

# OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN PERTANIAN DENGAN PROGRAM LINIER

(Lokasi Studi : J.I. Sumber Buntu, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang)

Agus Suhardono

Program Magister Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
e-mail : agussuhardono@yahoo.co.id

## ABSTRAK

*Perencanaan optimasi lahan pertanian dapat dilakukan dengan program linier. Dengan tujuan memaksimalkan keuntungan total dan pembatas ketersediaan air dan luas lahan, telah digunakan data-data pada areal pertanian irigasi jaringan irigasi Sumber Buntu, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Jenis tanaman yang digunakan adalah padi, polowijo (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 : pada musim tanam I luas lahan optimum untuk padi 7 hektar sedang untuk polowijo/ jagung dan tebu masing-masing 60 hektar dengan nilai keuntungan Rp 3.750.350.000,-, musim tanam II luas lahan optimum untuk padi 63 hektar dengan keuntungan Rp 649.653.000,-, musim tanam III luas lahan optimum untuk padi 60 hektar, dengan keuntungan Rp 618.600.000,-*

**Kata Kunci :** optimasi lahan pertanian, memaksimalkan total keuntungan, program linier

## ABSTRACT

*Planning for agriculture land optimization can be done by the use of linear programming. To maximize the total benefit with constrains: water supply and land area, data on agriculture land by irrigation in Sumber buntu, Kecamatan Jabung, Malang was used. The plant crops used were rice, second crop/ maize, and sugar reed, by analyzing 3 times planting season in a year. From simplex method iteration on mathematical model of linear programming, the following results were obtained : in the first planting season the optimum land area for rice was 7 ha, while for second crop/ maize and sugar reed were 63 ha each with benefit Rp 3.750.350.000,-, in the second planting season the optimum land area for rice was 60 ha was with benefit Rp 649.653.000,-, and in the third planting season the optimum land area for rice was 60 ha with benefit Rp 618.600.000,*

**Key words :** agriculture land optimization, to maximize the total benefit, linear programming

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pengembangan usaha pertanian dilakukan melalui usaha intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi dan rehabilitasi secara terpadu. Dalam usaha-usaha di atas terkait beberapa variabel seperti bibit yang digunakan, pengairan, pemupukan, budi

daya tanaman, proteksi tanaman dan lain-lain. Variable-variabel tersebut masing-masing mempunyai kendala-kendala yang mempengaruhi pengadaannya.

Pada tulisan ini dibicarakan mengenai optimalisasi penggunaan lahan dengan variabel ketersediaan air, luas lahan dan jenis tanaman yang akan digunakan. Optimisasi

dilakukan dengan metode Program linier dengan mengkonversikan variable-variabel di atas dengan rupiah sehingga dapat dihitung biaya operasi dan keuntungan yang diperoleh tiap musim tanam.

### **1.2. Identifikasi Masalah**

Daerah Irigasi Kali Jilu di J.I. Sumber Buntu yang mempunyai luas areal baku sawah 127 Ha. yang merupakan jaringan irigasi dalam wewenang UPTD Pengairan Tumpang Kabupaten Malang. Dalam kajian ini akan terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi sebagai berikut :

1. Adanya kondisi eksisting yang perlu dilakukan perbaikan dari sisi teknis maupun manajemen air sehingga debit ketersediaan dapat mencukupi sesuai pola tata tanam yang direncanakan.
2. Adanya jumlah debit ketersediaan pada Bendung Sumber Buntu yang tersedia lebih kecil terutama musim kemarau
3. Analisa perhitungan studi optimasi distribusi air pada Daerah Irigasi Kali Jilu di J.I. Sumber Buntu ini diselesaikan dengan Program Linier.

### **1.3. Batasan Masalah**

1. Studi ini dikhususkan pada Daerah Irigasi Kali Jilu, di J.I. Sumber Buntu Kecamatan Jabung Kabupaten Malang dengan luas baku sawah 127 Ha.
2. Analisa neraca air dengan membandingkan debit ketersediaan pada data debit intake Bendung Sumber Buntu selama 10 tahun terakhir dengan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Kali Jilu, di J.I. Sumber Buntu.
3. Analisa perhitungan Pola Tata Tanam berdasarkan metode LPR sesuai dengan kebiasaan daerah studi, dengan jenis tanaman padi, polowijo (jagung dan sayur) dan tebu.
4. Optimasi menggunakan program linear.
5. Tidak membahas tentang rencana sistem operasi dan pemeliharaan sarana irigasi, sehingga debit yang digunakan adalah debit andalan.
6. Tidak membahas masalah AMDAL.

7. Tidak membahas detail desain konstruksi

### **1.4. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting dari aspek teknis maupun manajemen pada J.I. Sumber Buntu, tindakan apa yang dapat dilakukan ?
2. Bagaimana hasil pertanian selama 10 tahun kondisi eksisting, apakah terdapat perbedaan yang besar pada tiap tahunnya dan pengaruhnya jika dilakukan optimasi ?
3. Bagaimana neraca air perbandingan ketersediaan air dan kebutuhan air pada Daerah Irigasi Kali Jilu di J.I. Sumber Buntu ?
4. Berapa luas lahan optimum yang dapat menghasilkan keuntungan yang maksimum setiap masa tanam ?

### **1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

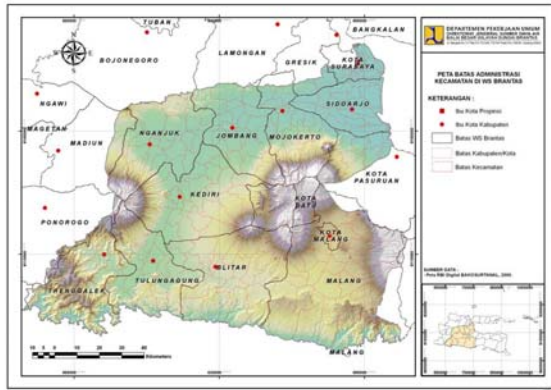
Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan luas lahan yang optimum pada setiap masa tanam agar menghasilkan keuntungan yang maksimum.

Manfaat yang dapat dipetik dari penelitian ini sebagai bahan evaluasi dan acuan dalam pembuatan Rencana Tata Tanam Global (RTTG) dikemudian hari.

### **1.6. Lokasi Studi**

Daerah studi yang dikaji adalah Daerah Irigasi Kali Jilu di J.I. Sumber Buntu dengan luas baku sawah 127 Ha. yang terdiri : SB1 K i : 3 Ha; SB 2 Ki : 13 Ha; SB 3 Ki : 14 Ha; SB 4 Ki : 67 Ha dan SB 5 Ka : 30 Ha

Daerah Irigasi Kali Jilu di J.I. Sumber Buntu merupakan lingkup wilayah UPTD Pengairan Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang yang memanfaatkan intake Bendung Sumber Buntu.pada Kali Jilu. Peta lokasi sebagaimana gambar 1 berikut ini :



**Gambar. 1.** Peta Batas Administrasi Kabupaten Malang

### 1.7. Landasan Teori

#### 1.7.1. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air untuk suatu jaringan irigasi merupakan kebutuhan air tanaman (consumptive use) ditambah dengan kehilangan karena sistem pembagian (distribusi) yang meliputi kehilangan pada saluran dan pada saat pemberian di petak tanaman.

Cara perhitungan kebutuhan air tanaman di Jawa Timur untuk memudahkan pelaksanaan di lapangan memakai metode Faktor Polowijo Relatif (FPR). Metode ini merupakan perbaikan dari metode-metode yang telah diterapkan di Negara Belanda, yaitu metode *Pasten*. Persamaan untuk metode FPR yaitu :

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \dots\dots\dots 1)$$

FPR = Faktor polowijo relatif (lt/dt/ha.pol)

Q = Debit air yang mengalir di sungai (m<sup>3</sup>/dt)

LPR = Luas polowijo relatif (ha.pol)

Dalam metode ini mengguakan harga dasar LPR ditentukan 1,0 (polowijo) berdasarkan pada kebutuhan air tanaman polowijo dan faktor-faktor lain ditentukan berdasarkan jenis tanaman dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Nilai LPR} = \text{Luas} \times K \dots\dots\dots 2)$$

Nilai LPR = nilai luas polowijo relatif (pol.ha)

Luas = luas lahan yang ditanami (ha)

K = faktor tanaman (pol)

**Tabel 1.** Harga K berbagai jenis tanaman

Jenis Tanaman	Faktor Konversi
<b>Polowijo</b>	
1 perlu air	1.0
<b>Padi rendeng/ padi gadu ijin</b>	
1. Pewinihan	20.0
2. Garap	6.0
3. Tanam	4
<b>Tebu</b>	
1. Tebu muda	1.5
2. Tebu tua	0.0

Sumber: DPU Pengairan

#### 1.7.2. Ketersediaan Air Irigasi

Ketersediaan air irigasi diperoleh dari data debit intake bendung Sumber Buntu yang mengairi jaringan irigasi Sumber Buntu, yang tercatat selama 10 tahun pengamatan mulai tahun 2001 sd 2010.

Debit andalan adalah banyaknya air yang tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Probabilitas keandalan yang digunakan sebesar 80%, hal ini berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% dari banyaknya pengamatan (Anonim (KP-01), 1986:79).

Adapun metode yang digunakan metode Basic Year yang analisisnya adalah sebagai berikut :

1. Data debit diurutkan dari kecil ke besar.
2. Menentukan data debit andalan Q<sub>80</sub> debit dengan tingkat kepercayaan 80%

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots 3)$$

#### 1.7.3. Analisa Keuntungan

Untuk menentukan keuntungan tiap jenis tanaman tiap musim yang akan digunakan dalam model program linier, yakni memaksimumkan keuntungan, maka harus diperhitungkan harga-harga masukan dan keluaran produksi per hektar tanaman. Masukan produksi meliputi: saprodi (sarana produksi : bibit, pupuk dan obat-obatan), tenaga kerja dan pajak tanah (IPEDA). Keluaran produksi adalah hasil panen dan nilai jual dari hasil panen tiap jenis tanaman, Keuntungan tiap jenis tanaman

adalah pendapatan kotor (nilai jual) per hektar dikurangi biaya produksi .

#### 1.7.4. Perencanaan Model

Model program linier digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimum, Dalam persoalan ini sumber-sumber terbatas yang harus dialokasikan secara optimum adalah ketersediaan air dari bendung Sumber Buntu dan luas lahan yang akan diairi. pengalokasian air perlu memperhitungkan keuntungan hasil panen sesuai kebutuhan air irigasi dari masing-masing tanaman.

Fungsi Tujuan:

$$Z = \sum_{n=1}^n c_n x_n = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$

Fungsi Kendala :

Fungsi Kendala :

$$\sum_{n=1}^n a_{mn} x_n \leq b_m \text{ dan } x_n \geq 0 \text{ atau}$$

$$1. a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} \leq b_1$$

$$2. a_{12} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

$$3. m a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m$$

dan

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

$$m = 1, 2, 3, \dots, m, n = 1, 2, 3, \dots, n$$

Z = fungsi tujuan (keuntungan maksimum hasil pertanian) (Rp)

$x_n$  = variabel sasaran irigasi (luas areal irigasi) (Ha)

$a_{mn}$  = konstanta (volume kebutuhan air irigasi) ( $m^3$ /Ha)

$b_m$  = volume ketersediaan air ( $m^3$ )

$c_n$  = keuntungan / manfaat bersih irigasi sawah (Rp/Ha)

m = jumlah kendala

n = jumlah variabel keputusan

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Jenis Metode Penelitian

Jenis metode penelitian dalam kajian ini adalah penelitian deskriptif yang merupakan penelitian kasus dan penelitian lapangan (case study and field research) untuk mengevaluasi pola tata tanam yang telah dilaksanakan di jaringan irigasi

Sumber Buntu berdasarkan data yang telah dikumpulkan, kemudian disusun rekomendasi pola tata tanam dari hasil kajian optimasi penggunaan lahan dengan program linier.

### 2.2. Langkah Pengolahan Data

Pengolahan Data-data yang diperoleh dari Dinas Pengairan dan lokasi J.I. Sumber Buntu meliputi :

- Pengolahan data hidrologi
- Pengolahan data debit intake bendung untuk mendapatkan debit andalan ( $Q_{80}$ )
- Pengolahan Rencana Tata Tanam Global (RTTG) untuk mendapatkan kebutuhan air irigasi
- Analisa Neraca Air perbandingan ketersediaan air dan kebutuhan air
- Pengolahan data hasil panen kondisi eksisting
- Analisa hasil kentungan
- Pengolahan optimasi dengan program linier
- Analisa hasil optimasi

### 2.3. Aplikasi Model

Model matematika program linier yang disusun ini dicoba penggunaannya untuk perencanaan pengelolaan irigasi pertanian pada areal irigasi pada D.I. Kali Jilu, jaringan irigasi Sumber Buntu di wilayah UPTD Pengairan Tumpang, Kabupaten Malang.

Agar permasalahan yang ada di lapangan dapat sesuai dengan model yang dikehendaki maka perlu beberapa batasan, sehingga model di atas dapat dipecahkan. Batasan-batasan tersebut adalah:

- Analisa kebutuhan air irigasi dilakukan tiap bulan sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman, sehingga sesuai dengan ketersediaan debit yang ada.
- Analisa program linier dilakukan tiap musim tanam (MT) selama satu tahun. Dalam satu tahun terdiri dari tiga musim tanam, yaitu :  
 MT I : 21 November sd. 20 Maret;  
 MT II : 21 Maret sd. 1 Juli  
 MT III : 11 Juli sd. 20 November
- Masa tanam untuk musim tanam pertama, kedua dan ketiga adalah tetap.
- Data harga masukan dan keluaran produksi digunakan harga dasar

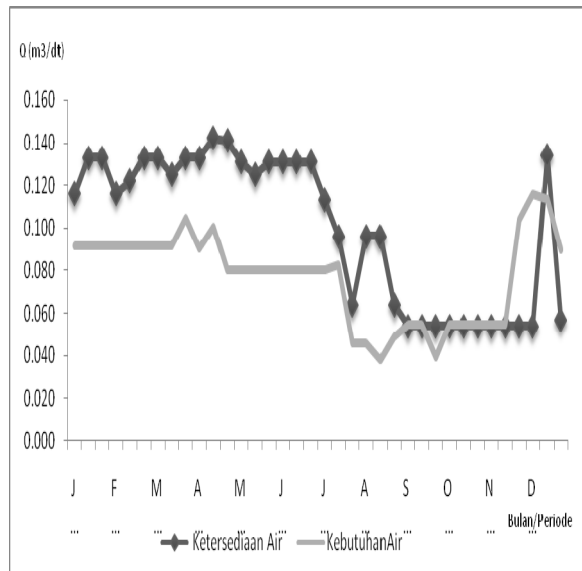
tahun 2008 untuk wilayah Kabupaten Malang,

- e. Jenis tanaman yang digunakan untuk model program linier ini disesuaikan dengan kebiasaan budidaya pertanian petani setempat, yaitu padi, polowijo (jagung dan sayur-sayuran) dan tebu.

### III. PEMBAHASA DAN HASIL

#### 3.1. Neraca Air

Neraca air merupakan perbandingan antara debit kebutuhan air irigasi dari RTTG di J.I Sumber Buntu dan ketersediaan air ( $Q_{80}$ ) irigasi di Bendung Sumber Buntu sebagaimana Tabel 2, dan grafik pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Neraca Air Bendung Sumber Buntu

#### 3.2. Keuntungan Tiap Musim Tanam

Nilai keuntungan tiap jenis tanaman tertera pada Tabel 3 merupakan nilai konstanta pada fungsi tujuan dalam model matematika program linier.

Analisa keuntungan tiap tanaman menggunakan acuan harga tahun 2008 untuk wilayah Kabupaten Malang, sehingga jika hasil optimasi dibandingkan dengan pola penggunaan lahan yang selama ini dari data 10 tahun terakhir sebagaimana Tabel 4 terlihat perbedaannya dengan hasil optimasi sehingga menjadi bahan evaluasi pengelolaan area pertanian khususnya di J. I. Sumber Buntu, Kabupaten Malang keuntungan hasil panen tertera pada Tabel 5.

#### 3.3. Model Matematika Program Linier

Berdasarkan hasil pada pembahasan sebelumnya, maka susunan model matematika program linier untuk mendapatkan total keuntungan selama 3 musim tanam dan keuntungan tiap musim tanam adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan :

$$Z = 10.310.000 X_1 + 2.627.000 X_2 + 58.675.500 X_3$$

Fungsi pembatas :

a. Ketersediaan air :

$$MT I : 64.175 X_1 + 22.790 X_2 + 12.574 X_3 \leq 103161600$$

$$MT II : 46.347 X_1 + 24.503 X_2 + 10.241 X_3 \leq 124588800$$

$$MT III : 14.921 X_1 + 36.149 X_2 + 7.456 X_3 \leq 73267200$$

b. Luas Lahan :

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 127$$

$$X_1 \leq 60 ; X_2 \leq 80 ; X_3 \leq 80$$

dan

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Persamaan model matematika program linier tersebut diselesaikan dengan metode Simpleks yang proses iterasinya dilakukan dengan bantuan komputer yaitu fasilitas Solver pada Microsoft Excel dengan hasil optimasi seperti tertera pada Tabel 6.

**Tabel 2.** Analisa Keuntungan Tiap Jenis Tanaman

Komponen	Padi	Polowijo	Tebu
Hasil Produksi (ton/ha)	6.25	3.65	36.50
Harga Jual (Rp/ton)	2,400,000	1,500,000	1,700,000
Total (Rp/ton)	15,000,000	5,475,000	62,050,000
Biaya Prod (Rp/ton)	4,690,000	2,847,500	3,374,500
Manfaat (Rp/ton)	10,310,000	2,627,500	58,675,500

Sumber : Dinas Pertanian Kota Malang, 2008

**Tabel 3.** Data Hasil Panen pada J.I. Sumber Buntu (2001 sd. 2010)

Masa Tanam	Tanaman	Rerata (Ha)
MT I	Padi	78.7
	Polowijo	28.3
	Tebu	20
MT II	Padi	65.5
	Polowijo	41
	Tebu	0
MT III	Padi	18.5
	Polowijo	88.5
	Tebu	0

Sumber : UPTD Pengairan Tumpang

**Tabel 4.** Analisis Neraca Air J.I. Sumber Buntu, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang

BLN	PRD	Ketersediaan Air Irigasi (m3/dt)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/dt)	Lebih/kurang (m3/dt)
JAN	1	0.116	0.091	0.025
	2	0.133	0.091	0.042
	3	0.133	0.091	0.042
FEB	1	0.116	0.091	0.025
	2	0.122	0.091	0.031
	3	0.133	0.091	0.042
MAR	1	0.133	0.091	0.042
	2	0.125	0.091	0.034
	3	0.133	0.105	0.028
APR	1	0.133	0.090	0.043
	2	0.142	0.100	0.042
	3	0.141	0.081	0.060
MEI	1	0.131	0.081	0.050
	2	0.125	0.081	0.044
	3	0.131	0.081	0.050
JUN	1	0.131	0.081	0.050
	2	0.131	0.081	0.050
	3	0.131	0.081	0.050
JUL	1	0.113	0.081	0.032
	2	0.096	0.083	0.013
	3	0.064	0.046	0.018
AGT	1	0.096	0.046	0.050
	2	0.096	0.038	0.058
	3	0.064	0.049	0.015
SEP	1	0.054	0.055	-0.001
	2	0.054	0.055	-0.001
	3	0.054	0.039	0.015
OKT	1	0.054	0.055	-0.001
	2	0.054	0.055	-0.001
	3	0.054	0.055	-0.001
NOP	1	0.054	0.055	-0.001
	2	0.054	0.055	-0.001
	3	0.054	0.104	-0.050
DES	1	0.054	0.116	-0.062
	2	0.134	0.114	0.020
	3	0.057	0.090	-0.033

Sumber : UPTD Pengairan Tumpang, Kab. Malang

**Tabel.5** Keuntungan Hasil Panen rata-rata (2001 sd. 2010)

MT	Jenis Tanaman	Hasil Panen Eksisting	
		Luas Lahan (Ha)	Keuntungan (Rp)
I	Padi	78.7	2.059.265.250,-
	Polowijo	28.3	
	Tebu	20.0	
II	Padi	65.5	783.032.500,-
	Polowijo	41.0	
	Tebu	-	
III	Padi	18.5	423.268.750,-
	Polowijo	88.5	
	Tebu	-	
<b>Total Keuntungan</b>			<b>3.265.566.500,-</b>

**Tabel 6.** Hasil Optimasi Program Linier

MT	Jenis Tanaman	Hasil Optimasi	
		Luas Lahan (Ha)	Keuntungan (Rp)
I	Padi	7	3.750.350.000,-
	Polowijo	60	
	Tebu	60	
II	Padi	63	649.530.000,-
	Polowijo	-	
	Tebu	-	
III	Padi	60	681.600.000,-
	Polowijo	-	
	Tebu	-	
<b>Total Keuntungan</b>			<b>5.018.480.00,-</b>

#### IV. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

Dari data hasil panen rata-rata selama 10 tahun terakhir pada masa tanam I luas tanam padi 78,7 Ha, polowijo 28,3 hektar dan tebu 20 hektar dengan keuntungan Rp. 2,059,265,250. Pada musim tanam II luas lahan padi 65,5 hektar, polowijo 41 hektar dengan keuntungan Rp. 783.032.500,- . Pada musim tanam III luas lahan padi 18,5 hektar dan polowijo 88,5 hektar dengan keuntungan Rp. 423.268.750,-

Dari hasil optimasi program linier keuntungan tiap musim tanam:

- Musim tanam I : luas lahan optimum padi 7 hektar atau 5,5% dari luas lahan total sedangkan polowijo dan tebu

masing-masing 60 hektar atau 47,2% dari luas lahan total dengan keuntungan maksimum Rp 3,750,350,000.

- b. Musim tanam II : luas lahan optimum padi 63 hektar atau 49,6% dari luas lahan total, luas lahan tebu 60 hektar atau 47,2% dari luas lahan total yang ditanam pada musim sebelumnya sedang untuk polowijo 0 (nol) hektar dengan keuntungan maksimum Rp. 649.530.000,-.
- c. Musim tanam III : luas lahan optimum padi 60 hektar atau 47,2% dari luas lahan yang ditanam pada musim sebelumnya sedang untuk polowijo 0 (nol) hektar dengan keuntungan maksimum Rp. 618.600.000,

Dari ketiga musim tanam terdapat kondisi bero pada musim tanam II dan III masing-masing 4 hektar dan 7 hektar.

Hasil optimasi dapat meningkatkan keuntungan petani 54%, sebagaimana perbandingan keuntungan selama tiga musim hasil panen rata-rata selama 10 tahun Rp. 3.265.566.500,- dengan keuntungan total hasil optimasi Rp. 5.018.480.000,-.

#### **4.2. Saran**

Berdasarkan kesimpulan di atas, pada daerah-daerah yang selama mempunyai potensi debit ketersediaan yang kurang memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, maka analisa optimasi lebih memberikan gambaran pola tanam dan

penggunaan lahan yang tepat untuk mendapatkan hasil panen yang maksimum.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 1995. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Edisi-II*. Direktorat Jenderal Pengairan: Departemen Pekerjaan Umum
- Anonim. 1997. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Edisi-IV*. Direktorat Jenderal Pengairan: Departemen Pekerjaan Umum
- Asri, Marwan dan Hidayat. 1984. *Linear Programming*. Yogyakarta: BPFE
- Montarcih Lily, 2009, *Hidrologi TSA 1-2*, Malang, CV. Citra Malang
- Montarcih Lily, 2009. *Manajemen Air Lanjut* Malang. CV Asrori
- Montarcih Lily, 2008, *Pengaruh Perubahan Cuaca Terhadap Optimasi Irigasi dengan Program Linier*, Malang, CV. Citra Malang
- Montarcih Lily dan Soetopo Widandi, 2009, *Statika Terapan untuk Teknik Pengairan*, Malang, CV. Citra Malang.
- Soemarto, C.D. 1986. *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Usaha Nasional
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K. 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional