

Optimasi Pola Tanam Dengan Menggunakan Program Linier (Studi Kasus Daerah Irigasi Mrican Kiri)

The cropping Pattern Optimization using the Linear Program (a case study of Irrigation Area Mrican Kiri)

Ruslan Wirosoedarmo^{1*} Bambang Rahadi Widiatmono¹, Siti Muamanah²

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

²Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

*Email Korespondensi : ruslanwr@ub.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan jaman peningkatan jumlah penduduk akan semakin meningkat sehingga sumberdaya alam juga akan meningkat. Pola tanam merupakan usaha tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun dengan mengatur susunan tata urutan tanaman selama periode waktu tertentu, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Penelitian ini digunakan dalam mengoptimasi pola tanam dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dengan kendala ketersediaan air, kebutuhan tenaga kerja, dan luas lahan yang ada. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah optimasi dengan menggunakan program linier dengan bantuan software Quantity Method for Windows 2. Hasil optimasi didapatkan alternatif pola tanam yang direncanakan yaitu luas lahan pola tanam X1 sebesar 114,0934 ha, pola tanam X2 sebesar 6,9664 ha, pola tanam X4 sebesar 253,9402 ha, sedangkan pola tanam X3 adalah tidak optimal. Keuntungan yang didapatkan dari hasil optimasi pada luas lahan seluas 375 ha selama satu tahun sebesar Rp 94.797.620,04,-.

Kata Kunci : Optimasi, pola tanam, program linier

Abstract

Along with the changing times the increase in population will be increased so that natural resources will also increase. The cropping pattern is cropping up on a plot of land in one year by setting the order of sequence of the tata plant during a certain time period, including the period of tillage. This research used in the cropping pattern with the goal of optimizing maximise profits with water availability constraints, the needs of the workforce, and the land area is. The methods used in this research is optimization using the linear program with the help of software Quantity Method for Windows 2. The results of the optimization alternative planting patterns obtained planned i.e. the planting pattern X1 land area of 114.0934 ha, planting patterns X2 of 6.9664 ha, planting patterns of 253.9402 X4 ha, while cropping pattern X3 is not optimal. The profit obtained from the results of optimization on a land area of roughly 375 ha for one year of Rp 94,797, 620.04,-.

Keywords : Linear program, optimization, planting patterns

PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya alam utama bagi kehidupan manusia dan juga sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produksi pertanian. Pendistribusian air pada area pertanian sangat penting karena apabila kelebihan air akan berpengaruh buruk pada tanaman dan begitu pula sebaliknya apabila kekurangan air, sehingga diperlukan upaya peningkatan produktifitas pertanian terutama pada irigasi. Air irigasi juga

berpengaruh pada kegiatan budidaya pertanian seperti pada kegiatan pola tanam.

Menurut Dinas Pekerjaan Umum UPT Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Puncu - Selodono - Kediri (2014), Daerah Irigasi Mrican Kiri terletak di lintas wilayah yaitu Kabupaten Nganjuk luas daerah irigasinya yang tersedia sebesar 12.354 Ha, sedangkan Kabupaten Kediri luas daerah irigasinya sebesar 375 Ha, yang kemudian dipasok airnya dari Bendung

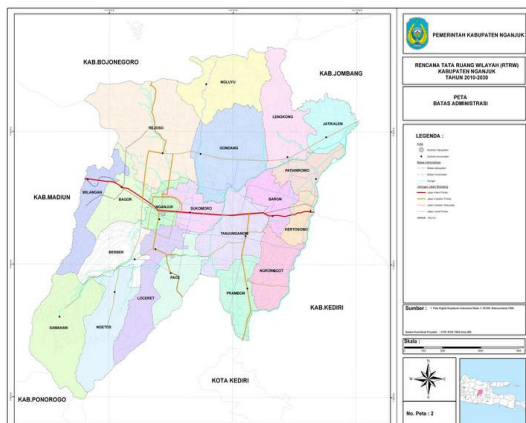
Waruturi (Bendung Mrican) yang berada di daerah Mrican Kabupaten Nganjuk. Penggunaan kebutuhan air di daerah Mrican Kiri lebih besar dibandingkan dengan sumber ketersediaan air yang ada, sehingga diperlukan pengelolaan sistem irigasi yang baik.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan optimasi penggunaan air irigasi menggunakan program linier dengan program bantu *software Quantity Method for windows 2* untuk meningkatkan hasil produksi pertanian dengan menggunakan pengaturan cara pemberian air irigasi yang baik dan pengaturan pola tanam yang lebih optimal.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaksanakan pada bulan Desember 2014 hingga Februari 2015. Tempat penelitian ini dilaksanakan di (Daerah Irigasi Mrican Kiri Kecamatan Prambon), Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur dengan areal seluas 375 Ha yang terletak pada koordinat antara $111^{\circ} 47' 05''$ sampai dengan $112^{\circ} 18' 20''$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 36' 12''$ sampai dengan $8^{\circ} 0' 32''$ Lintang Selatan. Peta administrasi Kabupaten Nganjuk dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Bappeda Kabupaten Nganjuk, 2014

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari dinas UPT PSDA Sungai Puncu-Selodono-Kediri, BPS Kabupaten Kediri, dan Dinas Pertanian Kota Kediri.

Data sekunder berupa data curah hujan (2004-2013), data debit (2004-2013), data klimatologi (2004-2013), data jenis

tanah, data Rencana Tata Tanam Global (2013/2014), data analisis usaha tani, data tenaga kerja, dan peta lokasi.

1. Data debit intake

Pengolahan data debit digunakan untuk menghitung debit andalan. Perhitungan debit ini menggunakan metode tahun dasar (*Basic Year*) dengan persamaan rumus *Weibull* (Subarkah, 1980):

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

2. Data curah hujan

a. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode analisis kurva massa ganda

b. Perhitungan curah hujan wilayah dengan menggunakan metode rerata aljabar/aritmatika (Sosrodarsono, 1976) :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2)$$

c. Perhitungan curah hujan andalan menggunakan metode *Basic Year* dengan tingkat kepercayaan 80% (Sosrodarsono, 1976) :

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

d. Perhitungan curah hujan efektif dengan data curah hujan 10 harian (Dirjen Pengairan KP-01, 1986) :

$$Re_{padi} = (70\% \times R_{80}) \text{ mm/hari} \quad (4)$$

$$Re_{palawija} = (50\% \times R_{80}) \text{ mm/hari} \quad (5)$$

$$Re_{tebu} = (60\% \times R_{80}) \text{ mm/hari} \quad (6)$$

3. Perhitungan kebutuhan air tanaman

a. Data klimatologi digunakan untuk menghitung nilai evapotranspirasi dengan rumus *Penman* (Suhardjono, 1994) :

$$E_{to} = c \cdot E_{to}^* \quad (7)$$

$$E_{to}^* = W \cdot (0,75 \cdot R_s - R_{n1}) + (1 - W) \cdot f(u) \quad (8)$$

$$(ea-ed)$$

4. Perhitungan kebutuhan penyiapan lahan

a. Pengolahan data klimatologi sehubungan dengan penyiapan lahan digunakan metode *Van De Goor* dan *Ziljstrayang* :

$$LP = M \cdot \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad (9)$$

5. Perhitungan pergantian lapisan air (WLR)

Pergantian lapisan air dilakukan satu kali yaitu pada saat tanaman berumur 20-30 hari setelah pemindahan tanaman. Tinggi lapisan air yang direncanakan adalah 50 mm selama 30 hari (Montarcih, 2008) :

$$WLR = \frac{50 \text{ mm}}{30 \text{ hari}} = 1.67 \text{ mm/hari} \quad (10)$$

6. Perumusan model optimasi menggunakan metode program linier dengan bantuan software QM versi 2.0

a. Fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan

$$Z = (X_1.P_1) + (X_2.P_2) + (X_3.P_3) + (X_4.P_4) \quad (11)$$

b. Fungsi kendala ketersediaan air

$$(q_{ij}.X_1) + \dots + (q_{ij}.X_n) \leq Q_j \quad (12)$$

c. Fungsi kendala tenaga kerja

$$(t_{ij}.X_1) + \dots + (t_{ij}.X_n) \leq T_j \quad (13)$$

d. Fungsi kendala luas lahan

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq X_t \quad (14)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit Andalan

Penentuan kemungkinan debit terpenuhi atau tidak terpenuhi dapat dilihat dari debit yang sudah diamati dan disusun secara urut dari terbesar ke terkecil.

Berdasarkan **Tabel 1** dapat dilihat bahwa pada periode I nilai debit andalan tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 4943.999 lt/dt dan nilai debit andalan terendah terjadi pada bulan Februari sebesar 2393.578 lt/dt. Periode II nilai debit andalan tertinggi terjadi pada bulan Februari sebesar 4544.042 lt/dt dan nilai debit andalan terendah terjadi pada bulan Oktober sebesar 2894.582 lt/dt. Periode III nilai debit andalan tertinggi terjadi pada bulan September sebesar 3622.192 lt/dt dan nilai debit andalan terendah terjadi pada bulan 2036.800 lt/dt. Sehingga debit andalan tertinggi selama 1 tahun terjadi pada bulan Juni periode I sebesar 4943.999 lt/dt dan debit andalan terendah terdapat pada bulan November periode III sebesar 2036.800 lt/dt.

Iklm dan Evapotranspirasi

Perhitungan klimatologi meliputi temperature udara, kecepatan angina, kelembaban relative dan lama penyinaran matahari yang berfungsi untuk menghitung evapotranspirasi. Hasil perhitungan nilai evapotranspirasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Debit Andalan Mrican Kiri

Bulan	Periode	Debit (l/dt)		Debit Andalan 80%		
		2013	2012	l/dt	m3/dt	m3/dt
Jan	I	3951	3303	3432.586	3.43	
	II	2871	3727	3555.819	3.56	9.03
	III	2028	2039	2036.800	2.04	
Feb	I	3200	2192	2393.578	2.39	
	II	3028	4923	4544.042	4.54	10.56
	III	4287	3452	3618.982	3.62	
Mar	I	4529	3105	3389.769	3.39	
	II	3063	4584	4279.833	4.28	11.20
	III	4223	3360	3532.581	3.53	
Apr	I	3672	3378	3436.794	3.44	
	II	4554	3929	4053.986	4.05	10.75
	III	4800	2878	3262.358	3.26	
Mei	I	4988	4673	4735.993	4.74	
	II	3948	3645	3705.593	3.71	11.90
	III	2927	3596	3462.215	3.46	
Jun	I	4665	4987	4922.607	4.92	
	II	3655	2879	3034.183	3.03	11.57
	III	2500	3890	3612.031	3.61	
Jul	I	4976	4936	4943.999	4.94	
	II	3509	3367	3395.397	3.40	11.66
	III	2198	3597	3317.231	3.32	
Ags	I	3921	4816	4637.020	4.64	
	II	3235	3392	3360.603	3.36	11.49
	III	4789	3165	3489.764	3.49	
Sep	I	4775	4320	4410.990	4.41	
	II	4388	2894	3192.767	3.19	11.23
	III	3899	3553	3622.192	3.62	
Okt	I	3662	2763	2942.780	2.94	
	II	3545	2732	2894.582	2.89	8.68
	III	3015	2797	2840.595	2.84	
Nov	I	2868	2990	2965.603	2.97	
	II	3976	3433	3541.588	3.54	8.58
	III	2840	1880	2071.979	2.07	
Des	I	2009	3189	2953.026	2.95	
	II	3049	4295	4045.827	4.05	10.28
	III	3298	3278	3282.000	3.28	

Tabel 2. Iklm dan Evapotranspirasi

Bulan	T	Rh	n/N	U	Eto
	°C	%	%	km/hr	mm/hr
Jan	28.1	88.5	32.61	31.5	4.24
Feb	25.9	81.3	41.8	24.5	4.52
Ma	28.9	90.7	43.94	24.5	4.11
Apr	28.8	90.9	50.73	24.5	4.41
Mei	28.8	92.9	52.94	18.7	3.71
Jun	27	87.9	50.73	17	3.37
Jul	27.7	88.3	53.97	46.8	3.58
Ags	25.5	86	69.39	64	3.92
Sep	28	85.8	90.13	78.4	5.95
Okt	29.9	83.9	82.24	67.7	6.62
Nov	29.6	87.6	51.33	35.9	5.63
Des	29.3	90.1	43.78	25.8	4.94

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan **Tabel 2** dapat diketahui bahwa hasil perhitungan nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober sebesar 6.62 mm/hr dan nilai evapotranspirasi terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 3.37 mm/hr. Semakin tingginya nilai evapotranspirasi maka nilai suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif dan lama penyinaran matahari juga

akan meningkat. Sedangkan rendahnya nilai evapotranspirasi dipengaruhi oleh rendahnya kecepatan angin.

Curah Hujan

Stasiun hujan yang digunakan pada Daerah Irigasi Mrican Kiri yaitu stasiun Baron, Prambon, dan Warujayeng. Data rata-rata curah hujan 10 harian dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa jumlah nilai curah hujan 10 harian tertinggi terjadi pada tahun 2010 dan jumlah nilai curah hujan 10 harian terendah terjadi pada tahun 2009.

Tabel 3. Rata-rata curah hujan 10 harian

Bulan	Periode	Curah Hujan Rata-rata 10 Harian (mm/dt)									
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Jan	Jan I	22.3	25.7	169.7	17.3	100.3	78.3	115.3	70.3	188.3	94.0
	Jan II	130.7	89.7	57.3	12.0	24.0	58.0	62.7	44.0	167.3	104.3
	Jan III	192.0	102.5	136.3	65.3	66.7	222.3	126.0	162.3	88.3	190.7
Feb	Feb I	115.7	103.6	78.3	162.7	114.3	145.3	107.3	109.0	82.3	139.0
	Feb II	44.3	73.0	128.7	86.0	38.0	22.3	100.0	40.7	89.0	166.0
	Feb III	131.3	120.2	55.0	80.0	89.0	252.7	98.3	86.0	78.7	53.7
Mar	Mar I	210.7	149.0	95.3	76.7	128.3	86.7	102.7	131.3	99.7	72.0
	Mar II	59.3	105.7	109.0	121.7	74.3	21.0	137.3	33.3	34.7	217.0
	Mar III	73.7	39.7	93.0	187.7	177.0	67.0	152.0	119.0	5.7	76.0
Apr	Apr I	23.7	40.3	148.0	76.7	54.7	15.3	32.7	78.7	87.3	123.0
	Apr II	15.0	65.0	123.3	189.0	9.7	80.7	97.7	70.0	35.3	123.7
	Apr III	11.0	16.3	22.7	70.0	26.0	51.0	184.7	37.7	29.0	1.7
Mei	Mei I	0.0	6.3	129.3	2.3	12.0	0.0	50.3	154.7	85.0	8.7
	Mei II	6.7	15.3	0.0	1.3	0.0	18.7	98.0	53.7	0.0	52.0
	Mei III	12.0	4.3	54.3	16.7	2.7	10.0	101.3	0.0	0.0	58.7
Jun	Jun I	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	6.3	0.0	0.0	7.7	166.7
	Jun II	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.3
	Jun III	0.0	0.0	0.0	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	34.3
Jul	Jul I	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7
	Jul II	11.3	5.5	0.0	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0
	Jul III	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3
Ags	Ags I	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
	Ags II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ags III	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.3	0.0	0.0	0.0
Sep	Sep I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	0.0	0.0	0.0
	Sep II	5.0	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	104.7	0.0	0.0	0.0
	Sep III	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.7	0.0	0.0	0.0
Okt	Okt I	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	0.0	59.7	0.0	9.7	0.0
	Okt II	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	62.3	0.0	10.3	0.0
	Okt III	0.0	15.7	0.0	43.3	70.3	20.0	79.3	36.0	2.7	13.7
Nov	Nov I	0.0	0.0	0.7	58.0	79.7	10.3	204.3	116.0	1.7	5.7
	Nov II	4.0	0.0	0.0	2.3	81.3	61.7	9.0	44.0	18.7	76.7
	Nov III	150.3	164.0	21.0	11.0	81.7	44.7	29.3	37.7	99.7	32.7
Des	Des I	88.7	83.3	5.7	131.7	30.3	16.0	201.0	36.7	87.7	68.3
	Des II	19.0	25.3	47.0	32.3	93.3	3.3	45.7	84.7	31.7	122.7
	Des III	153.7	173.3	121.3	88.7	25.3	62.7	47.3	75.3	158.7	42.0
Jumlah		1485.7	1433.8	1596.0	1592.7	1420.7	1354.3	2538.0	1621.0	1503.3	2230.3
Rata-rata		80.3	39.8	44.3	44.2	39.5	37.6	70.5	45.0	41.8	62.0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Menurut Montarcih (2008), uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan uji kurva massa ganda dengan cara data curah hujan tahunan dengan jangka waktu yang panjang dari suatu stasiun penakar hujan dibandingkan dengan data curah hujan rata-rata sekelompok stasiun penakar hujan lain dalam periode yang sama. Hasil uji konsistensi data hujan dengan 3 stasiun hujan menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai koefisien determinasi (R^2)

No.	Nama Stasiun Hujan	Koefisien Determinasi (R^2)
1	Baron	0.992
2	Prambon	0.996
3	Warujayeng	0.997
Rata-rata		0.995

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan Tabel 4 nilai koefisien determinasi (R^2) tersebut diperoleh sebesar 99% dari 3 stasiun di Daerah Irigasi Mrican Kiri, sehingga menunjukkan bahwa data curah hujan dari ketiga stasiun tersebut tidak mengalami penyimpangan karena pengaruh lingkungan maupun kesalahan pengukuran sehingga dinyatakan baik karena nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 100%.

Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif

Curah hujan andalan dan curah hujan efektif digunakan untuk dasar kebutuhan air tanaman padi maupun palawija. Pertumbuhan tanaman di areal lahan dipengaruhi oleh turunnya curah hujan pada suatu areal tersebut. Curah hujan tersebut digunakan untuk mengganti kehilangan air yang terjadi akibat evapotranspirasi, perkolasi, kebutuhan penyiapan lahan dan pengolahan lahan. Curah hujan efektif dihitung berdasarkan data hujan yang tersedia dengan peluang andalan 80%.

Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan dilakukan sebelum pembibitan untuk mengkondisikan lahan pertanian untuk keperluan tanaman agar sesuai dengan pertumbuhannya. Kondisi lahan untuk pembibitan harus lembab sehingga memadahi untuk persemaian yang baru tumbuh, hal ini berarti air yang dibutuhkan cukup banyak. Khususnya pada tanaman padi yang membutuhkan banyak air agar tanah tetap dalam keadaan lunak dan gembur. Pengolahan tanah ini dilakukan antara 20 sampai dengan 30 hari sebelum masa tanam. Kebutuhan air untuk pengolahan tanah dipengaruhi oleh proses evapotranspirasi potensial. Besarnya air untuk penyiapan lahan bergantung pada kondisi tanah, lama penyiapan lahan dan pola tanam yang diterapkan. Perhitungan penyiapan lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Penyiapan Lahan

Bulan	Parameter							
	Eto	EO = 1.1 Eto	P	M = EO + P	T	Penjenuhan, S = 250 mm	k = M T / S	PL = M x e ^k / (e ^k -1)
	mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari
Januari	4.24	4.66	1.50	6.16	31	250	0.76	11.54
Februari	4.52	4.98	1.50	6.48	29	250	0.75	12.26
Maret	4.11	4.52	1.50	6.02	31	250	0.75	11.45
April	4.41	4.85	1.50	6.35	30	250	0.76	11.91
Mei	3.71	4.08	1.50	5.58	31	250	0.69	11.17
Juni	3.37	3.71	1.50	5.21	30	250	0.63	11.21
Juli	3.58	3.94	1.50	5.44	31	250	0.67	11.09
Agustus	3.92	4.31	1.50	5.81	31	250	0.72	11.31
September	5.95	6.54	1.50	8.04	30	250	0.97	12.99
Oktober	6.62	7.28	1.50	8.78	31	250	1.09	13.24
November	5.63	6.20	1.50	7.70	30	250	0.92	12.77
Desember	4.94	5.44	1.50	6.94	31	250	0.86	12.02

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk penyiapan lahan terbesar terjadi pada bulan Oktober sebesar 13.24 mm/hari dan kebutuhan air untuk penyiapan lahan terkecil terjadi pada bulan Juli sebesar 11.09 mm/hari.

Kebutuhan Air Irigasi

Setiap tanaman memerlukan air untuk masa pertumbuhannya sebagai zat tumbuh. Kebutuhan air ini berbeda-beda selama masa tumbuhnya. Masa tumbuh setiap tanaman berbeda, sehingga dalam satu tahun kita dapat mengatur macam tanaman yang ditanam sesuai dengan masa tumbuhnya. Sehingga dalam satu tahun dapat diperoleh suatu pola tanam yang sesuai dengan masa tanamnya. Pola tanam yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pola tanam X1 (padi-padi-padi), pola tanam X2 (padi-padi-palawija), pola tanam X3 (padi-palawija-palawija), dan pola tanam X4 (tebu).

Kebutuhan Bersih Air di Sawah (NFR)

Kebutuhan air irigasi di sawah ditentukan oleh beberapa faktor antara lain : penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi, penggantian lapisan air, curah hujan efektif, dan pola tanam. Nilai kebutuhan bersih air di sawah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan Bersih Air di Sawah (NFR)

Musim	Bulan	NFR (m ³ /dt/ha)			
		X1	X2	X3	X4
Hujan	Nov	0.0311	0.0311	0.0311	0.0072
	Des	0.0092	0.0092	0.0092	0.0028
	Jan	0.0048	0.0048	0.0048	0.0026
	Feb	0.0008	0.0008	0.0008	0.0002
Kemarau I	Mar	0.0159	0.0159	0.0001	0.0022
	Apr	0.006	0.006	0.0052	0.0076
	Mei	0.0109	0.0109	0.0067	0.0076
	Jun	0.0109	0.0109	0.0046	0.0082
Kemarau II	Jul	0.0381	0.0021	0.0021	0.0127
	Ags	0.0221	0.0109	0.0109	0.0143
	Sep	0.0261	0.0188	0.0188	0.0158
	Okt	0.0185	0.009	0.009	0.0127
Total		0.1944	0.1304	0.1033	0.0939

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai kebutuhan bersih air di sawah dari yang terbesar sampai terkecil adalah pola tanam X1 sebesar 0.0381 m³/dt/ha, pola tanam X2 dan pola tanam X3 sama sebesar 0.0311 m³/dt/ha, dan pola tanam X4 sebesar 0.0158 m³/dt/ha, hal ini disebabkan pada pola tanam X1 memiliki kebutuhan air terbesar karena tanaman padi banyak membutuhkan air dibandingkan tanaman palawija dan tebu.

Kebutuhan Air Irigasi di Intake (DR)

Kebutuhan air di *intake* ditentukan dengan memperhitungkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan dan tidak terlepas dari kebutuhan air di sawah. Nilai kebutuhan air irigasi di *intake* pada masing-masing pola tanam tiap bulan dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa kebutuhan air irigasi di intake (DR) terbesar terjadi pada pola tanam X1 sebesar 0.299 m³/dt/ha, kebutuhan air terbesar kedua terjadi pada pola tanam X2 sebesar 0.2005 m³/dt/ha, kebutuhan air terbesar ketiga terjadi pada pola tanam X3 sebesar 0.1586 m³/dt/ha, dan kebutuhan air terkecil terjadi pada pola tanam X4 sebesar 0.1445 m³/dt/ha. Hal ini disebabkan pada pola tanam X1 memiliki kebutuhan air irigasi terbesar karena tanaman padi banyak membutuhkan air dibandingkan tanaman palawija dan tebu.

Tabel 7. Kebutuhan Air Irigasi di *Intake* (DR)

Musim	Bulan	DR (m ³ /dt/ha)			
		X1	X2	X3	X4
Hujan	Nov	0.0478	0.0478	0.0478	0.011
	Des	0.0141	0.0141	0.0141	0.0043
	Jan	0.0074	0.0074	0.0074	0.004
	Feb	0.0012	0.0012	0.0012	0.0003
Kemarau I	Mar	0.0245	0.0245	0.0001	0.0034
	Apr	0.0093	0.0093	0.008	0.0117
	Mei	0.0168	0.0168	0.0103	0.0118
	Jun	0.0167	0.0167	0.007	0.0126
Kemarau II	Jul	0.0586	0.0032	0.0032	0.0195
	Ags	0.034	0.0167	0.0167	0.022
	Sep	0.0401	0.029	0.029	0.0244
	Okt	0.0285	0.0138	0.0138	0.0195
Total		0.299	0.2005	0.1586	0.1445

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Neraca Air

Neraca air dihitung dengan mengurangkan debit andalan dengan besarnya kebutuhan air pada masing-masing pola tanam. Neraca air pada kebutuhan air irigasi berdasarkan debit andalan Mrican Kiri dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Neraca Air berdasarkan Debit Andalan

Bulan	Kebutuhan Air Irigasi				Luas lahan	Debit andalan	Defisit/Surplus			
	X1	X2	X3	X4			X1	X2	X3	X4
	m ³ /dt/ha						ha	m ³ /dt	m ³ /dt	
Nov	0.0478	0.0478	0.0478	0.011	375	8.58	-9.345	-9.345	-9.345	4.455
Des	0.0141	0.0141	0.0141	0.0043	375	10.28	4.9925	4.9925	4.9925	8.6675
Jan	0.0074	0.0074	0.0074	0.004	375	9.03	6.255	6.255	6.255	7.53
Feb	0.0012	0.0012	0.0012	0.0003	375	10.56	10.11	10.11	10.11	10.4475
Mar	0.0245	0.0245	0.0001	0.0034	375	11.2	2.0125	2.0125	11.163	9.925
Apr	0.0093	0.0093	0.008	0.0117	375	10.75	7.2625	7.2625	7.75	6.3625
Mei	0.0168	0.0168	0.0103	0.0118	375	11.9	5.6	5.6	8.0375	7.475
Jun	0.0167	0.0167	0.007	0.0126	375	11.57	5.3075	5.3075	8.945	6.845
Jul	0.0586	0.0032	0.0032	0.0195	375	11.66	-10.315	10.46	10.46	4.3475
Ags	0.034	0.0167	0.0167	0.022	375	11.49	-1.26	5.2275	5.2275	3.24
Sep	0.0401	0.029	0.029	0.0244	375	11.23	-3.8075	0.355	0.355	2.08
Okt	0.0285	0.0138	0.0138	0.0195	375	8.68	-2.0075	3.505	3.505	1.3675
Total	0.299	0.2005	0.1586	0.1445		126.93	14.805	51.743	67.455	72.7425

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa pola tanam X1 (padi-padi-padi) dan pola tanam X2 (padi-padi-palawija) mengalami defisit atau kekurangan air, sedangkan pada pola tanam X3 (padi-palawija-palawija) dan pola tanam X4 (tebu) mengalami surplus atau kelebihan air. Namun pada bulan November debit andalan mengalami defisit atau kekurangan air, sehingga hal ini menunjukkan bahwa debit andalan pada

bulan November dapat mencukupi kebutuhan air untuk menanam palawija pada lahan 375 Ha. Surplus terbesar terjadi pada pola tanam X4 (tebu) sebesar 72.7425 m³/dt, surplus pada pola tanam X3 (padi-palawija-palawija) sebesar 67.455 m³/dt, dan surplus pada pola tanam X2 (padi-padi-palawija) sebesar 51.7425 m³/dt, sehingga defisit terjadi pada pola tanam X1 (padi-padi-padi) sebesar 14.805 m³/dt.

Tenaga Kerja

Tenaga dalam usaha pertanian merupakan bagian terpenting dalam kebutuhan akan tenaga kerja penggerak yang secara langsung maupun tidak langsung mengendalikan atau menggerakkan suatu peralatan tani. Ketersediaan tenaga kerja di sektor pertanian sangat berkurang dikarenakan peningkatan jumlah penduduk. Jumlah total sumber tenaga kerja yang ada di Daerah Irigasi Mrican Kiri sebesar 37,089 orang dan dikonversikan ke dalam satuan *Horse Power* (HP). Ketersediaan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Ketersediaan Tenaga Kerja

Kecamatan	Jumlah Tenaga Kerja	
	Orang	Horse Power (Hp)
Baron	8,242	824.20
Prambon	10,487	1048.70
Tanjunganom	18,360	1836.00
Total	37,089	3708.90
Per bulan		111,267.00
Per musim		445,068.00

Sumber : BPS Kabupaten Nganjuk, 2013

Berdasarkan Tabel 10 kebutuhan tenaga kerja yang terbesar pada penelitian ini yaitu pada pola tanam X1 sebesar 36.3 Hp, hal ini disebabkan oleh tanaman padi yang setiap bulannya membutuhkan tenaga kerja daripada tanaman palawija dan tanaman tebu yang setiap bulannya tidak selalu membutuhkan tenaga kerja. Nilai kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kebutuhan Tenaga Kerja

Musim	Bulan	Kebutuhan Tenaga Kerja (Hp)			
		X1	X2	X3	X4
Hujan	Nov	3.2	3.2	3.2	2.5
	Des	3.5	3.5	3.5	2.5
	Jan	2.5	2.5	2.5	0
	Feb	2.9	2.9	2.9	0
Kemarau I	Mar	3.2	3.2	3.7	0
	Apr	3.5	3.5	1.5	0
	Mei	2.5	2.5	2.5	0
	Jun	2.9	2.9	2.6	0
Kemarau II	Jul	3.2	3.7	3.7	1
	Ags	3.5	1.5	1.5	0
	Sep	2.5	2.5	2.5	0
	Okt	2.9	2.6	2.6	5
Total		36.3	34.5	32.7	11

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Usaha Tani

Perhitungan analisis usahatani ini dimaksudkan untuk fungsi tujuan dari optimasi pola tanam yang digunakan untuk fungsi sasaran perhitungan. Analisis usaha tani dapat dilihat ada Tabel 11.

Tabel 11. Usaha tani

Komoditi	Padi	Jagung	Tebu
Rata-rata produksi (ton/ha)	7.3	6.8	70
Harga produk (Rp/ton)	3,800,000	3,000,000	520,000
Hasil produksi (Rp/ha)	27,740,000	20,400,000	36,400,000
Biaya produksi (Rp/ha)	11,208,000	9,051,500	12,710,000
Keuntungan (Rp/ha)	16,532,000	11,348,500	23,690,000

Sumber : Dinas Pertanian Kota Kediri, 2014

Berdasarkan Tabel 11 keuntungan pada masing-masing tanaman per hektar diperoleh dari pengurangan hasil produksi dengan biaya produksi, sedangkan hasil produksi tersebut diperoleh dari harga produksi dikalikan rata-rata produksi. Keuntungan terbesar terjadi pada tanaman padi yaitu sebesar 16,532,000 dan tanaman jagung yaitu sebesar 11,348,500 hal ini merupakan hasil penanaman selama satu musim saja, tanaman padi dan tanaman jagung juga merupakan tanaman musiman. Hasil keuntungan dari pola tanam X1 (padi-padi-padi) yaitu sebesar Rp 42,100,000 per tahun, keuntungan dari pola tanam X2 (padi-padi-palawija) yaitu sebesar Rp 39,157,100 per tahun, keuntungan dari pola tanam X3 (padi-palawija-palawija) yaitu sebesar Rp 36,205,300 per tahun, dan keuntungan dari pola tanam X4 (tebu) yaitu sebesar Rp 23,690,000. Hal ini disebabkan

karena tanaman tebu merupakan tanaman yang masa tanamnya selama satu tahun.

Optimasi Pola Tanam

Optimasi pola tanam dilakukan dengan dua tahapan yaitu dengan program linier model matematis dan dengan hasil optimasi dari bantuan software Quantity Methods for Windows 2. Ada 3 unsur penting dalam penentuan program linear yaitu variabel putusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala. Hasil optimasi pola tanam dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Optimasi Pola Tanam

Pola Tanam	Luas Lahan Optimal (Ha)	Keuntungan Maksimum (Rp)
X1	114.0934	42,100,000
X2	6.9664	39,200,000
X3	0	36,200,000
X4	253.9402	23,700,000
Total		Keuntungan 94,797,602.04

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa hasil optimasi tersebut berbeda dengan data Rencana Tata Tanam Global (RTTG) yang didapat dari UPT PSDA Sungai Puncu-Selodono-Kediri, dimana keuntungan yang didapatkan berdasarkan data tersebut sebesar 16,867,947,500, sedangkan keuntungan yang diperoleh dari hasil optimasi tersebut sebesar Rp 94,797,620.04 per tahun. Nilai keuntungan RTTG dapat dilihat pada Tabel 12.

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa keuntungan pada optimasi memiliki keuntungan lebih kecil dibandingkan dengan data RTTG, hal ini disebabkan karena pada optimasi yang dilakukan ada rekomendasi untuk menanam tebu, karena keuntungan yang diperoleh sangat banyak dibandingkan dengan tanaman lainnya.

Tabel 13. Keuntungan RTTG 2014

Tanaman	Luas lahan (Ha)			Total	Keuntungan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Hujan	Kemarau I	Kemarau II			
Padi	367	367	0	734	16,532,000.00	12134488000
Palawija	0	0	367	367	11,348,500.00	4164899500
Tebu	8	8	8	24	23,690,000.00	568560000
	375	375	375		Total Keuntungan	16867947500

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan hasil perhitungan dari hasil optimasi yang telah dilakukan, didapatkan

beberapa kesimpulan debit Andalan Daerah Irigasi Mrican Kiri yang dapat digunakan untuk keperluan irigasi sebesar 2.04 m³/dt hingga 4.94 m³/dt. Debit terendah terjadi pada bulan Januari periode III dan debit terbesar terjadi pada bulan Juli periode I.

Kebutuhan air irigasi terbesar adalah pada pola tanam X1 sebesar 0.0381 m³/dt/ha, pada pola tanam X2 dan pola tanam X3 sama sebesar 0.0311 m³/dt/ha, dan yang terkecil pada pola tanam X4 sebesar 0.0158 m³/dt/ha, sedangkan untuk tenaga kerja yang tersedia pada Daerah Irigasi Mrican Kiri sebanyak 10,487 Hp per bulan. Kebutuhan tenaga kerja dari yang terbesar adalah pada pola tanam X1 sebesar 36.3 Hp, pola tanam X2 sebesar 34.5 Hp, pola tanam X3 sebesar 32.7 Hp, dan pola tanam X4 sebesar 11 Hp.

Hasil optimasi dari program software Quantity Method for Windows 2 didapatkan luas lahan pada pola tanam X1 sebesar 114.0934 ha, pada pola tanam X2 sebesar 6.9664 ha, pada pola tanam X3 adalah nol, dan pada pola tanam X4 sebesar 253.9402 ha. Keuntungan yang didapatkan dari hasil optimasi pada luas lahan seluas 375 ha sebesar Rp 94,797,620.04,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk. 2014. *Kabupaten Nganjuk Dalam Angka 2014*. Dilihat pada 25 April 2015. <http://nganjukkab.bps.go.id/>.
- BAPPEDA Kabupaten Nganjuk. 2014. <http://nganjukkab.go.id/web1/index.php/profil-nganjuk>.

Dinas Pekerjaan Umum UPT Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Puncu-Selodono-Kediri. 2014. *Data Baku Sawah Irigasi Mrican Kiri*. UPT PSDA: Kediri.

Dinas Pertanian Kota Kediri. 2014. *Blanko Pencacatan Analisis Usaha Tani*. Dinas Pertanian : Kediri.