

Studi Optimasi Pola Tanam untuk Memaksimalkan Keuntungan Hasil Produksi Pertanian di Jaringan Irigasi Manyar Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan dengan Menggunakan Program Linier (SOLVER)

Optimization Study of Planting Pattern to Maximize Production Agriculture Profits in Manyar's Network Irrigation District Babat Tripe Lamongan Using Linear Programming (SOLVER)

Maghfirotus Sya'diyah¹, Bambang Suharto^{2*}, J. Bambang Rahadi W.²

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

²Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi: bambangs@ub.ac.id

Abstrak

Jaringan Irigasi Manyar sering terjadi kekurangan air pada musim kemarau, penyebab utama terjadinya kekurangan air karena adanya penyimpangan dalam pelaksanaan pola tanam yang telah ditetapkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa luas tanam dan keuntungan yang diperoleh pada lokasi studi setelah dioptimasi. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah optimasi dengan program linier. Fungsi tujuan dari optimasi adalah mendapatkan pola tanam yang memiliki keuntungan optimum. Fungsi kendala penelitian yaitu debit air, tenaga kerja dan luas lahan dengan menggunakan software solver pada microsoft excel. Pola tanam yang memiliki keuntungan optimum adalah Padi-Padi-Padi dan Padi-Padi-Palawija. Luas lahan yang optimum dengan 2 (dua) Pola tanam tersebut untuk Padi Musim Hujan (X1) yaitu seluas 824 Ha, Untuk Padi musim kemarau I (X2) seluas 793 Ha dan untuk Padi musim kemarau II (X3) adalah seluas 528 Ha. Tanaman palawija hanya optimum ditanam pada musim kemarau II (X6) seluas 64 Ha. Keuntungan yang diperoleh dengan pola tanam yang disebutkan di atas adalah sebesar Rp 22.748.400.000,00 pertahun.

Kata Kunci : Debit air, Keuntungan, Luas lahan, Optimasi dengan program linear, Pola tanam, Tenaga kerja

Abstract

Irrigation networks Manyar frequent water shortages during the dry season, the main cause of the water shortage due to irregularities in the implementation of the cropping pattern has been established. The purpose of this study was to determine how widespread planting and earned profits in the study area after optimized, while the benefits are for the information of relevant agencies and local farmers on appropriate cropping pattern and maximum results. The method used in this study is the optimization of the cropping pattern with a linear program that has 3 functions that discharge water constraints, labor and land area by using the solver in microsoft excel software. Optimum land area with 2 (two) the cropping pattern for Rainy Season Rice (X1) is an area of 824 hectares, for dry season rice 1 (X2) and an area of 793 Ha for dry season rice 2 (X3) is an area of 528 Ha. Only optimum crops planted in the dry season II (X6) area of 64 Ha. Gains derived by cropping pattern mentioned above is Rp 22,748,400,000.00 per year.

Key word : Arable land area, Discharged water, Labor, Optimization with linear programming, Planting pattern,

PENDAHULUAN

Daerah Jaringan Irigasi Manyar terletak di kecamatan Babat Kabupaten Lamongan, yang termasuk ke dalam wilayah kerja Unit

Pelaksana Teknis (UPT). Daerah Irigasi Manyar memiliki luas baku 866 Ha. Pada pelaksanaan di lapang sering terjadi penyimpangan atau tidak sesuai dengan pola tata tanam yang direncana/ditetapkan

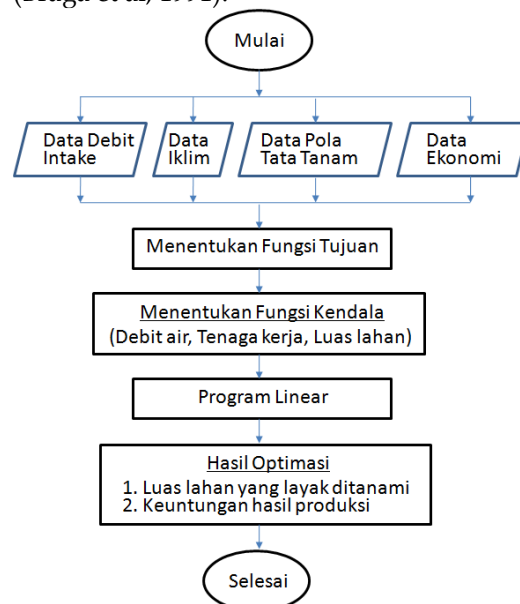
oleh pemerintah. Hal ini terjadi karena pada saat musim kemarau petani lebih suka menanam padi daripada polowijo, sehingga padi yang ditanam melebihi dari luas yang direncanakan. Kondisi semacam ini tentunya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan padi sehingga hasil produksi tidak maksimal. Salah satu upaya yang mungkin dilakukan adalah optimasi pola tanam yang sesuai dengan kondisi di lapang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola tanam, luas tanam dan keuntungan yang diperoleh pada lokasi studi setelah dioptimasi, dan juga sebagai masukan bagi instansi terkait dan petani setempat tentang pola tanam yang sesuai dengan hasil yang maksimal.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah (1) pengumpulan data sekunder dan pengujian terhadap kesesuaian data, (2) penentuan fungsi tujuan, (3) penentuan fungsi kendala, (4) running program linear (Solver), (5) Verifikasi hasil optimasi (Gambar 1). Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data mengenai debit intake, iklim, daerah irigasi, dan produksi. Data debit intake digunakan untuk menghitung volume air yang tersedia dalam daerah Jaringan Irigasi Manyar, diperoleh dari dinas pengairan Pucuk. Data iklim adalah data iklim daerah studi seperti data suhu, kecepatan angin, kelembaban udara, kecerahan matahari. Diperoleh dari stasiun klimatologi, sedangkan data curah hujan diperoleh dari stasiun penakar curah hujan Babat 10 tahun terakhir dari tahun 2003 sampai tahun 2012. Data daerah irigasi ini meliputi luas baku sawah dan pola tanam yang digunakan pada daerah Jaringan Irigasi Manyar. Menurut Dinas Pengairan di Kabupaten Lamongan, pola tanam pada daerah sekitar jaringan irigasi Manyar yaitu padi-padi-palawija. Data ekonomi adalah biaya produksi tanaman padi serta palawija dengan asumsi biaya produksi dan pendapatan untuk semua musim tanam adalah sama. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis data mempergunakan program Solver yang terdapat pada Excel. Kelebihan dari program adalah tersedia pada microsoft office dan mudah pemakaiannya (Braga et al, 1991).



Gambar 1. Diagram alir optimasi program linier

Menurut Cristoporos dan Sulaeman, 2009 penggunaan program linier memiliki keuntungan (1) Metode ini dapat dipakai untuk menyelesaikan sistem dengan perubah dan kendala yang cukup banyak. (2) Penggunaan metode ini mudah, selain itu ditunjang oleh banyak paket program yang sudah beredar. (3) Fungsi matematikanya sederhana. (4) Hasilnya cukup berkompeten.

Menurut Bambang dan Sri (2009) *Solver* merupakan fasilitas pencari solusi yang ada dalam perangkat lunak *Microsoft Excel* yang dikembangkan dari metode simplek. Apabila pada menu *Microsoft Excel* tidak terdapat fasilitas *solver*, maka dapat di instal di *Add-Ins* yang ada di *Microsoft Excel*. Dalam perhitungan dengan *solver* harus memenuhi tiga hal yaitu (1) Target yang ingin dicapai. (2) Kendala yang harus dipenuhi. (3) Sel yang diubah-ubah isinya untuk ditentukan nilainya agar target dan kendala dipenuhi.

Perumusan komponen model yaitu (1) Fungsi sasaran, yaitu persamaan yang berisi variabel bebas yang akan

diptimumkan. Bentuk fungsinya adalah memaksimumkan keuntungan. (2) Fungsi kendala, yaitu persamaan yang membatasi kegunaan utama. Batasan sumber daya ini adalah debit dan luas lahan.

Fungsi sasaran penelitian ini yaitu Perencanaan tata tanam yang ideal untuk memaksimumkan keuntungan (profit) per tahunnya. Profit (Pn) didapat dari pengurangan nilai penjualan hasil produksi pertanian per hektar untuk tiap-tiap tanaman dengan biaya-biaya produksi per hektar tiap-tiap tanaman per tahunnya. Fungsi tujuan dapat di formulasikan sebagai berikut.

$$Z = (P_1.LX_1) + (P_2.LX_2) + (P_3.LX_3) + (P_4.LX_4) + (P_5.LX_5) + (P_6.LX_6)$$

Keterangan, Z : keuntungan yang ingin dicapai; P : Laba per-hektar; L : Luas Lahan optimum yang ingin dicapai (X1: Padi musim hujan; X2: Padi musim kemarau 1; X3: Padi musim kemarau 2; X4: Palawija musim hujan; X5: Palawija musim kemarau 1; X6: Palawija musim kemarau 2. Musim hujan pada penelitian ini adalah musim yang terdapat banyak hujan terjadi pada bulan November - Februari. Musim kemarau 1 adalah musim peralihan diantara musim hujan dan kemarau terjadi pada bulan Maret - Juni. Musim kemarau 2 terjadi pada bulan Juli - Oktober.

Fungsi kendala penelitian ini adalah (1) Kendala ketersediaan air yaitu debit air yang dibutuhkan tanaman i pada periode j bulan k berdasarkan hasil perhitungan (Qijk) dengan debit air yang tersedia setelah dikurangi alokasi-alokasi lain untuk masyarakat pada periode j bulan k (Qijk). Formulasinya ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (Q_{11a}.X_1)+(Q_{11a}.X_2)+(Q_{11a}.X_3)+(Q_{11a}.X_4)+\dots+(Q_{11a}.X_n) &\leq Q_{1a} \\ (Q_{12a}.X_1)+(Q_{12a}.X_2)+(Q_{12a}.X_3)+(Q_{12a}.X_4)+\dots+(Q_{12a}.X_n) &\leq Q_{2a} \\ (Q_{ijk}.X_1)+\dots+(Q_{ijk}.X_n) &\leq Q_{ijk} \end{aligned}$$

Kendala tenaga yaitu banyaknya tenaga (Tijk) yang dibutuhkan untuk mengerjakan lahan tanaman i pada periode j bulan ke-k, dengan banyaknya tenaga yang tersedia (Tjk) pada periode j bulan k. Rumus matematikanya adalah

$$\begin{aligned} (T_{11a}.X_1)+(T_{11a}.X_2)+(T_{11a}.X_3)+(T_{11a}.X_4)+\dots+(T_{11a}.X_n) &\leq T_{1a} \\ (T_{12a}.X_1)+(T_{12a}.X_2)+(T_{12a}.X_3)+(T_{12a}.X_4)+\dots+(T_{12a}.X_n) &\leq T_{2a} \\ (T_{ijk}.X_1)+\dots+(T_{ijk}.X_n) &\leq T_{ijk} \end{aligned}$$

Kendala luas lahan yang ditanami yaitu luas lahan yang bisa ditanami oleh tanaman untuk Daerah Irigasi Manyar.

$$\begin{aligned} (L_{11a}.X_1)+(L_{11a}.X_2)+(L_{11a}.X_3)+(L_{11a}.X_4)+\dots+(L_{11a}.X_n) &\leq L_{1a} \\ (L_{12a}.X_1)+(L_{12a}.X_2)+(L_{12a}.X_3)+(L_{12a}.X_4)+\dots+(L_{12a}.X_n) &\leq L_{2a} \\ (L_{ijk}.X_1)+\dots+(L_{ijk}.X_n) &\leq L_{ijk} \end{aligned}$$

Keterangan: (i) jenis tanaman (j) periode tanam 10 harian, (k) Bulan tanam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan lahan dari sumber irigasi menyebabkan berbedanya pola tata tanam yang diterapkan oleh petani disekitar, sehingga mengakibatkan perbedaan pendapatan. Jenis palawija jagung yang mendominasi di daerah jaringan irigasi Manyar, maka jagung dipakai sebagai analisis usaha tani palawija.

Tabel 1. Analisis usaha tani padi dan palawija

Komoditi	Padi (Rp)	Palawija(Rp)
Hasil		
Produksi	28000000	21000000
Biaya Bibit	11200000	10500000
Biaya Pupuk	800000	1200000
Biaya		
Pengendali	500000	300000
Tenaga Kerja	5020000	4800000
Labas	10480000	4200000

Sumber: Perhitungan, 2013

Pada Tabel 1, petani yang melakukan pola tanam padi-padi-padi mendapat laba per tahun sebesar Rp 31.440.000,00; petani yang menggunakan pola tanam padi-padi-palawija mendapatkan keuntungan per tahun sebesar Rp 25.160.000,00; petani yang menerapkan pola tanam padi-palawija-palawija memperoleh pendapatan sebesar Rp 18.880.000,00 per tahun. Pendapatan petani berbeda-beda berdasarkan pola tanam yang dilakukan, sehingga untuk

menyamakan pendapatan dan keuntungan maka dibuat unit keuntungan Rp per bulan yang ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Keuntungan Petani

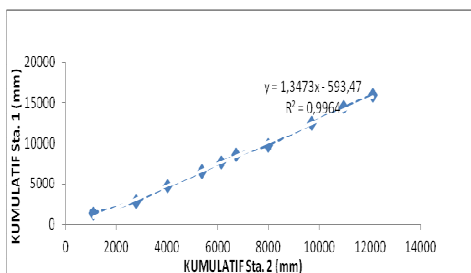
Variabel	Laba per Musim (Rp)	Laba per Bulan (Rp)
X1	10.480.000	2.620.000
X2	10.480.000	2.620.000
X3	10.480.000	2.620.000
X4	4.200.000	1.050.000
X5	4.200.000	1.050.000
X6	4.200.000	1.050.000

X1: Padi ditanam musim hujan; X2: padi ditanam Kemarau 1; X3: Padi di tanam musim Kemarau 2; X4: Palawija ditanam musim hujan; X5: Palawija ditanam musim Kemarau 1; X6: Palawija ditanam musim kemarau 2

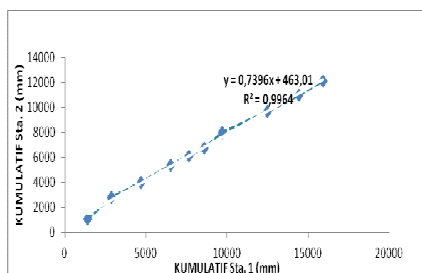
Hasil Tabel 2 fungsi tujuan dapat diformulasikan seperti persamaan berikut:

$$Z = 10480000LX1 + 10480000LX2 + 10480000LX3 + 4200000LX4 + 4200000LX5 + 4200000LX6$$

Hasil uji konsistensi data hujan dari stasiun penakar hujan 1 (Babat) dan stasiun penakar hujan 2 (Pucuk) diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) dengan nilai rata-rata sebesar 99% dari seluruh stasiun hujan ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3



Gambar 2. Hubungan Kumulatif Hujan Tahunan Stasiun 1 dan 2



Gambar 3. Hubungan Kumulatif Hujan Tahunan Stasiun 2 dan 1

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa pengaruh curah hujan pada suatu stasiun hujan terhadap stasiun lainnya adalah sebesar 99% dan hubungannya adalah sangat kuat. (Cristoporus dan Sulaeman. 2009)

Kebutuhan air dan debit andalan

Menurut Erdem, Orta dan Okursoy (2006) Air yang tersedia diartikan sebagai air yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan bercocok tanam di areal irigasi. Menurut Lamusa Arifuddin (2007) kebutuhan air tanaman adalah banyaknya air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk mengganti air yang hilang akibat evapotranspirasi. Kebutuhan air tanaman yang hilang selain akibat evapotranspirasi juga dipengaruhi oleh jenis tanaman dan umur pertumbuhan tanaman

Sesuai dengan prosedur perhitungan, air yang tersedia di Jaringan Irigasi Manyar ada 2 macam sumber yaitu (1) Air hujan (hujan efektif) yang turun langsung di areal sawah yang bersangkutan. (2) Air yang berasal dari rawa untuk menentukan besarnya air yang digunakan analisa debit andalan.

Penentuan debit andalan agar kemungkinan tercukupi 80% dapat ditentukan dengan menggunakan metode tahun penentu (*basic year*), yaitu metode yang menggunakan tahun tertentu sebagai tahun perencanaan (Nuraeni, 2009). Air yang digunakan untuk daerah irigasi Manyar berasal dari rawa Manyar. Berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan air maka diformulasikan faktor kendala ketersediaan air menjadi 36 persamaan untuk periode 10 harian dengan Q (kebutuhan air), QX1 (kebutuhan air Padi musim hujan), QX2 (kebutuhan air Padi musim kemarau 1), QX3 (kebutuhan air Padi musim kemarau 2), QX4 (kebutuhan air Palawija musim hujan), QX5 (kebutuhan air Palawija musim kemarau 1), QX6 (kebutuhan air Palawija musim kemarau 2).

Air yang digunakan untuk daerah irigasi Manyar berasal dari rawa Manyar dan air hujan. Berdasarkan kebutuhan air dan ketersediaan air maka dapat disusun persamaan sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persamaan Kebutuhan Air

No	Persamaan
1	$1,8194X1+0,7556X4\leq 1,3736$
2	$0,9386X1+0,4716X4\leq 1,4404$
3	$1,0297X1+0,2994X4\leq 1,2800$
4	$1,1853X1+0,1996X4\leq 1,2422$
5	$0,5438X1+0,2665X4\leq 2,3762$
6	$0,4468X1+0,2567X4\leq 2,5472$
7	$1,0038X1+0,2134X4\leq 2,3074$
8	$0,2995X1+0,2423X4\leq 2,0578$
9	$0,7188X1+0,0969X4\leq 1,8240$
10	$0,8003X1+0,2016X4\leq 1,9070$
11	$1,1645X1+0,4974X4\leq 1,6918$
12	$1,3521X1+0,6389X4\leq 1,4332$
13	$0,5367X2+0,4957X5\leq 1,3784$
14	$0,9444X2+0,4077X5\leq 1,4698$
15	$0,7090X2+0,2271X5\leq 1,4096$
16	$0,7142X2+0,1833X5\leq 1,3796$
17	$0,7292X2+0,2941X5\leq 1,5134$
18	$1,1006X2+0,3289X5\leq 1,2284$
19	$0,4567X2+0,2968X5\leq 1,3208$
20	$0,89992X2+0,3187X5\leq 1,2490$
21	$0,7990X2+0,2848X5\leq 1,1776$
22	$0,7612X2+0,2952X5\leq 1,2824$
23	$0,5114X2+0,3829X5\leq 1,3218$
24	$0,7406X2+0,6509X5\leq 1,1242$
25	$1,3278X3+1,0527X6\leq 1,2410$
26	$1,3865X3+1,0322X6\leq 1,1770$
27	$1,1348X3+0,7663X6\leq 0,8060$
28	$0,8923X3+0,5244X6\leq 1,2674$
29	$0,7725X3+0,4326X6\leq 1,4200$
30	$0,6862X3+0,4938X6\leq 1,4362$
31	$0,7681X3+0,5572X6\leq 1,6148$
32	$0,7248X3+0,5768X6\leq 1,4746$
33	$0,6359X3+0,5358X6\leq 1,5502$
34	$0,9539X3+0,6272X6\leq 1,7806$
35	$0,6528X3+0,9251X6\leq 1,6296$
36	$0,8629X3+1,1590X6\leq 1,7766$

Sumber: perhitungan, 2013

Tenaga Kerja

Tenaga kerja pertanian adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mengolah pertanian seperti tenaga manusia, tenaga hewan, tenaga motor. Tenaga manusia merupakan

tenaga kerja terpenting sebagai penggerak secara langsung dan tidak langsung (Antara, 2010). Kebutuhan tenaga kerja untuk setiap kegiatan pertanian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Tenaga Kerja (HOK)

Kegiatan	Padi	Palawija
Pengolahan	60	60
Persemaian	4	-
Penanaman	38	38
Pemupukan	15	13
Penyiangan	30	25
Pengendalian	10	10
Pemanenan	45	45
Total	202	191

Tabel 4 menunjukkan bahwa kegiatan pertanian yang membutuhkan tenaga kerja manusia terbanyak adalah untuk pengolahan lahan, yaitu sebanyak 60 orang. Kegiatan pertanian untuk pengolahan tanah digunakan tenaga traktor untuk menambah jumlah tenaga kerja. Tenaga kerja yang tersedia merupakan hasil penjumlahan dari banyaknya petani yang diubah dalam satuan Hp dengan tenaga traktor.

Jumlah penduduk pada daerah irigasi manyar tidak hanya bekerja sebagai petani. Jumlah tenaga Manusia untuk pertanian adalah jumlah petani yang ada pada jaringan irigasi Manyar. Petani yang ada pada jaringan irigasi Manyar adalah sebanyak 1243 orang yang terdiri dari laki-laki, perempuan, dewasa, dan tua.

Sementara itu, pekerja yang diambil sebagai ketersediaan tenaga kerja yang dimiliki jaringan irigasi manyar adalah usia petani dan jenis kelamin efektif yaitu laki-laki berumur 25-40 tahun yang jumlahnya 238 orang karena dianggap bisa melakukan kegiatan pengolahan lahan. Pada Tabel 5 telah diformulasikan faktor kendala tenaga kerja menjadi 36 persamaan untuk periode 10 harian dengan T (Tenaga kerja), TX1 (Tenaga kerja Padi musim hujan), TX2 (Tenaga kerja Padi musim kemarau I), TX3 (Tenaga kerja Padi musim kemarau II), TX4 (Tenaga kerja Palawija musim hujan), TX5 (Tenaga kerja Palawija musim kemarau I), TX6 (Tenaga kerja Palawija musim kemarau II).

Tabel 5. Persamaan Tenaga Kerja

No	Persamaan
1	$1200X_1+520X_4\leq 1238$
2	$1200X_1+520X_4\leq 1238$
3	$1200X_1+520X_4\leq 1238$
4	$240X_1+468X_4\leq 1238$
5	$1200X_1+260X_4\leq 1238$
6	$1080X_1+260X_4\leq 1238$
7	$900X_1+338X_4\leq 1238$
8	$1200X_1+390X_4\leq 1238$
9	$600X_1+260X_4\leq 1238$
10	$600X_1+260X_4\leq 1238$
11	$1500X_1+650X_4\leq 1238$
12	$1200X_1+520X_4\leq 1238$
13	$1040X_2+680X_5\leq 1238$
14	$1040X_2+680X_5\leq 1238$
15	$1040X_2+680X_5\leq 1238$
16	$208X_2+612X_5\leq 1238$
17	$1040X_2+340X_5\leq 1238$
18	$936X_2+340X_5\leq 1238$
19	$780X_2+442X_5\leq 1238$
20	$1040X_2+510X_5\leq 1238$
21	$520X_2+340X_5\leq 1238$
22	$520X_2+340X_5\leq 1238$
23	$1300X_2+850X_5\leq 1238$
24	$1040X_2+680X_5\leq 1238$
25	$1000X_3+720X_6\leq 1238$
26	$1000X_3+720X_6\leq 1238$
27	$1000X_3+720X_6\leq 1238$
28	$200X_3+648X_6\leq 1238$
29	$1000X_3+360X_6\leq 1238$
30	$900X_3+360X_6\leq 1238$
31	$750X_3+468X_6\leq 1238$
32	$1000X_3+540X_6\leq 1238$
33	$500X_3+360X_6\leq 1238$
34	$500X_3+360X_6\leq 1238$
35	$1250X_3+900X_6\leq 1238$
36	$1000X_3+720X_6\leq 1238$

Sumber: perhitungan, 2013

Luas Lahan

Data pada Dinas Pengairan (2012) Luas lahan yang tersedia di daerah jaringan irigasi manyar adalah seluas 866 Ha yang sudah ditetapkan berdasarkan kebijakan pemerintah. Kebanyakan petani di daerah jaringan irigasi Manyar menggunakan luas 600 Ha untuk padi pada saat penghujan, 520 Ha untuk Padi musim kemarau 1 dan

500 Ha untuk musim kemarau 2. Petani setiap musimnya menggunakan 260 Ha untuk tanaman palawija, 340 Ha untuk tanaman palawija musim kemarau 1, dan 360 Ha untuk musim kemarau 2, dapat juga ditulis dengan persamaan singkat yaitu $600X_1 + 260X_4 \leq 866$; $520X_2 + 340X_5 \leq 866$; $500X_3 + 360X_6 \leq 866$. Berdasarkan kenyataan dilapang maka luas lahan yang ada tidak boleh negatif, sedangkan untuk model matematik atau persamaan matematik nilainya boleh negatif. Nilai persamaan untuk faktor $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ harus lebih besar atau sama dengan 0 (Rahadi dan Sri, 2009).

Tabel 6. Hasil Optimasi

Variabel	Hasil	Keterangan
X1	824	Padi Musim Hujan
X2	793	Padi Musim Kemarau 1
X3	528	Padi Musim Kemarau 2
X4	0	Palawija Hujan
X5	0	Palawija Kemarau 1
X6	64	Palawija Kemarau 2
Keuntungan	22.748.400.000	

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada daerah jaringan irigasi Manyar masih menguntungkan bila menggunakan tanaman padi sepanjang tahun. Luas lahan optimum yang dapat ditanami padi sepanjang tahun yaitu sebesar 528 Ha dengan pola tanam Padi-Padi-Padi. Pola tanam yang disarankan oleh program solver adalah Padi-Padi-Padi dengan keuntungan yang diperoleh adalah sebesar Rp 22.748.400.000,00 per-tahun. Keadaan tersebut menunjukkan pola tanam tersebut memiliki keuntungan meningkat dari pola tanam biasanya (Kumar et al. 2006). Perbandingan keuntungan hasil pola tanam semula dengan pola tanam optimasi dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendala ketersediaan air, tenaga kerja dan ketersediaan lahan masih menguntungkan untuk tanam padi sepanjang tahun, hal ini terlihat bahwa pada saat musim kemarau hasil optimasi tanaman padi masih tersedia 528 Ha. Hal ini sesuai dengan pola keseimbangan air di daerah jaringan irigasi Manyar yang dapat terpenuhi kebutuhan airnya. Pola tanam tersebut juga masih didukung oleh jumlah

tenaga kerja yang cukup memadai. Hasil optimasi berdasarkan kendala ketersediaan air, tenaga kerja dan luas lahan di daerah jaringan irigasi Manyar yang dilakukan dan dioptimasi menggunakan program *solver* dari *Microsoft Excel* dapat tercapai.

SIMPULAN

Analisis yang dilakukan menggunakan program Solver diperoleh Pola tanam yang optimum sesuai dengan kendala ketersediaan air, tenaga kerja dan luas lahan yang dimiliki oleh Daerah jaringan Irigasi Manyar adalah Padi-Padi-Padi dan Padi-Padi-Palawija. Luas lahan yang optimum dengan 2 (dua) Pola tanam tersebut untuk Padi Musim Hujan (X1) yaitu seluas 824 Ha, Untuk Padi musim kemarau I (X2) seluas 793 Ha dan untuk Padi musim kemarau II (X3) adalah seluas 528 Ha. Tanaman palawija hanya optimum ditanam pada musim kemarau II (X6) seluas 64 Ha. Keuntungan yang diperoleh dengan pola tanam yang disebutkan di atas adalah sebesar Rp 22.748.400.000,00 pertahun. Hasil optimasi yang dilakukan program *solver* pada *microsoft excel* menunjukkan bahwa keuntungan tersebut adalah keuntungan yang optimum

DAFTAR PUSTAKA

- Antara M. 2010. **Efisiensi Penggunaan Input Produksi Usahatani Jagung Hibrida Di Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi**. *J. Agroland* 17 (3), 213 - 218.
- Braga B.P.F., Yeh, W.G., Becker L. and Barros M.T. 1991. *Stochastic Optimization of Multiple-Resources Planning and Management*. 117(4), 471-487
- Cristoporos and Sulaeman. 2009. *Analysis of Corn Production and Marketing in Labuan, Toposo Sub-District, Tawaeli District, Donggala Regency*. *J. Agroland* 16 (2), 141- 147.
- Esmael-Beik, S. and Y.S. Yu. 1984. *Optimal Operation of Multipurpose Pool of Elk City Lake*. *Journal of Water resources Planing and Management* 110(1), 1-14.
- Erdem, T., Erdem, Y., Orta, H., & Okursoy, H., 2006, *Water-Yield Relationships of Potato under Different Irrigation Methods and Regimens*, *Journal of Science and Agriculture* 63(3), 226-231
- Khan, M.H., & Saleem, N., 2005. *Influence of Different Irrigation Intervals on Growth and Yield of Bell Pepper*, *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 1(2), 125-128
- Kumar, D.N., Raju, K.S., & Ashok, B., 2006. *Optimal Reservoir Operation for Irrigation of Multiple Crops Using Genetic Algorithms*, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 132(2), 123-129.
- Lamusa A. 2007. **Konsumsi Rumah Tangga Petani di Wilayah Taman Nasional Lore Lindu (TNLL) (Studi Kasus Di Desa Katu Kecamatan Lore Lindu Tengah Kabupaten Poso Provinsi Sulawesi Tengah)**. *J. Agroland*. 14 (4).
- Nuraeni Y. 2011 **Metode Memperkirakan Debit Air yang Masuk ke Waduk dengan Metode Stokastik Chain Markov (Contoh Kasus: Pengoperasian Waduk Air Saguling)**. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil* 18 (2)
- Rahadi B. and Hastari S.. 2009. **Rancangan Pola Tanam Di Daerah Irigasi (Studi Kasus Di Molek Menggunakan Program Solver)**. *Jurnal Teknologi Pertanian* 10 (1), 28-33
- Turgeon A. 2005. *Solving Reservoir Management Problem With Serially Correlated Inflow*. *WIT. Transaction on Ecology and The Enviroment* 83, 247-257.
- Yani A. 2012 **Rencana tata tanam global per daerah irigasi musim hujan (MH) 2012/2013 dan musim kemarau 2013**. *Direktorat Jendral Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum*.