

# STUDI OPTIMASI POLA TATA TANAM DI JARINGAN IRIGASI JURU SUMBERPUCUNG KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

Al Adlu Syahid  
Email : [aladlu8@gmail.com](mailto:aladlu8@gmail.com)

## ABSTRAKSI

Jaringan irigasi Molek Juru Sumberpucung yang terletak di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang memiliki pola tata tanam yang dapat dioptimalisasikan lagi melalui teknik distribusi air dan pemanfaatan air secara maksimal yang disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. Pola tata tanam pada daerah ini adalah Padi/Palawija/Tebu-Padi/Palawija/Tebu-Padi/Palawija/Tebu. Kondisi pola tata tanam ini memiliki tingkat kebutuhan air yang besar, namun ketersediaan air terbatas. Dengan mengoptimalkan pola tata tanam yang disesuaikan dengan ketersediaan debit di daerah irigasi, maka akan meningkatkan prosentase hasil panen dalam setiap musim tanam. Dengan menggunakan metode optimasi program linier yang di tunjang oleh fasilitas solver yang ada pada *microsoft excel*, maka untuk diperoleh hasil yang maksimum pada pola tata tanam alternatif I dengan pola tata tanam yang telah disesuaikan dengan debit yang tersedia untuk mendapatkan keuntungan maksimum yang diperoleh dari hasil optimasi linier adalah luas lahan yang dapat ditanami yaitu tanaman padi sebesar 1682.4 ha per tahun dan tanaman palawija sebesar 420.60 ha per tahun dengan total keuntungan sebesar Rp. 43.596.956.520.- per tahun. Hasil optimasi dari beberapa pola tata tanam yang telah dianalisa, maka dipilih pola tata tanam (padi-padi-padi/palawija) karena memperoleh hasil yang maksimum.

**Kata Kunci :** *irigasi, pola tata tanam, optimasi program linier, solver*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, dimana pembangunan dalam bidang pertanian adalah salah satu yang menjadi prioritas utama dalam agenda pembangunan nasional dan merupakan komitmen utama terhadap pembangunan ketahanan pangan.

Ketersediaan air merupakan salah satu masalah yang sudah banyak menarik perhatian pemerintah dan terutama masyarakat petani, karena dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhanpun semakin meningkat. Salah satunya adalah kebutuhan akan ketersediaannya jumlah pangan. Untuk

memenuhi kebutuhan akan ketersediaannya jumlah pangan, maka perlu adanya pengelolaan distribusi air yang baik, yaitu dengan terciptanya pengelolaan sistem irigasi yang memperhitungkan pola ketersediaan air dan pola pemenuhan kebutuhan yang sering bervariasi dalam kurun waktu yang relatif pendek.

### **Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah pada jaringan irigasi Molek Juru Sumberpucung yang terletak di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang adalah sebagai berikut :

1. Keadaan debit Keadaan debit yang tersedia masih dapat dilakukan optimalisasi lagi guna meningkatkan hasil panen di daerah irigasi juru Sumberpucung.
2. Pola tata tanam pada daerah ini adalah Padi/Palawija/Tebu-Padi/Palawija/Tebu-Padi/Palawija / Tebu. Kondisi pola tata tanam ini memiliki tingkat kebutuhan air yang besar, sedangkan ketersediaan air terbatas. Oleh karena itu untuk mengatasi kekurangan air tersebut, terutama pada saat musim kemarau diperlukan suatu upaya dalam mengatur pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia. Sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil produksi yang lebih tinggi dari kondisi sebelumnya.

### **Batasan Masalah**

1. Pemanfaatan potensi air yang ada, hanya untuk kepentingan irigasi.
2. Perhitungan linier diselesaikan dengan menggunakan fasilitas solver yang terdapat pada MICROSOFT EXCEL.

3. Analisa Optimasi dilakukan pada periode masing-masing musim tanam.
4. Tidak merencanakan kembali saluran irigasi yang ada.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa luas tanam dan keuntungan yang diperoleh pada kondisi eksisting?
2. Berapa besar debit yang dibutuhkan untuk pola tata tanam yang direncanakan?
3. Bagaimana pola tata tanam yang sesuai untuk mendapatkan hasil ?

### **Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui luas tanam dan keuntungan yang diperoleh pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui besarnya debit yang dibutuhkan untuk pola tata tanam yang direncanakan.
3. Mengetahui pola tata tanam dan luas tanam optimum dengan debit yang tersedia agar mendapatkan keuntungan maksimum yang diperoleh dari hasil optimasi linier.

Sedangkan manfaat studi ini adalah sebagai informasi bagi instansi terkait dalam upaya menerapkan pola tata tanam yang sesuai dan mengoptimalkan pembagian air irigasi yang tersedia dengan penerapan program linier.

### **Lingkup Pembahasan**

1. Analisa hidrologi
2. Analisa klimatologi
3. Analisa data jenis tanaman
4. Perhitungan kebutuhan air di sawah
5. Analisa debit andalan
6. Perhitungan kebutuhan air irigasi

7. Perumusan model optimasi dengan program linier menggunakan metode *solver* pada *mirosoft excell*
8. Analisa sistem pemberian air
9. Hasil optimasi

## TINJAUAN PUSTAKA

### Irigasi

Irigasi ialah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian. Kata irigasi berasal dari kata *irrigate* dalam bahasa Belanda dan *irrigation* dalam bahasa Inggris. Menurut Azis, (2011)

### Analisa Hidrologi

#### Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data hujan diperlukan untuk mengetahui kesalahan data atau penyimpangan data, seperti : Perubahan mendadak pada system lingkungan hidrolis, pemindahan alat ukur, perubahan iklim, perubahan letak stasiun.

#### Metode Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*)

Uji konsistensi data dapat dilakukan dengan menggunakan kurva massa ganda (*double mass curve*). Dengan metode ini dapat dilakukan koreksi untuk data hujan yang tidak konsisten. Langkah yang dilakukan adalah membandingkan harga akumulasi curah hujan tahunan pada stasiun yang diuji dengan akumulasi curah hujan tahunan rerata dari suatu jaringan dasar stasiun hujan yang berkesesuaian, kemudian diplotkan pada kurva.

### Curah Hujan Rerata Daerah

Hujan daerah adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang ditinjau, bukan curah hujan pada suatu

titik tertentu yang dinyatakan dalam mm. (Sosrodarsono, 2003)

### Evapotranspirasi

Evapotranspirasi sangat erat berkaitan dengan kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Penguapan dalam hal ini meliputi penguapan dari permukaan air daun-daun tanaman. Bila kedua proses terjadi bersamaan, maka terjadilah evapotranspirasi, yaitu gabungan dari proses penguapan air bebas (evaporasi) dan penguapan melalui tanaman (transpirasi). (Montarcih, Lily. 2010)

### Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu.

### Pola Tanam

Pola tanam adalah susunan rencana penanaman sebagai jenis tanaman selama satu tahun yang umumnya di Indonesia dikelompokkan ke dalam tiga jenis tanaman yaitu padi, tebu, dan palawija. Umumnya pola tanam mengikuti debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan luas tanam yang seluas-luasnya.

### Program Linier

Menurut (Nurnawaty, 2009), Program Linier (*Linier Programming*) adalah salah satu metode untuk penyelesaian model-model optimasi dengan masalah-masalah tertentu dimana semua hubungan antara variabelnya adalah linier.

Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau nilai efektif yang dapat dicapai. Optimasi juga dapat diartikan sebagai sebuah usaha dalam mengoptimalkan sesuatu yang sudah ada, ataupun

merancang dan membuat sesuatu menjadi optimal. (Wikipedia.org, 2015)

Analisis pada studi ini menggunakan program linier karena penggunaan program linier memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. Metode ini dapat dipakai untuk menyelesaikan sistem dengan perubah fungsi kendala yang cukup.
- b. Penggunaan ini mudah dan akurat.
- c. Fungsi matematikanya sederhana.
- d. Hasilnya cukup baik.

Langkah – langkah di dalam melaksanakan perhitungan programasi linier :

1. Membuat model optimasi
2. Menentukan sumber – sumber yang akan dioptimasi (dalam hal ini air dimanfaatkan untuk irigasi)
3. Menghitung kuantitas masukan dan keluaran untuk setiap satuan kegiatan
4. Penyusunan model matematika

Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak yang ada yaitu fasilitas *solver*.

*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 ditambahkan dengan menginstal pada menu *Add-Ins* yang ada pada *Microsoft Excel*. Syarat perhitungan dalam *solver* adalah memiliki :

1. Target yang ingin dicapai
2. Kendala yang harus dipenuhi
3. Sel yang diubah-ubah isinya untuk ditentukan nilainya agar target dan kendala dipenuhi.

Tahap-tahap dalam penggunaan program *solver* yaitu :

1. Tentukan nilai target atau tujuan.
2. Tentukan nilai kendala.
3. Masuk program *Microsoft Excell*.
4. Buat lembar kerja pada *Microsoft Excell*.

5. Pilih *range*.
6. Beri perintah *insert, name, create*.
7. Tandai kotak cek *left coloum*.
8. Pilih *ok*.
9. Nilai  $X_1, X_2, \dots, X_n$  diberi nilai terkaan coba-coba.
10. Tulis rumus tujuan dan kendala.
11. Beri perintah *tools, Solver*, kotak dialog tampil.
12. Isikan *range target*.
13. Pilih kotak *teks by changing cells*, masuk *range* yang akan diubah.
14. Masukkan nilai kendala, dengan memilih *add*, kotak dialog akan tampil dan akhiri dengan *ok*.
15. Pilih *Solver* (tekan *enter*).
16. Setelah melakukan perhitungan sejenak, *Microsoft Excell* akan menampilkan kotak dialog *Solver result* yang memberi tahu bahwa solusi telah ditemukan.
17. Pilih *ok*, selesai (nilai pada  $X_1, X_2$  dan nilai tujuan akan berubah yang merupakan nilai solusi)

## METODOLOGI PENELITIAN

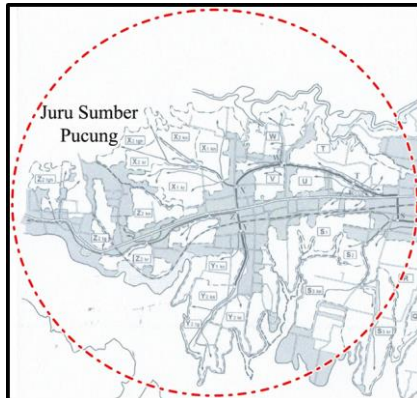
### Jenis Metode Penelitian

Jenis metode penelitian dalam kajian ini adalah Studi literature, dimana studi literature merupakan tahapan untuk menambah wawasan dan masukan terhadap permasalahan, serta mengidentifikasi dari seluruh permasalahan yang ada sehingga dapat mengambil langkah-langkah selanjutnya untuk memecahkan permasalahan yang terjadi.

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah irigasi Molek Juru Sumber Pucung, daerah irigasi Molek merupakan daerah irigasi lintas dengan luas lahan 3.971 Ha (versi lapangan KEPMEN : 293 Tahun 2014 Seluas : 3883 Ha). Juru Sumberpucung, dimana juru ini merupakan juru terakhir dari daerah

irigasi Molek. Luas Juru Sumber Pucung adalah 701 ha. Untuk lebih jelasnya peta lokasi dapat dilihat pada gambar 1.



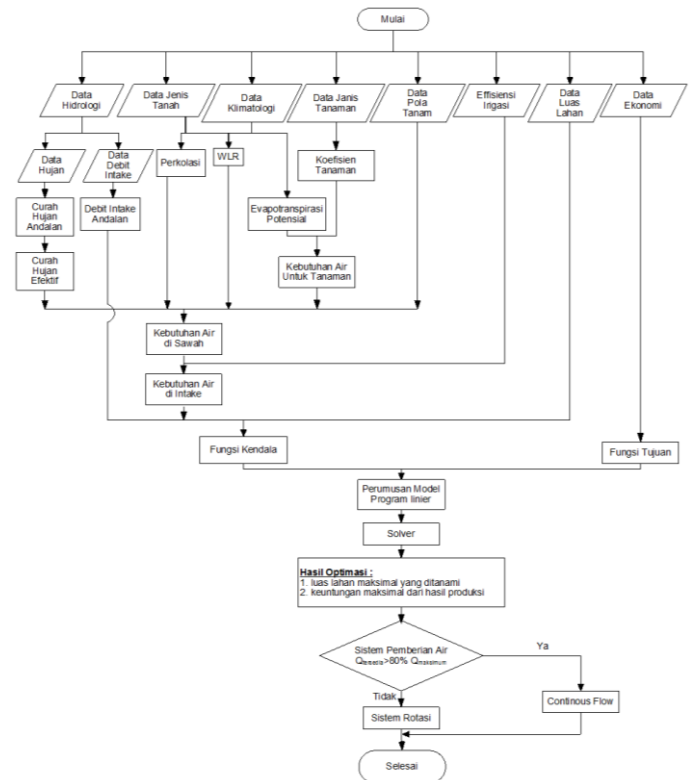
Gambar 1. Lokasi daerah studi

### Pengumpulan Data

1. Data Curah Hujan  
Data curah hujan yang dipakai adalah curah hujan sekunder selama 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2005 sampai dengan 2014.
2. Data Debit  
Data debit yang dipakai adalah data debit intake pada bendungan Blobo selama 10 tahun terakhir.
3. Data Klimatologi  
Data klimatologi yang digunakan adalah data suhu, data kelembapan relatif, data kecepatan angin dan data kecerahan matahari.
4. Data Irigasi  
Data-data tersebut meliputi luas baku sawah, skema jaringan, skema konstruksi dan jenis tanaman.
5. Data Jenis Tanah  
Data ini untuk menentukan nilai perkolasi
6. Data Ekonomi  
Data ini berupa data hasil produksi pertanian dalam Rp/Ha

### Tahapan Penyelesaian

Tahapan penyelesaian penelitian dapat dilihat pada diagram alir gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Diagram alir optimasi program linier

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Curah Hujan Andalan

Perhitungan curah hujan andalan dan curah hujan efektif menggunakan metode *basic year* dengan curah hujan andalan 80% ( $R_{80}$ ) dan curah hujan andalan 50% ( $R_{50}$ ). Hasil perhitungan hujan andalan dapat diijuti pada tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Andalan

Data Hujan			Rangking Data			Ket
NO	Tahun	CH (mm)	No	Tahun	CH (mm)	
1	2005	60,04	1	2009	46,44	
3	2007	78,00	3	2014	50,34	<b>R80</b>
4	2008	65,67	4	2006	51,80	
5	2009	46,44	5	2012	59,26	
6	2010	99,18	6	2005	60,04	<b>R50</b>
7	2011	48,31	7	2008	65,67	
8	2012	59,26	8	2007	78,00	
9	2013	79,19	9	2013	79,19	
10	2014	50,34	10	2010	99,18	

Sumber : Hasil Perhitungan

### Curah hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang dibutuhkan tanaman untuk proses pertumbuhannya. Curah hujan efektif dapat dihitung berdasarkan curah hujan andalan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan Curah Hujan Efektif

No	Bulan	Periode	Σ Hari	Rso		Curah Hujan Efektif					
				(mm)	(mm)	Re-Padi (mm)	Re-Padi (mm/hari)	Re-Palawaja (mm/hari)	Re-Tebu (mm/hari)		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Januari	I	10	141,67	32,67	99,17	9,92	3,27	3,27		
		II	10	110,33	111,00	77,23	7,72	11,10	11,10		
		III	11	85,00	58,00	59,50	5,41	5,27	5,27		
2	Februari	I	10	49,00	14,33	34,30	3,43	1,43	1,43		
		II	10	16,00	253,00	11,20	1,12	25,30	25,30		
		III	8	43,67	110,33	30,57	3,82	13,79	13,79		
3	Maret	I	10	25,33	88,00	17,73	1,77	8,80	8,80		
		II	10	133,33	23,67	93,33	9,33	2,37	2,37		
		III	11	91,67	71,00	64,17	5,83	6,45	6,45		
4	April	I	10	68,00	118,33	47,60	4,76	11,83	11,83		
		II	10	89,00	123,00	62,30	6,23	12,30	12,30		
		III	10	46,00	9,00	32,20	3,22	0,90	0,90		
5	Mei	I	10	12,67	4,67	8,87	0,89	0,47	0,47		
		II	10	20,67	0,00	14,47	1,45	0,00	0,00		
		III	11	15,67	0,00	10,97	1,00	0,00	0,00		
6	Juni	I	10	24,00	0,00	16,80	1,68	0,00	0,00		
		II	10	19,00	27,33	13,30	1,33	2,73	2,73		
		III	10	15,33	104,00	10,73	1,07	10,40	10,40		
7	Juli	I	10	0,00	60,00	0,00	0,00	6,00	6,00		
		II	10	4,33	3,67	3,03	0,30	0,37	0,37		
		III	11	17,67	0,00	12,37	1,12	0,00	0,00		
8	Agustus	I	10	2,00	0,00	1,40	0,14	0,00	0,00		
		II	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		III	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
9	September	I	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		II	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		III	10	0,00	2,00	0,00	0,00	0,20	0,20		
10	Oktober	I	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		II	10	0,00	88,67	0,00	0,00	8,87	8,87		
		III	11	0,00	78,33	0,00	0,00	7,12	7,12		
11	November	I	10	3,00	0,00	2,10	0,21	0,00	0,00		
		II	10	166,00	58,33	116,20	11,62	5,83	5,83		
		III	10	67,00	95,00	46,90	4,69	9,50	9,50		
12	Desember	I	10	148,67	158,00	104,07	10,41	15,80	15,80		
		II	10	159,00	263,33	111,30	11,13	26,33	26,33		
		III	11	238,33	205,67	166,83	15,17	18,70	18,70		

Sumber : Hasil Perhitungan

### Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial di analisa menggunakan metode penman modifikasi dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Perhitungan Evapotranspirasi potensial

Uraian	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Eto=Eto*xc	mm/hari	6,070	6,046	4,972	4,539	4,330	4,795
		6,147	6,656	7,923	7,958	5,992	4,338

Sumber : Hasil Perhitungan

### Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman ditinjau berdasarkan neraca air tergantung dari parameter sebagai berikut :

1. Perkolasi
2. Penyiapa lahan
3. Penggunaan konsumtif tanaman
4. Pergantian lapisan air
5. Curah hujan efektif

### Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air dalam pengolahan lahan diperlukan untuk mendukung terciptanya kondisi tanah yang cukup lembab, guna proses persemaiannya tanaman.

perhitungan kebutuhan air dalam pengolahan lahan pada penelitian ini dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini, yaitu menggunakan contoh perhitungan bulan januari :

1. Eto = 1,10 \* ET = 1,10 \* 6,07 = 6,68 mm/hr
2. M = ETo + P = 6,68 + 3 = 9,68 mm/hr
3. Jangka waktu proses pengolahan lahan (T) selama 31 hari
4. k = (M\*T)/S = (9,68 \*31)/300 = 1,2

$$RI = \frac{M \times e^k}{e^k - 1} = \frac{9,68 \cdot e^{1,2}}{e^{1,2} - 1}$$

$$= 13,848 \text{ mm/hr} \rightarrow 13,85 \text{ mm/hr}$$

Hasil perhitungan kebutuhan air untuk pegolahan lahan pada bulan berikutnya disajikan pada tabel 4 :

**Tabel 4.** Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Uraian	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)}$	mm/hari	13,848	14,607	13,027	12,959	12,559	13,145
		13,907	14,533	15,520	15,321	14,029	12,565

Sumber : Hasil Perhitungan

### Pergantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air dapat dilakukan satu kali, yaitu pada saat tanaman berumur satu bulan setelah

pemindahan tanaman, atau setelah transplantasi tanaman. Tinggi lapisan air yang direncanakan adalah sebesar 50 mm selama 30 hari. Perhitungan penggantian lapisan genangan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{WLR} &= 50 \text{ mm} / 30 \text{ hr} \\ &= 1,667 \text{ mm/hr} \end{aligned}$$

### Netto Kebutuhan Air Lapang

Dalam mendukung proses pertumbuhan tanaman maka perlu ditentukan nilai netto kebutuhan air lapang (NFR), berikut ini perhitungan NFR :

$$\begin{aligned} \text{NFR}_{pad} &= \text{Etc} + P - \text{Re} + \text{WLR} \\ &= 5,814 + 3 - 0,077 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,667 & \\ &= 7,07 \text{ mm/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NFR}_{pol} &= \text{Etc} + \text{Re}_{pol} \\ &= 5,814 + 0,347 \\ &= 6,161 \text{ mm/hr} \end{aligned}$$

### Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi adalah perbandingan antara jumlah air irigasi yang diperlukan tanaman dengan jumlah air yang sampai ke petak sawah atau areal persawahan. Nilai efisiensi irigasi dapat dilihat pada tabel 5:

**Tabel 5.** Efisiensi Irigasi

Jaringan	Efisiensi Irigasi (%)
Primer	80
Skunder	90
Tersier	90
Total El	65

(Sumber : Direktorat Jendral Pengairan. SPI bagian penunjang;1986)

### Debit Andalan

Dalam perhitungan debit andalan digunakan metode tahun dasar perencanaan (*basic year*).

Contoh perhitungan untuk tahun pertama :

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

- Tahun ke 8  
Diketahui :  
m = 8, n = 10

$$P = \frac{8}{10+1} \times 100\%$$

$$= 72,727 \%$$

- Tahun ke 9  
Diketahui :  
m = 9, n = 10

$$P = \frac{9}{10+1} \times 100\%$$

$$= 81,818 \%$$

Hasil perhitungan debit andalan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Probabilitas Debit Andalan 80%

Bulan	Prd	Q Th 2014	Q Th 2013	Q Andalan
Januari	I	6,122	6,308	6,271
	II	6,127	6,394	6,341
	III	6,092	6,543	6,453
Februari	I	5,921	6,266	6,197
	II	6,090	6,25	6,218
	III	6,212	6,262	6,252
Maret	I	6,212	5,943	5,997
	II	6,000	6,123	6,098
	III	6,054	6,082	6,076
April	I	5,672	6,272	6,152
	II	6,078	6,022	6,033
	III	6,242	5,742	5,842
Mei	I	5,912	5,566	5,635
	II	5,962	5,959	5,960
	III	6,061	5,742	5,806
Juni	I	6,051	5,73	5,794
	II	6,021	6,173	6,143
	III	5,718	6,189	6,095
Juli	I	5,674	5,697	5,692
	II	5,972	6,126	6,095
	III	5,946	5,692	5,743
Agustus	I	5,492	6,253	6,101
	II	5,724	6,235	6,133
	III	5,782	5,956	5,921
September	I	5,416	5,482	5,469
	II	5,859	5,382	5,477
	III	5,795	5,343	5,433
Oktober	I	5,382	4,636	4,785
	II	5,409	4,696	4,839
	III	5,327	4,259	4,473
Nopember	I	5,374	4,267	4,488
	II	5,376	4,383	4,582
	III	5,633	4,445	4,683
Desember	I	5,195	5,101	5,120
	II	5,227	5,335	5,313
	III	5,609	5,466	5,495

Sumber : Hasil Perhitungan

### Kebutuhan Air Irigasi

Kondisi pola tata tanam eksisting maupun alternatifnya adalah sebagai berikut :

1. Kondisi eksisting :

- Padi/Palawija (jagung)/Tebu  
 Padi/Palawija (jagung)/Tebu  
 Padi/Palawija (jagung)/Tebu
- Alternatif I :  
 Padi/Tebu-Padi/Palawija (jagung)/Tebu-Palawija (jagung)
  - Alternatif II:  
 Padi-Padi/Palwija(jagung)-Palawija (jagung)
  - Alternatif III :  
 Padi/Tebu-Padi/Palwija (jagung)/Tebu-Palawija (jagung)/Tebu

Dari pola tata tanam yang telah direncanakan maka akan dianalisa kebutuhan air irigasinya. Hasil rekapitulasi dari kebutuhan air irigasi dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Kebutuhan Air Irigasi

No	Pola Tanam	Periode / Masa	Volume Air (M3/Ha)		
			Padi	Palawija	Tebu
1	PTT Eksisting	I	5263,155	832,104	1498,246
		II	11384,434	2801,432	5223,381
		III	21406,558	7091,726	9553,507
2	PTT Alternatif I	I	5263,155	0,000	1498,246
		II	9577,502	2801,432	5223,381
		III	0,000	7091,726	0,000
3	PTT Alternatif II	I	5263,155	0,000	0,000
		II	9577,502	2790,306	0,000
		III	0,000	7091,726	0,000
4	PTT Alternatif III	I	5263,155	0,000	1498,246
		II	9577,502	2801,432	5223,381
		III	0,000	7091,726	9553,507

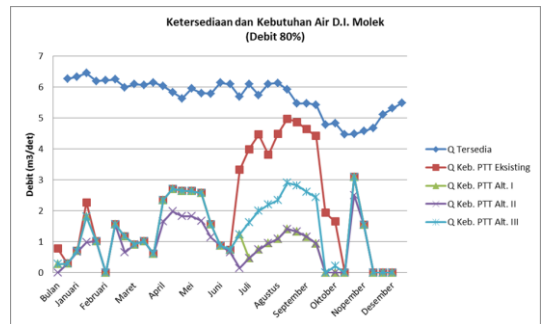
Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah menganalisa kebutuhan air irigasi diatas, selanjutnya dibuat neraca airnya yaitu perbandingan antara kebutuhan air irigasi dari beberapa alternatif pola tanam dengan debit yang tersedia, hasil neraca air tersebut dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Rekapitulasi Neraca Air

Bulan	Periode	Q Tersedia	PTT Eksisting		PTT Alternatif I		PTT Alternatif II		PTT Alternatif III	
			Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih	Q keb	Q Lebih
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Januari	I	6,2708	0,7862	5,4846	0,2844	5,9864	0,0000	6,2708	0,2844	5,9864
	II	6,3406	0,2953	6,0453	0,2953	6,0453	0,2953	6,0453	0,2953	6,0453
	III	6,4528	0,7074	5,7454	0,7074	5,7454	0,6734	5,7794	0,7074	5,7454
Februari	I	6,1970	2,2743	3,9227	1,8130	4,3840	0,9873	5,2097	1,8130	4,3840
	II	6,2180	1,0220	5,1960	1,0220	5,1960	1,0220	5,1960	1,0220	5,1960
	III	6,2520	0,0000	6,2520	0,0000	6,2520	0,0000	6,2520	0,0000	6,2520
Maret	I	5,9968	1,5659	4,4309	1,5659	4,4309	1,5659	4,4309	1,5659	4,4309
	II	6,0984	1,1723	4,9261	1,1723	4,9261	0,6613	5,4371	1,1723	4,9261
	III	6,0764	0,9137	5,1627	0,9137	5,1627	0,9137	5,1627	0,9137	5,1627
April	I	6,1520	1,0247	5,1273	1,0247	5,1273	1,0247	5,1273	1,0247	5,1273
	II	6,0332	0,6139	5,4193	0,6139	5,4193	0,6139	5,4193	0,6139	5,4193
	III	5,8420	2,3537	3,4883	2,3537	3,4883	1,6618	4,1802	2,3537	3,4883
Mei	I	5,6352	2,7146	2,9206	2,7146	2,9206	1,9842	3,6510	2,7146	2,9206
	II	5,9596	2,6474	3,3122	2,6474	3,3122	1,8335	4,1261	2,6474	3,3122
	III	5,8058	2,6426	3,1632	2,6426	3,1632	1,8287	3,9771	2,6426	3,1632
Juni	I	5,7942	2,5798	3,2144	2,5798	3,2144	1,6784	4,1158	2,5798	3,2144
	II	6,1426	1,5680	4,5746	1,5680	4,5746	1,1431	4,9995	1,5680	4,5746
	III	6,0948	0,8886	5,2062	0,8886	5,2062	0,8886	5,2062	0,8886	5,2062
Juli	I	5,6924	0,7455	4,9469	0,7455	4,9469	0,6641	5,0283	0,7455	4,9469
	II	6,0952	3,3330	2,7622	1,2417	4,8535	0,1519	5,9433	1,2417	4,8535
	III	5,7428	3,9934	1,7494	0,4746	5,2682	0,4746	5,2682	1,6300	4,1128
Agustus	I	6,3008	4,4680	1,6328	0,7546	5,3462	0,7546	5,3462	2,0057	4,0951
	II	6,1328	3,8139	2,3189	0,9532	5,1796	0,9532	5,1796	2,2043	3,9285
	III	5,9212	4,4895	1,4317	1,0922	4,8290	1,0922	4,8290	2,3433	3,5779
September	I	5,4688	4,9810	0,4878	1,4183	4,0505	1,4183	4,0505	2,9075	2,5613
	II	5,4774	4,8723	0,6051	1,3332	4,1442	1,3332	4,1442	2,8224	2,6550
	III	5,4334	4,6447	0,7887	1,1650	4,2684	1,1650	4,2684	2,6184	2,8150
Oktober	I	4,7852	4,4260	0,3592	0,9449	3,8403	0,9449	3,8403	2,4407	2,3445
	II	4,8386	1,9378	2,9008	0,0000	4,8386	0,0000	4,8386	0,0000	4,8386
	III	4,4726	1,6602	2,8124	0,0000	4,4726	0,0000	4,4726	0,2210	4,2516
Nopember	I	4,4884	0,0000	4,4884	0,0000	4,4884	0,0000	4,4884	0,0000	4,4884
	II	4,5816	3,1013	1,4803	3,1013	1,4803	2,5114	2,0702	3,1013	1,4803
	III	4,6826	1,5478	3,1348	1,5478	3,1348	1,5478	3,1348	1,5478	3,1348
Desember	I	5,1198	0,0000	5,1198	0,0000	5,1198	0,0000	5,1198	0,0000	5,1198
	II	5,3134	0,0000	5,3134	0,0000	5,3134	0,0000	5,3134	0,0000	5,3134
	III	5,4946	0,0000	5,4946	0,0000	5,4946	0,0000	5,4946	0,0000	5,4946

Sumber : Hasil Perhitungan



**Gambar 2.** Neraca air untuk beberapa alternatif pola tanam

### Analisa Model Matematika

Model matematika pada program linier ini dibuat sesuai dengan fungsi sasaran yang ingin dicapai. Perumusan dalam analisa optimasi terdiri atas :

- Fungsi sasaran

Fungsi sasaran adalah persamaan yang berisi variabel bebas yang akan dioptimumkan. Bentuk fungsinya sebagai berikut :

$$Z = \sum_{n=1}^n C_n X_n$$

Dengan :

Z = Fungsi tujuan (keuntungan



maksimum hasil pertanian) (Rp)  
 $C_n$  = Keuntungan / manfaat bersih  
 rigasi sawah (Rp/Ha)  
 $X_n$  = Variabel sasaran irigasi (luas areal  
 irigasi) (Ha)

Perumusan fungsi sasaran dalam tiap-  
 tiap periode dapat dilihat pada tabel  
 berikut :

**Tabel 9. Model Fungsi Sasaran**

Fungsi Tujuan Periode I	
$Z$	$= 10126950 \left( \sum_{n=1}^{19} X_n \right) + 2065000 \left( \sum_{n=58}^{19} X_n \right) + 88520000 \left( \sum_{n=116}^{19} X_n \right)$
Fungsi Tujuan Periode II	
$Z$	$= 10126950 \left( \sum_{n=20}^{19} X_n \right) + 2065000 \left( \sum_{n=78}^{19} X_n \right) + 88520000 \left( \sum_{n=135}^{19} X_n \right)$
Fungsi Tujuan Periode III	
$Z$	$= 10126950 \left( \sum_{n=39}^{19} X_n \right) + 2065000 \left( \sum_{n=97}^{19} X_n \right) + 88520000 \left( \sum_{n=154}^{19} X_n \right)$

Sumber : Hasil Perhitungan

## 2. Fungsi Kendala

Fungsi Kendala adalah persamaan  
 yang membatasi kegunaan utama dan  
 bentuk. Fungsi kendala ini adalah  
 besarnya debit dan luas lahan.

### a. Fungsi kendala volume air irigasi :

1 Pola Tanam Eksisting	
$K1$	$= \left( 5263,155 \times \sum_{n=1}^{19} X_n \right) + \left( 832,104 \times \sum_{n=58}^{19} X_n \right) + \left( 1498,246 \times \sum_{n=116}^{19} X_n \right) \leq 60,857 \times 10^6$
$K2$	$= \left( 11384,434 \times \sum_{n=20}^{19} X_n \right) + \left( 2801,432 \times \sum_{n=78}^{19} X_n \right) + \left( 5223,381 \times \sum_{n=135}^{19} X_n \right) \leq 61,623 \times 10^6$
$K3$	$= \left( 21406,558 \times \sum_{n=39}^{19} X_n \right) + \left( 7091,726 \times \sum_{n=97}^{19} X_n \right) + \left( 9553,507 \times \sum_{n=154}^{19} X_n \right) \leq 54,815 \times 10^6$
2 Pola Tanam Alternatif I	
$K4$	$= \left( 5263,155 \times \sum_{n=1}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=58}^{19} X_n \right) + \left( 1498,246 \times \sum_{n=116}^{19} X_n \right) \leq 60,857 \times 10^6$
$K5$	$= \left( 9577,502 \times \sum_{n=20}^{19} X_n \right) + \left( 2801,432 \times \sum_{n=78}^{19} X_n \right) + \left( 5223,381 \times \sum_{n=135}^{19} X_n \right) \leq 61,623 \times 10^6$
$K6$	$= \left( 0,000 \times \sum_{n=39}^{19} X_n \right) + \left( 7091,726 \times \sum_{n=97}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=154}^{19} X_n \right) \leq 54,815 \times 10^6$
3 Pola Tanam Alternatif II	
$K7$	$= \left( 5263,155 \times \sum_{n=1}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=58}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=116}^{19} X_n \right) \leq 60,857 \times 10^6$
$K8$	$= \left( 9577,502 \times \sum_{n=20}^{19} X_n \right) + \left( 2790,306 \times \sum_{n=78}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=135}^{19} X_n \right) \leq 61,623 \times 10^6$
$K9$	$= \left( 0,000 \times \sum_{n=39}^{19} X_n \right) + \left( 7091,726 \times \sum_{n=97}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=154}^{19} X_n \right) \leq 54,815 \times 10^6$
4 Pola Tanam Alternatif III	
$K10$	$= \left( 5263,155 \times \sum_{n=1}^{19} X_n \right) + \left( 0,000 \times \sum_{n=58}^{19} X_n \right) + \left( 1498,246 \times \sum_{n=116}^{19} X_n \right) \leq 60,857 \times 10^6$
$K11$	$= \left( 9577,502 \times \sum_{n=20}^{19} X_n \right) + \left( 2801,432 \times \sum_{n=78}^{19} X_n \right) + \left( 5223,381 \times \sum_{n=135}^{19} X_n \right) \leq 61,623 \times 10^6$
$K12$	$= \left( 0,000 \times \sum_{n=39}^{19} X_n \right) + \left( 7091,726 \times \sum_{n=97}^{19} X_n \right) + \left( 9553,507 \times \sum_{n=154}^{19} X_n \right) \leq 54,815 \times 10^6$

### b. Fungsi kendala luas tanam

Keterangan	Fungsi Kendala Luas Tanam
Musim Tanam I	K13 => X1+X23+X45 = 160 Ha
	K14 => X2+X24+X46 = 98 Ha
	K15 => X3+X25+X47 = 37 Ha
	K16 => X4+X26+X48 = 18 Ha
	K17 => X5+X27+X49 = 39 Ha
	K18 => X6+X28+X50 = 54 Ha
	K19 => X7+X29+X51 = 36 Ha
	K20 => X8+X30+X52 = 14 Ha
	K21 => X9+X31+X53 = 17 Ha
	K22 => X10+X32+X54 = 20 Ha
	K23 => X11+X33+X55 = 141 Ha
	K24 => X12+X34+X56 = 36 Ha
	K25 => X13+X35+X57 = 34 Ha
	K26 => X14+X36+X58 = 17 Ha
	K27 => X15+X37+X59 = 16 Ha
	K28 => X16+X38+X60 = 15 Ha
	K29 => X17+X39+X61 = 118 Ha
	K30 => X18+X40+X62 = 17 Ha
	K31 => X19+X41+X63 = 34 Ha
	K32 => X20+X42+X64 = 12 Ha
	K33 => X21+X43+X65 = 27 Ha
	K34 => X22+X44+X66 = 81 Ha
Musim Tanam II	K35 => X67+X89+X111 = 160 Ha
	K36 => X68+X90+X112 = 98 Ha
	K37 => X69+X91+X113 = 37 Ha
	K38 => X70+X92+X114 = 18 Ha
	K39 => X71+X93+X115 = 39 Ha
	K40 => X72+X94+X116 = 54 Ha
	K41 => X73+X95+X117 = 36 Ha
	K42 => X74+X96+X118 = 14 Ha
	K43 => X75+X97+X119 = 17 Ha
	K44 => X76+X98+X120 = 20 Ha
	K45 => X77+X99+X121 = 141 Ha
	K46 => X78+X100+X122 = 36 Ha
	K47 => X79+X101+X123 = 34 Ha
	K48 => X80+X102+X124 = 17 Ha
	K49 => X81+X103+X125 = 16 Ha
	K50 => X82+X104+X126 = 15 Ha
	K51 => X83+X105+X127 = 118 Ha
	K52 => X84+X106+X128 = 17 Ha
	K53 => X85+X107+X129 = 34 Ha
	K54 => X86+X108+X130 = 12 Ha
	K55 => X87+X109+X131 = 27 Ha
	K56 => X88+X110+X132 = 81 Ha
Musim Tanam III	K57 => X133+X155+X177 = 160 Ha
	K58 => X134+X156+X178 = 98 Ha
	K59 => X135+X157+X179 = 37 Ha
	K60 => X136+X158+X180 = 18 Ha
	K61 => X137+X159+X181 = 39 Ha
	K62 => X138+X160+X182 = 54 Ha
	K63 => X139+X161+X183 = 36 Ha
	K64 => X140+X162+X184 = 14 Ha
	K65 => X141+X163+X185 = 17 Ha
	K66 => X142+X164+X186 = 20 Ha
	K67 => X143+X165+X187 = 141 Ha
	K68 => X144+X166+X188 = 36 Ha
	K69 => X145+X167+X189 = 34 Ha
	K70 => X146+X168+X190 = 17 Ha
	K71 => X147+X169+X191 = 16 Ha
	K72 => X148+X170+X192 = 15 Ha
	K73 => X149+X171+X193 = 118 Ha
	K74 => X150+X172+X194 = 17 Ha
	K75 => X151+X173+X195 = 34 Ha
	K76 => X152+X174+X196 = 12 Ha
	K77 => X153+X175+X197 = 27 Ha
	K78 => X154+X176+X198 = 81 Ha

## Hasil Optimasi

Dari hasil optimasi yang dilakukan  
 dengan ke empat pola tata tanam yang  
 berbeda, maka didapatkan hasil yaitu  
 luas lahan yang dapat ditanami dan  
 keuntungan maksimum, berikut  
 hasilnya dapat dilihat pada tabel 10 dan  
 11.

**Tabel 10.** Luas Lahan yang Dapat Ditanami (hasil optimasi)

Musim tanam	Jenis Tanaman	Luas Tanam			
		PTT Eksisting (Ha)	PTT Alternatif I (Ha)	PTT Alternatif II (Ha)	PTT Alternatif III (Ha)
I	Padi	541,02	701,00	701,00	595,85
	Palawija	89,88	0,00	0,00	0,00
	Tebu	70,10	0,00	0,00	105,15
II	Padi	541,02	701,00	525,75	559,85
	Palawija	89,99	0,00	175,25	36,00
	Tebu	70,10	0,00	0,00	105,15
III	Padi	366,10	280,40	420,60	131,60
	Palawija	248,80	420,60	280,40	407,00
	Tebu	70,10	0,00	0,00	162,40

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 11.** Keuntungan / Manfaat Hasil Produksi (hasil optimasi)

No	Musim Tanam	Keuntungan			
		PTT Eksisting (Rp)	PTT Alternatif I (Rp)	PTT Alternatif II (Rp)	PTT Alternatif III (Rp)
I	I	Rp 14.904.703.896	Rp 15.745.196.050	Rp 15.745.196.050	Rp 15.650.792.380
	II	Rp 14.904.703.896	Rp 15.745.196.050	Rp 14.229.099.538	Rp 15.339.354.580
	III	Rp 13.391.462.230	Rp 12.106.564.420	Rp 13.319.441.630	Rp 12.078.415.980
Keuntungan		Rp 43.200.870.022	Rp 43.596.956.520	Rp 43.293.737.218	Rp 43.068.562.940

Sumber : Hasil Perhitungan

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil studi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

- Besarnya luas tanam dan keuntungan yang diperoleh pada kondisi eksisting dioptimasi adalah
  - Masa tanam I :
    - Luas tanaman padi 541,02 ha
    - Luas tanaman palawija 89,88 ha
    - Luas tanaman tebu 70,10 ha
    - Dengan keuntungan sebesar Rp.14.904.703.896,- per periode
  - Masa tanam II :
    - Luas tanaman padi 541,02 ha
    - Luas tanaman palawija 89,88 ha
    - Luas tanaman tebu 70,10 ha
    - Dengan keuntungan sebesar Rp.14.904.703.896,- per periode
  - Masa tanam III:
    - Luas tanaman padi 366,10 ha
    - Luas tanaman palawija 248,80 ha
    - Luas tanaman tebu 70,10 ha
    - Dengan keuntungan sebesar Rp. 13.391.462.230,- per periode
- Besarnya debit andalan yang tersedia di daerah irigasi Molek

Juru Sumberpucung memenuhi kebutuhan air tanaman

- Pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia untuk mendapatkan keuntungan maksimum yang diperoleh dari hasil optimasi linier adalah pada alternatif PTT alternatif I, yaitu di peroleh luas lahan yang dapat ditanami adalah, tanaman padi sebesar 1682.4 ha per tahun, tanaman palawija sebesar 420.60 ha per tahun dengan total keuntungan sebesar Rp. 43.596.956.520.- per tahun.

### Saran

- Dalam penerapan metode optimasi dengan menggunakan metode *solver* dilapangan hendaknya perlu adanya pertimbangan yang baik, hasil optimasi dari metode ini memang mengalami keuntungan yang maksimal, namun terjadi pengurangan pada luas lahan yang ditanami sehingga dapat menyebabkan konflik antara pemilik lahan yang tidak mendapatkan lahan tanam.
- Penyuluhan kepada para petani tentang pola tata tanam yang sesuai dengan ketersediaan debit dan manfaat dari optimasi ini sangatlah diperlukan, agar para petani dapat menyadari pentingnya pola tata tanam yang telah di rencanakan / di optimasikan demi mendapatkan keuntungan yang maksimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1977. *Eksplotasi & Pemeliharaan*, Direktorat Jenderal Pengairan: Dinas

- Pekerjaan Umum Pengairan  
Propinsi Jawa Timur
- Anonim. 1986. **Standar Perencanaan Irigasi KP-01**. Subdit Perencanaan Teknis Dirjen Pengairan
- Anonim. 1986. **Standar Perencanaan Irigasi KP-03**. Subdit Perencanaan Teknis Dirjen Pengairan
- Anonim. <http://www.solver.com/pricemenu.htm>
- Ahmad Wahyudi, Nadjadji Anwar dan Edijatno, 2014. **Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Warujayeng Kertosono dengan Program Linier**, ITS, Surabaya.
- Dirjen Pengairan, "**Perihal Rumus-rumus untuk Meencanakan Irigasi**", Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta 1976
- Fuad Bustomi, 1999. Sistem Irigasi : **Suatu Pengantar Pemahaman, Tugas Kuliah Sistem Irigasi**. Program Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Iman Subarkah. 1980. "**Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air**", Penerbit Idea Dharma, Bandung
- Lily Montarcih Limantara, 2010. **Hidrologi Praktis**, Lubuk Agung, Bandung.
- Ricky Yulianri, 2014. **Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi dengan Menggunakan Program Linier**, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Sri Harto, Br. 1993. "**Analisis Hidrologi**", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono (1999). "**Hidrologi untuk Pengairan**", Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Suroso. 2006. **Jurnal Teknik Sipil Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyuma**, Universitas Jendral Soedirman: Purwokerto.
- Taufan L. Mochammad, Anwar Nadjaji dan Edijatno, 2013. **Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Konto Surabaya Dengan Menggunakan Program Linear**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.