi menggunakan debit terbesar dari optimasi yaitu 3.31 m<sup>3</sup>/dt. Setelah itu dibandingkan dengan debit sebelum di optimasi. Jika sudah dibandingkan nanti bisa dilihat saluran mana yang butuh “redesain” atau “ok”.

**Tabel 8** Kontrol Dimensi Memakai Debit Optimasi

Nama Saluran	Saluran Sebelumnya			Dimensi (m)				Uraian
				Rencana		Eksisting		
				h	b	h	b	
SEKUNDER KEDUNGSARI	BIM. 15	-	BIM. 16	1.10	2.20	1.12	2.30	Ok
	BIM. 16	-	BIM. 17	1.00	2.00	0.80	1.50	redesain
	BIM. 17	-	BIM. 18	1.20	2.40	0.80	1.50	redesain

Sumber : Perhitungan sendiri

**Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya yang dikeluarkan untuk merencanakan saluran dihitung dengan rumus : Volume Pekerjaan x Harga Satuan.

**Tabel 9** Rencana Anggaran Biaya

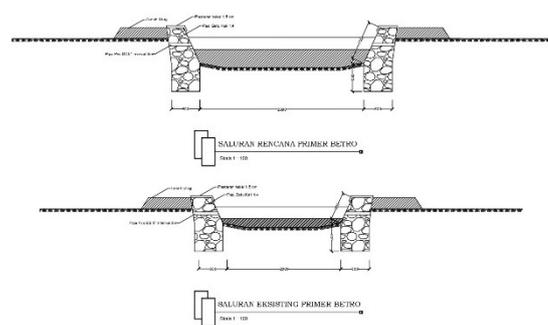
No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
1	Pembersihan Lokasi	1.00	m <sup>2</sup>	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
2	Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	1.00	m	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
3	Urugan	8852.73	m <sup>3</sup>	Rp 50,012.96	Rp 442,750,981.32
4	Pasangan Batu Kali	18576.83	m <sup>3</sup>	Rp 1,038,535.60	Rp 19,292,701,886.49

5	Pemadatan Tanah	5767.74	m <sup>3</sup>	Rp 274,939.20	Rp 1,585,777,821.41
6	Siar Batu Kali	26161.20	m <sup>2</sup>	Rp 84,665.62	Rp 2,214,954,217.94
Total					Rp 23,540,184,907.16

Sumber : Perhitungan sendiri

**Gambar Rencana Saluran**

**Gambar 4** Saluran Primer Bero Eksisting dan Rencana



**Penjadwalan dan Kurva S**

Jadwal pelaksanaan proyek disusun dengan Kurva S menggunakan program Microsoft Excel 2017. Dari penyusunan jadwal pelaksanaan pembangunan saluran air di Desa Betro Kecamatan Kemlagi Kabupaten Mojokerto, dalam menyelesaikan pekerjaan diperoleh waktu selama 168 hari kalender. Dengan catatan waktu kerja selama 8 jam sehari libur pada hari minggu.

**KESIMPULAN**

1. Kebutuhan debit air terbesar dengan pola tanam saat ini pada saluran sekunder sebesar 3462,318 lt/dt dan primer sebesar 6124,456 lt/dt.
2. Debit andalan selama 12 bulan mencukupi kebutuhan kecuali pada bulan Februari, Maret, Juni, Juli dan Agustus.
3. Dimensi terbesar dan terkecil yang dibutuhkan untuk saluran irigasi primer sebesar 2,2 x 1,1m dan 1,6 x 0,8m dengan jumlah 2 ruas dan sekunder sebesar 2,4 x 1,2m dan 1,2 x 0,6m dengan jumlah 27 ruas serta elevasi muka air pada daerah intake sebesar 63,55m dengan ketinggian air 1m.
4. Untuk mengantisipasi ketidak cukupan debit andalan dibuat skenario pola tanam dengan pola tanam:
  - Musim Hujan: Padi (900 ha), Polowijo (454 ha) dan Tebu (375 ha)
  - Musim Kemarau I : Padi (529 ha), Polowijo (850 ha) dan Tebu (375 ha)
  - Musim Kemarau II : Padi (744 ha), Polowijo (610 ha) dan Tebu (375 ha)

5. Dimensi saluran pembuang terbesar yang dibutuhkan sebesar 1,4 x 0,85m dengan 8 ruas.
6. Optimasi menggunakan metode matematis program linier dengan hasil keuntungan untuk padi Rp. 1.288.800.000,00- , untuk palawija Rp. 574.200.000,00- dan tebu 93.750.000,00,-.
7. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 23.540.184.907,00- dengan durasi 24 minggu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari, Wahyuni Setyo. 2018. *Analisis Kerentanan Sistem Irigasi dengan Indeks Kelentingan di Daerah Irigasi Wilayah Daerah Aliran Sungai Brantas*. Tugas Akhir. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- [2] Dirjend. Pengairan Dept. Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01)*. Bandung: CV. Galang Persada.
- [3] Dirjend. Pengairan Dept. Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Saluran (KP-03)*. Bandung: CV. Galang Persada.
- [4] Dirjend. Pengairan Dept. Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Standar Penggambaran (KP-07)*. Bandung: CV. Galang Persada.
- [5] FAO.1977. Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper.
- [6] Hilaludin, Santoso J. 2008. *Perencanaan Dam dan Spillway Yang Dilengkapi PLTMH di Kampus Tembalang*. Tugas Akhir. Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- [7] Nurdiansyah, F. 2016 *Evaluasi Pola Tata Tanam Terhadap Kebutuhan Air Dan Dimensi Saluran Pada Daerah Irigasi Curah Menjangan Kabupaten Lumajang*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Malang
- [8] Azis Setiawan Bestari , Ni Nyoman Adum Marrusharti. 2017. *Optimasi Pemanfaatan Air Sungai Keser Untuk Daerah Irigasi Ngasinan Menggunakan Program Linier*. Tugas Akhir. ITS
- [9] Suhardono , Agus. 2011. *Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian Dengan program Linier*. Program Magister Teknik. Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya