

Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Baru Banyuwangi Dengan Menggunakan Program Linier

Lutfy Risfiyanto, Nadjadji Anwar, dan Nastasia Festy Margini

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: nadjadji@ce.its.ac.id, nastasia@ce.its.ac.id

Abstrak - Indonesia merupakan negara yang memiliki fokus khusus terhadap beberapa hal, salah satunya dibidang pertanian. Provinsi di Indonesia yang dikenal sebagai salah satu daerah yang berperan penting dalam produksi pertanian adalah Jawa Timur. Pada daerah Jawa Timur Daerah Irigasi Baru terletak di wilayah Sungai Kalibaru, sedangkan secara administratif pemerintahan terletak di Kabupaten Banyuwangi. Daerah Irigasi Baru pada wilayah Cluring yang memiliki luas 5.945 Ha, mendapatkan suplai air dari Sungai Kalibaru melalui penyadapan Dam Karangdoro.

Daerah Irigasi Baru merupakan salah satu daerah irigasi yang mengalami penurunan kinerja. Daerah Irigasi Baru mengalami penurunan kinerja diantaranya dikarenakan pembagian air yang kurang proporsional sehingga menyebabkan tidak meratanya pembagian air. Kondisi yang terjadi di Daerah Irigasi Baru, saat musim kemarau terdapat sawah yang tidak terairi sehingga menyebabkan gagal panen ataupun sawah tidak bisa ditanami. Dikarenakan hal tersebut dilakukan optimasi agar didapatkan keuntungan maksimum dengan luas lahan yang optimal berdasarkan jenis tanaman dan keersediaan air. Untuk analisa ini digunakan program linier dengan bantu POM-Quantity Methods for Windows 3. Debit andalan Sungai Kalibaru, kebutuhan air tiap alternatif pola tanam yang direncanakan, dan luas lahan maksimal dijadikan batasan pada program liniernya. Hasil dari iterasi program linier dapat mengetahui luas sawah yang bisa ditanami berdasarkan jenis tanaman dan musim tanamnya, serta keuntungan hasil usaha tani maksimal yang akan diperoleh selama satu tahun

Dari beberapa alternatif pola tanam yang direncanakan, diperoleh pola tanam yang menghasilkan luasan terbesar yaitu pada awal tanam November I dan November II dengan intensitas tanam yaitu 300% . Terjadi peningkatan sebesar 8,97 % dari intensitas tanam eksisting 291,07 %. Dengan pola tanam padi/polowijo/tebu – padi/tebu – padi/polowijo/tebu. Keuntungan maksimal hasil usaha tani yang diperoleh selama setahun adalah Rp 224.826.400.000,00 dengan awal tanam November I.

Kata kunci - Daerah Irigasi Baru, Optimasi, Pola Tanam, Program Linier

I. PENDAHULUAN

Daerah Irigasi Baru yang terletak di Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu daerah irigasi yang mengalami penurunan kinerja. Daerah Irigasi Baru yang pada wilayah Cluring memiliki luas 5.945 Ha. Penurunan kinerjanya yaitu pada musim kemarau terdapat sawah yang tidak dapat ditanami.

Salah satu cara meningkatkan hasil pertanian pada Daerah Irigasi Baru adalah dengan menggunakan pengaturan cara pemberian air yang baik sehingga kebutuhan air yang ada akan disesuaikan dengan ketersediaan air di bagian bendung Karangdoro. Selain itu pengaturan pola tanam yang lebih optimal yang didasarkan pada jenis tanaman, luas lahan dan ketersediaan air.

Berdasarkan permasalahan penurunan kinerja Daerah Irigasi Baru, penulis akan melakukan optimasi pola tanam pada Daerah Irigasi Baru dengan menggunakan program linier.

Tujuan yang didapat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- A. Mengetahui besar debit andalan pada Bendung Karangdoro di Sungai Kalibaru yang dapat digunakan untuk kebutuhan irigasi.
- B. Mengetahui besar kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman yang direncanakan.
- C. Mengetahui besar luasan lahan untuk tanaman yang dapat dilayani dari setiap alternatif awal tanam.
- D. Mengetahui besar keuntungan maksimum dari hasil produksi berdasarkan pola tanamnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Pustaka

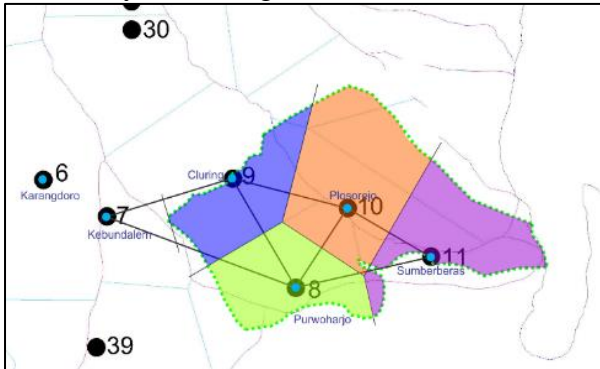
Mencari informasi tentang objek studi yang relevan dengan permasalahan yang sedang diidentifikasi. Informasi tersebut diperoleh dari buku-buku ilmiah, laporan-laporan, peraturan-peraturan, dan lain sebagainya.

B. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penulisan merupakan data sekunder. Data – data tersebut meliputi :

5) Stasiun Plosorejo

Pada gambar 2 merupakan hasil dari *polygon thiessen* dari stasiun hujan yang berada pada sekitar wilayah Cluring.



Gambar 2. Peta Poligon Thiessen

Tabel 4.

Perhitungan Faktor Pembobot

No	Nama Stasiun	Luas (Ha)	Faktor Pembobot W (%)
1	Cluring	1161	20
2	Sumber beras	1366	23
3	Purwoharjo	1292	22
4	Plosorejo	2126	36
Total		5945	100

Pada tabel 5 adalah perhitungan curah hujan rata-rata dengan menggunakan *polygon thiessen* [2] pada tahun 2014. Kemudian hasilnya direkap yang terdapat pada tabel 6.

Tabel 5.

Curah Hujan Rata – Rata Tahun 2014 (mm)

Tahun	Nama Stasiun	W %	Januari			Februari			Maret			April		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2014	Cluring	20	16,00	75,00	112,00	151,00	38,00	56,00	89,00	133,00	24,00	5,00	25,00	9,00
	Sumber beras	23	24,00	42,00	133,00	105,00	52,00	49,00	106,00	0,00	18,00	0,00	3,00	3,00
	Purwoharjo	22	33,00	55,00	56,00	134,00	37,00	33,00	0,00	68,00	56,00	0,00	0,00	0,00
	Plosorejo	36	20,00	108,00	91,00	100,00	91,00	34,00	5,00	67,00	7,00	5,00	0,00	0,00
	Rata-rata	100	22,96	74,87	97,14	124,24	72,13	42,21	30,42	89,06	19,36	6,90	4,88	2,45

Tabel 6.

Rekap Data Curah Hujan Rata – Rata (mm)

Tahun	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2005	65,58	99,92	101,46	100,93	70,93	55,92	22,49	56,34	69,33	38,74	17,13	10,63	7,06	51,51	37,21	1,17	2,06	0,00
2006	32,55	47,87	40,21	31,42	33,14	72,65	64,18	68,71	41,14	73,99	13,23	18,10	6,52	1,52	4,35	4,36	12,44	18,28
2007	29,79	19,79	36,52	33,60	57,21	30,77	90,75	72,45	144,25	73,35	114,37	15,18	64,15	3,37	16,77	11,10	8,31	39,36
2008	67,32	40,97	36,49	124,99	138,31	101,47	144,28	150,59	213,77	76,13	46,70	0,00	47,43	30,94	54,14	1,79	2,69	0,00
2009	33,28	111,85	208,95	161,26	81,46	88,71	119,02	4,10	31,39	30,48	27,08	11,77	32,79	36,92	39,55	45,44	15,00	23,93
2010	28,39	44,66	77,22	118,39	89,84	19,63	41,41	12,39	9,64	61,58	39,25	69,00	126,46	162,15	113,83	75,68	16,74	15,78
2011	118,22	82,96	173,36	58,88	22,89	18,80	48,43	39,31	38,80	85,96	62,75	33,15	47,00	44,40	44,36	16,05	1,61	9,88
2012	205,05	107,58	69,48	116,45	23,69	108,99	190,90	117,90	27,53	9,11	0,00	1,30	22,07	70,76	28,23	2,76	1,37	0,46
2013	95,48	107,58	69,48	116,45	23,69	108,99	190,90	117,90	27,53	9,11	0,00	1,30	22,07	70,76	28,23	2,76	1,37	0,46
2014	22,96	74,87	97,14	124,24	72,13	42,21	30,42	89,06	19,36	6,90	4,88	2,45	0,00	3,73	3,32	7,23	2,86	0,46

Setelah didapatkan curah hujan rata-rata, maka berikut merupakan perhitungan curah hujan

efektif untuk tanaman padi, polowijo, dan tebu yang terdapat pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 7.

Perhitungan Curah Hujan Efektif unuk Tanaman Padi (mm/hari)

Periode	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	205,05	169,64	208,95	161,26	138,31	108,99	190,90	150,59	213,77	85,96	114,37	69,00	126,46	162,15	134,54	75,68	88,75	79,87
2	118,22	111,85	173,36	124,99	89,84	101,47	144,25	117,90	144,25	76,13	78,84	33,15	64,15	70,76	113,83	45,44	16,74	39,36
3	95,48	107,58	101,46	124,24	81,46	88,71	119,02	89,06	69,33	73,99	62,75	28,28	47,43	51,51	54,14	20,17	15,00	23,93
4	67,32	99,92	97,14	118,39	72,13	84,80	90,75	72,25	41,14	73,75	46,70	18,10	47,00	44,40	44,36	16,05	12,44	18,28
5	65,58	82,96	77,22	116,45	70,93	80,77	64,18	68,71	38,80	61,58	39,25	15,18	32,96	36,92	39,55	11,10	8,31	15,78
6	33,28	74,87	69,48	100,93	57,21	72,65	60,54	56,34	31,39	38,74	27,08	11,77	32,79	30,94	37,21	7,23	2,86	9,88
7	32,55	47,87	49,96	58,88	33,14	55,92	48,43	39,31	37,53	30,48	17,13	10,63	22,07	17,78	28,23	4,36	2,69	0,46
8	29,79	44,66	40,21	33,60	23,69	42,21	41,41	19,33	19,36	17,84	13,23	2,45	7,06	3,73	16,77	2,76	2,06	0,46
9	28,39	40,97	36,52	31,42	22,89	19,63	30,42	13,30	9,64	9,11	4,88	1,30	6,52	3,37	4,35	1,79	1,61	0,00
10	22,96	19,79	36,49	13,44	19,09	4,56	22,49	4,10	0,00	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	3,32	1,17
11	2,09	3,13	2,81	2,35	1,66	2,95	2,90	1,35	1,36	1,25	0,95	0,17	0,49	0,26	0,14	0,14	0,14	0,03

Tabel 8.

Curah Hujan Efektif untuk Padi, Tebu, dan Polowijo

Bulan	Periode	Re 80	Reff (mm/hari)		
		mm/hari	Padi	Tebu	Polowijo
Jan	Jan-1	32,00	2,09	1,31	0,91
	Jan-2	50,00	3,13	1,31	0,91
	Jan-3	43,00	2,81	1,31	0,91
Feb	Feb-1	32,00	2,35	1,17	0,81
	Feb-2	25,00	1,66	1,17	0,81
	Feb-3	41,00	2,95	1,17	0,81
Mar	Mar-1	49,00	2,90	0,95	0,66
	Mar-2	21,00	1,35	0,95	0,66
	Mar-3	20,00	1,36	0,95	0,66
Apr	Apr-1	18,00	1,25	0,41	0,28
	Apr-2	14,00	0,93	0,41	0,28
	Apr-3	3,00	0,17	0,41	0,28
Mei	Mei-1	10,00	0,49	0,33	0,22
	Mei-2	4,00	0,26	0,33	0,22
	Mei-3	15,00	1,17	0,33	0,22
Jun	Jun-1	2,00	0,19	0,01	0,00
	Jun-2	3,00	0,14	0,01	0,00
	Jun-3	0,00	0,03	0,01	0,00
Jul	Jul-1	1,00	0,05	0,00	0,00
	Jul-2	0,00	0,03	0,00	0,00
	Jul-3	0,00	0,03	0,00	0,00
Ags	Ags-1	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ags-2	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ags-3	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	Sep-1	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sep-2	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sep-3	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	Okt-1	0,00	0,00	0,00	0,00
	Okt-2	0,00	0,00	0,00	0,00
	Okt-3	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	Nov-1	0,00	0,00	0,39	0,26
	Nov-2	11,00	0,75	0,39	0,26
	Nov-3	19,00	1,38	0,39	0,26
Des	Des-1	10,00	0,84	1,30	0,90
	Des-2	36,00	2,44	1,30	0,90
	Des-3	69,00	4,50	1,30	0,90

2. Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada Daerah Irigasi Baru. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kebutuhan air untuk penyiapan lahan yaitu evapotranspirasi potensial dan perkolasi, nilai tersebut dihitung menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968) [1]. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan terdapat pada tabel 9.

- 2) Menentukan variabel peubah yang akan dioptimalkan yaitu luas lahan untuk masing-masing jenis tanaman tiap musimnya
- 3) Menentukan harga batasan pada permodelan (berdasarkan perhitungan pada bab IV dan bab V)
- 4) Penyusunan model optimasi
- 5) Proses optimasi (dalam studi ini menggunakan program aplikasi *POM-QM for Windows 3*)
- 6) Analisa hasil optimasi (berdasarkan keuntungan maksimal dan intensitas tanam)

D. Analisa Hasil Usaha Tani

Hasil usaha tani merupakan hasil dari pendapatan bersih dari proses panen tanaman oleh petani. Pendapatan tersebut didapatkan dari hasil produksi dikurangi dengan biaya produksi sehingga didapatkan pendapatan bersih yang terdapat pada tabel 13.

Tabel 13. Analisa Hasil Usaha Tani Tahun 2013 di Kabupaten Banyuwangi

No	Uraian	Jenis Tanaman		
		Padi	Jagung	Tebu
1	Harga produk (Rp/ton)	Rp 4.455,000	Rp 2.900,000	Rp 680,000
2	Produktivitas (Ton/Ha)	6.66	6.27	80
3	Hasil produksi (Rp/Ha)	Rp 29,670,300	Rp 18,183,000	Rp 54,400,000
4	Biaya produksi (Rp/Ha)	Rp 12,700,000	Rp 9,100,000	Rp 26,756,000
5	Profitabilitas (Rp/Ha)	Rp 16,970,300	Rp 9,083,000	Rp 27,644,000

Sumber : Banyuwangikab.go.id

2. Model Matematika Optimasi

Berdasarkan tujuan dan batasan maka persamaan – persamaan model optimasi sebagai berikut [4] :

1) Fungsi tujuan

Maksimalkan

Berdasarkan luas lahan

$$Z = Xp1 + Xw1 + Xp2 + Xw2 + Xp3 + Xw3 + Xt$$

Berdasarkan keuntungan

$$Z = 16970300 Xp1 + 9083000 Xw1 + 16970300 Xp2 + 9083000 Xw2 + 16970300 Xp3 + 9083000 Xw3 + 27644000 Xt$$

Dimana :

- $Xp1$ = Luas lahan untuk tanaman padi pada musim hujan (Ha)
- $Xw1$ = Luas lahan untuk tanaman polowijo pada musim hujan (Ha)
- $Xp2$ = Luas lahan untuk tanaman padi pada musim kemarau 1 (Ha)

- $Xw2$ = Luas lahan untuk tanaman polowijo pada musim kemarau 1 (Ha)
- $Xp3$ = Luas lahan untuk tanaman padi pada musim kemarau 2 (Ha)
- $Xw3$ = Luas lahan untuk tanaman polowijo pada musim kemarau 2 (Ha)
- Xt = Luas lahan untuk tanaman tebu pada satu musim tanam (Ha)

2) Fungsi kendala

Debit andalan :

- $Vp1.Xp1 + Vw1.Xw1 + Vt.Xt \leq Q1$ (periode 1 – 12)
- $Vp2.Xp2 + Vw2.Xw2 + Vt.Xt \leq Q2$ (periode 13 – 24)
- $Vp3.Xp3 + Vw3.Xw3 + Vt.Xt \leq Q3$ (periode 25 – 36)

- Dimana,

- Vpi = Kebutuhan air padi pada tiap musim (lt/dt/Ha)

- Vwi = Kebutuhan air polowijo pada tiap musim (lt/dt/Ha)

- Vt = Kebutuhan air tebu pada satu musim (lt/dt/Ha)

- Luas maksimum

- $Xp1 + Xw1 + Xt \leq A$ total

- $Xp2 + Xw2 + Xt \leq A$ total

- $Xp3 + Xw3 + Xt \leq A$ total

Dimana, A total = 5945 Ha Tanaman tebu

3) $Xt \geq Xte$

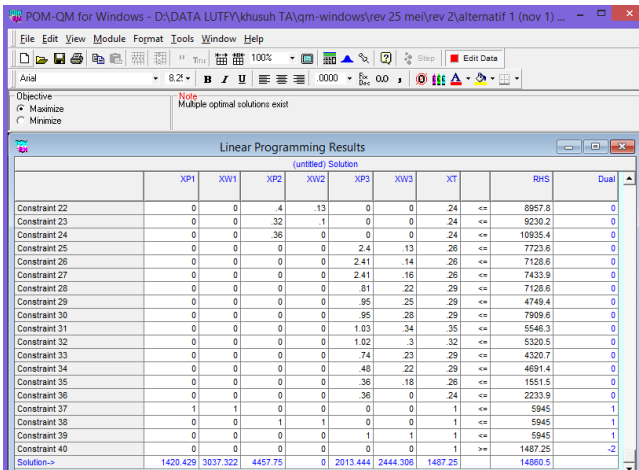
Dimana, Xte = luas minimum tebu yang disyaratkan (1487 Ha)

Non-negativity

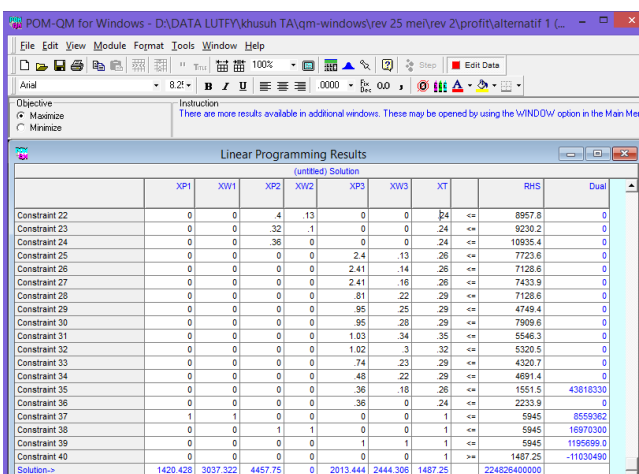
$$Xp1, Xw1, Xp2, Xw2, Xp3, Xw3, Xt \geq 0$$

3. Analisa Hasil Optimasi

Analisa optimasi didasarkan pada 2 tujuan yaitu tujuan luas maksimum dan keuntungan maksimum. analisa iterasi menggunakan program bantu *POM-QM for Windows 3*.



Gambar 3. Hasil Analisa Luas Lahan Linear Programming



Gambar 4. Hasil Analisa Keuntungan Linear Programming

Data hasil iterasi menggunakan program bantu POM-QM for Windows 3 menghasilkan data luas optimum tiap jenis tanaman pada tiap alternatif pola tanam. Dengan data luas tiap jenis tanaman maka dapat diketahui intensitas tanamnya tiap satu kali masa tanam. Selain itu akan dari data luas maka akan diperoleh hasil dari produksi pertanian tiap tahunnya. Data tersebut terdapat pada tabel 14.

Tabel 14.

Intensitas Tanaman Berdasarkan Hasil Optimasi Luas Lahan

Alternatif	Musim Tanam	Luas Lahan			Intensitas Tanaman				Total
		Padi Ha	Polowijo Ha	Tebu Ha	Padi %	Polowijo %	Tebu %	Total %	
1	MH	1420	3037		23.89	51.09	25.02	100.00	300.00
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	2013	2444		33.87	41.12	25.02	100.00	
2	MH	1567	2891		26.35	48.63	25.02	100.00	300.00
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	358	4100		6.02	68.97	25.02	100.00	
3	MH	2488	1970		41.85	33.13	25.02	100.00	297.39
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	0	4302		0.00	72.37	25.02	97.39	
4	MH	4241	216		71.34	3.64	25.02	100.00	277.57
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	0	3124		0.00	52.55	25.02	77.57	
5	MH	4243	214		71.38	3.61	25.02	100.00	269.86
	MK1	4449	9	1487	74.83	0.15	25.02	100.00	
	MK2	0	2666		0.00	44.84	25.02	69.86	
6	MH	3355	1103		56.43	18.55	25.02	100.00	263.99
	MK1	4449	9	1487	74.83	0.15	25.02	100.00	
	MK2	0	2317		0.00	38.98	25.02	63.99	
Eksisting	MH	4979	966		83.75	16.25	0.00	100.00	291.03
	MK1	3323	2622	0	55.90	44.10	0.00	100.00	
	MK2	33	5379		0.56	90.48	0.00	91.03	

Dari proses iterasi POM-QM for Windows 3 menghasilkan keuntungan maksimum berdasarkan analisa usaha tani. Nilai keuntungan tersebut didapat dari jumlah luas setiap jenis tanaman. pada tabel 15 merupakan nilai keuntungan yang didapat pada tiap alternatif pola tanam.

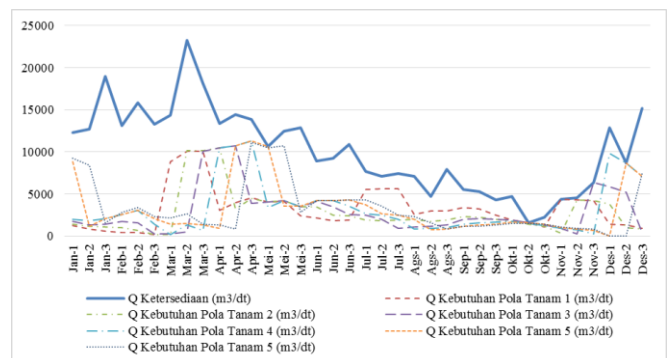
Tabel 15.

Nilai Keuntungan Hasil Optimasi POM-QM for Windows 3

Alternatif	Musim Tanam	Luas Lahan			Intensitas Tanaman			Total	Total Keuntungan Rp
		Padi Ha	Polowijo Ha	Tebu Ha	Padi %	Polowijo %	Tebu %		
1	MH	1420	3037		23.89	51.09	25.02	100.00	300.00
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	2013	2444		33.87	41.12	25.02	100.00	
2	MH	1567	2891		26.35	48.63	25.02	100.00	300.00
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	358	4100		6.02	68.97	25.02	100.00	
3	MH	2488	1970		41.85	33.13	25.02	100.00	297.39
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	0	4302		0.00	72.37	25.02	97.39	
4	MH	4241	216		71.34	3.64	25.02	100.00	277.57
	MK1	4458	0	1487	74.98	0.00	25.02	100.00	
	MK2	0	3124		0.00	52.55	25.02	77.57	
5	MH	4243	214		71.38	3.61	25.02	100.00	269.86
	MK1	4449	9	1487	74.83	0.15	25.02	100.00	
	MK2	0	2666		0.00	44.84	25.02	69.86	
6	MH	3355	1103		56.43	18.55	25.02	100.00	263.99
	MK1	4449	9	1487	74.83	0.15	25.02	100.00	
	MK2	0	2317		0.00	38.98	25.02	63.99	
Eksisting	MH	4979	966		83.75	16.25	0.00	100.00	291.03
	MK1	3323	2622	0	55.90	44.10	0.00	100.00	
	MK2	33	5379		0.56	90.48	0.00	91.03	

Dari tabel diatas bisa diketahui bahwa pada pada pola tanam alternatif 1 didapatkan nilai keuntungan yang maksimal yaitu Rp 224.826.400.000,00. Nilai tersebut Lebih besar bila dibandingkan dengan pola tanam eksisting yaitu Rp. 222.894.711.500,00. Sehingga pola tanam alternatif 1 yaitu awal tanam November 1 memiliki nilai keuntungan dan luas lahan yang paling optimum.

Gambar 5 merupakan grafik antara ketersediaan air dan kebutuhan air pada setiap alternatif pola tanam.



Gambar 5. Grafik Debit Tersedia dan Kebutuhan Air Pada Setiap Alternatif Pola Tanam

IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perhitungan dan analisa studi sebagai berikut :

- 1) Dari analisa data debit Sungai Kalibaru, diperoleh debit andalan sungai dengan peluang keandalannya 80%. Nilai debit

andalan 80% terbesar adalah 23,23 m³/dt dan terkecil adalah 1,55 m³/dt. Besarnya debit andalan dapat dilihat pada tabel 1.

- 2) Dalam studi ini telah dilakukan analisa dengan 6 alternatif pola tanam yaitu November I, November II, November III, Desember I, Desember II, dan Desember III. Dari alternatif tersebut dilakukan perhitungan kebutuhan air untuk jenis tanaman padi.
- 3) Perhitungan luasan dari hasil iterasi program bantu POM-QM for Windows 3 telah didapat dari 6 alternatif pola tanam. Dari berbagai alternatif pola tanam didapatkan nilai maksimum pada awal tanam November I dan November II dengan intensitas tanam yaitu 300%. Terjadi peningkatan sebesar 8,97 % dari intensitas tanam eksisting 291,07 %. Dengan pola tanam padi/polowijo/tebu – padi/tebu – padi/polowijo/tebu.
- 4) Analisa keuntungan maksimal hasil usaha tani yang diperoleh selama setahun dapat dilihat pada tabel 15. Nilai keuntungan maksimum adalah Rp 224.826.400.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Departemen Pekerjaan Umum. 2010. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01).
- [2] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- [3] Soemarto, CD. 1987. **Hidrologi Teknik**. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional.
- [4] Anwar, Nadjadji. 2001. Analisa Sistem Untuk Teknik Sipil. Teknik Sipil ITS. Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- [5] Direktorat Jenderal Pengairan Bina Program. 1985. **PSA Series**.
- [6] Subali. 2015. **Rehabilitasi DI. Baru, Kabupaten Banyuwangi**. Surabaya : PT. Angga Anugrah Konsultan.
- [7] Suhardjono. 1994. **Kebutuhan Air Tanaman**. Malang: ITN.
- [8] Margini, Nastasia Festy., Anwar, Nadjadji., Sarwono Bambang. 2016. "Optimasi Air Waduk Lider Untuk Irigasi menggunakan Goal Programming", Sentra : Universitas Malang Prosiding