

**OPTIMALISASI ALOKASI AIR UNTUK IRIGASI DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM LINIER (STUDI KASUS DAERAH IRIGASI AIR BENDUNGAN LAREN  
LAMONGAN JAWA TIMUR)**

Hendrawan, Zunaidi Efendi (Hendra45@gmail.com)<sup>1</sup>

Intan Mayasari (intanmayasari@unisda.ac.id)<sup>2</sup>

**Universitas Islam Darul ‘Ulum Lamongan<sup>1</sup>, Universitas Islam Darul ‘Ulum Lamongan<sup>2</sup>**

**ABSTRAK**

Daerah Irigasi Laren berada di wilayah Kabupaten Lamongan yang melewati Kecamatan Laren dengan luas baku sawah 1.457 Ha. Sumber air irigasi dari Sungai Bengawan Solo melalui Bendung Laren. Terbatasnya jumlah air di musim kemarau dapat mengurangi pemberian air ke sawah. Untuk memaksimalkan produksi tani perlu peningkatan produktivitas lahan dan pemberian air yang teratur sesuai dengan kebutuhan dan persediaan. Untuk analisa ini digunakan program linier Quantity Methods for Windows 2 dengan input kebutuhan air tiap jenis tanaman dan volume andalan sebagai kendala/batasan untuk pengoperasian program linier. Output dari program ini ialah luas sawah maksimum tiap jenis tanaman, musim tanamnya dan keuntungan hasil tani yang didapat. Dari beberapa alternatif rencana, didapat pola tanam yang menghasilkan keuntungan terbesar yaitu pola tanam padi-palawija, padi, palawija pada awal tanam Desember III dengan pendapatan Rp 37.135.920.000 dan keuntungan Rp 697.807.000 dari kondisi tanam eksisting serta intensitas tanam 242,41 %.

**Kata Kunci :** Optimalisasi Air, Program Linier

**ABSTRACT**

*Laren Irrigation Area is located in the Lamongan Regency area which passes through laren district with a raw rice field area of 1,457 ha. Irrigation water source from Bengawan Solo River through Bendung Laren. The limited amount of water in the dry season can reduce the provision of water to the fields. To maximize farm production, it is necessary to increase land productivity and provide regular water in accordance with needs and supplies. For this analysis, a linear program of Quantity Methods for Windows 2 is used with inputs on the water needs of each type of plant and the mainstay volume as constraints / limitations for the operation of linear programs. The output of this program is the maximum paddy area of each type of plant, its growing season and the profit of the farm products obtained. From several alternative plans, the planting pattern that produces the greatest profit is the planting pattern of rice-palawija, rice, palawija at the beginning of planting in December III with an income of RP 37,135,920,000 and a profit of IDR 697,807,000 from the existing planting conditions and planting intensity of 242.41%.*

**Keywords :** Water Optimization, Linear Program

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Penyimpangan dalam pelaksanaan tanam yang diterapkan seringkali tidak sesuai dengan pola tata tanam rencana atau rencana tata tanam detail yang diusulkan. Kasus ini umumnya sering terjadi disaat musim kemarau petani lebih banyak menanam jagung dari pada tanaman padi, sehingga tanaman jagung yang ditanam melebihi dari luas yang direncanakan. Kondisi semacam ini tentunya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dari tanaman padi itu sendiri yang pada akhirnya akan menyebabkan hasil produksi yang kurang maksimal. Hal ini akan menyebabkan debit air yang tersedia tidak dapat mencukupi kebutuhan air irigasi dan berakibat pemberian air tidak merata (Soetopo, 2009).

Irigasi bagi tanaman padi diberikan dengan cara penggenangan bertujuan sebagai penyedia air yang cukup dan stabil untuk menjamin produksi padi. Luas tanah atau sawah di dalam daerah pengairan di bagi-bagi sedemikian rupa sehingga memudahkan pembagian airnya. Akan tetapi berbagai sistem alokasi air yang ada saat ini perlu ditinjau ulang. Karena debit air yang masuk ke bendung irigasi semakin lama semakin berkurang, sedangkan kebutuhan air semakin meningkat (Rini, 2005).

Program linier merupakan fungsi matematika yang sederhana, tetapi hasilnya cukup akurat, efektif jika seluruh variabel dapat diasumsi deterministik (dapat diprediksi secara tepat). Keterbatasan dari program linier, antara lain tidak dapat menganalisa sistem daerah irigasi yang kompleks, memiliki kesulitan terhadap waktu dan fungsi tak linier (Rini, 2005).

Mengingat air merupakan kunci utama keberhasilan sistem irigasi maka penelitian tentang “Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi Menggunakan Program Linier Studi Kasus Daerah Irigasi Air bendungan Laren“ sangat penting untuk dilakukan.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan penulisan latar belakang di atas, maka permasalahan yang berkaitan dengan penelitian meliputi:

1. Berapakah kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi Bendungan Laren yang diperlukan untuk masing-masing jenis tanaman yang dibudidayakan ?
2. Berapa luas tanam dan keuntungan yang didapat dari hasil neraca air pada kondisi eksisting ?
3. Bagaimana cara mendapatkan keuntungan maksimum pada setiap musim panen?
4. Berapa keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi ?

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan air Irigasi Bendungan Laren yang diperlukan.
2. Mengetahui luas tanam dan keuntungan yang didapat dari hasil neraca air.
3. Mengetahui keuntungan maksimum pada setiap musim panen pada setiap musim panen.
4. Mengetahui keuntungan maksimum dari hasil optimasi.

### **Manfaat Penelitian**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memberi masukan kepada Dinas Pengairan dan Dinas Pertanian dalam pengelolaan saluran air irigasi agar menjadi lebih baik.
2. Untuk meningkatkan produksi pangan terutama beras disamping itu juga meningkatkan taraf hidup petani pada lokasi lahan pertanian.
3. Sebagai bahan acuan pembelajaran ilmu tentang optimasi alokasi air untuk daerah irigasi.

### **Batasan Masalah**

Batasan masalah ini hanya membahas seputar masalah:

1. Semua data debit, hujan dan data sekunder lainnya dianggap sudah valid sehingga tidak dilakukan pengujian ulang.
2. Optimasi hanya dilakukan untuk distribusi air Daerah Irigasi Bendungan Laren dan daerah irigasi sekitar.
3. Hasil optimasi keluaran Lingo dianggap sudah valid.
4. Alat ukur debit dianggap sudah akurat sehingga tidak dilakukan kalibrasi.
5. Optimasi dirancang untuk menjamin kebutuhan air untuk tanaman padi dan jagung saja.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Neraca Air**

Neraca air (water balance) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya (Sri Harto, 2000).

Manfaat secara umum yang dapat diperoleh dari analisis neraca air antara lain:

1. Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisit air.
2. Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang surplus air.
3. Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti tanaman pangan hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga perikanan.

### **Alokasi Air**

Alokasi air sebagai upaya pengaturan air untuk berbagai keperluan dari waktu ke waktu dengan memperhatikan jumlah dan mutu air pada lokasi tertentu, yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi (Rancangan Peraturan Menteri PU, 2009).

Menurut Asian Development Bank (ADB) (2009) sistem alokasi air adalah:

1. Pemberian hak atas air secara otomatis, untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan sosial guna pemeliharaan aliran sungai.
2. Melalui proses administratif atau birokratis oleh suatu otoritas, baik berupa pemerintah pusat atau pemerintah daerah, maupun kelompok pemakai air, misalnya petani
3. Melalui proses komunal atau tradisional dan bukan berdasarkan hukum.

4. Melalui alokasi pasar, pada beberapa bagian dunia hak atas air dialokasikan kembali berdasarkan perdagangan.
5. Berdasarkan kepemilikan lahan, perubahan kepemilikan atas lahan memberikan implikasi perubahan hak atas air.

### **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 Abdullah Angoedi (1984) dalam Sejarah Irigasi di Indonesia dalam laporan Pemerintah Belanda irigasi ialah secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuangan terus ke sungai.

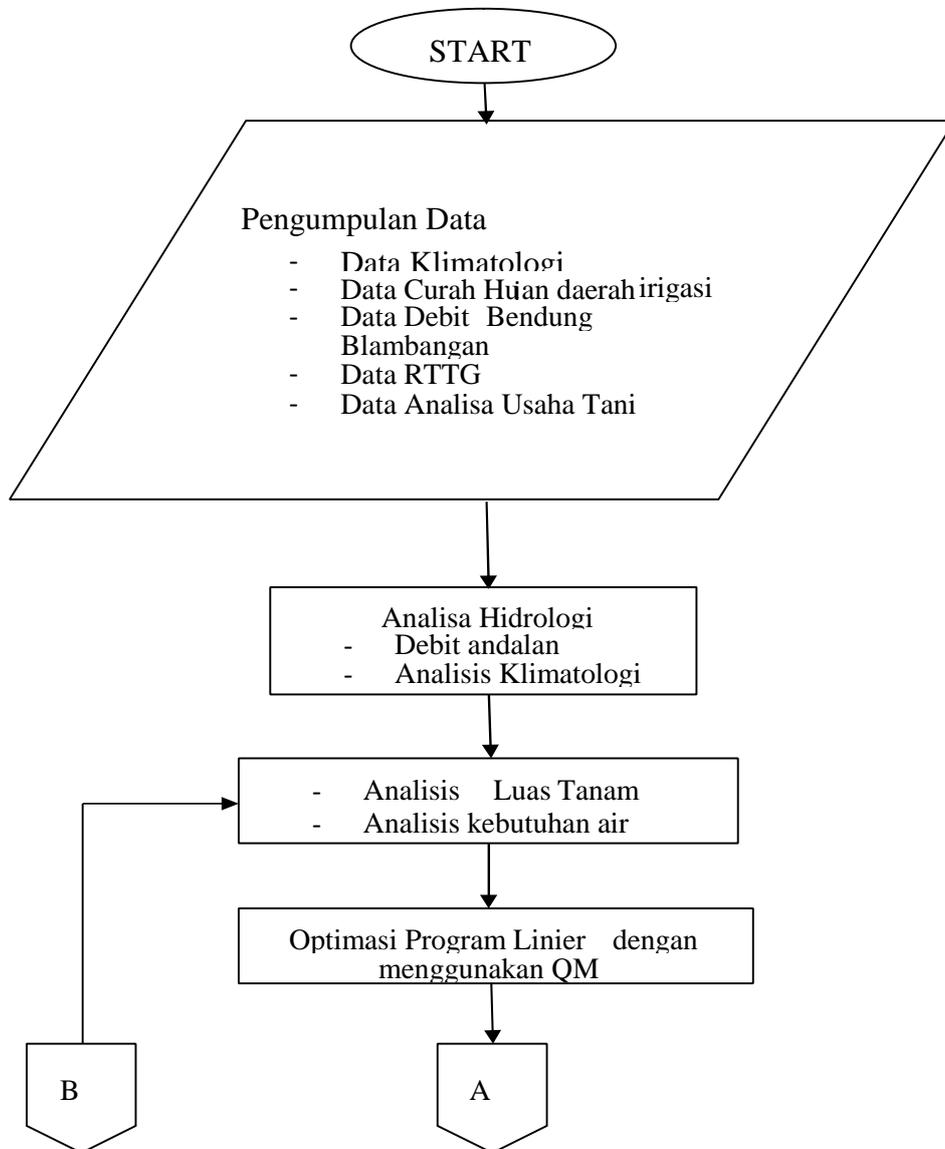
Sejarah irigasi di Indonesia telah cukup panjang yang dimulai sejak zaman Hindu. Sebagai contoh pertanian padi system subak di Bali dan system Tuo Banda di Sumatera Barat. Selanjutnya tercatat bahwa bangunan irigasi pertama Indonesia dibangun di Jawa Timur yang dibuktikan dengan prasasti Harinjing yang sekarang disimpan di Musium Jakarta. Pembuatan bendung pertama di Indonesia yaitu bendung Sampean pada tahun 1852 terletak di Kali Sampean, Jawa Timur dibuat oleh Ir. Van Thiel yang diutus Pemerintah Belanda Situbondo terbuat dari kayu jati diisi dengan batu kali.

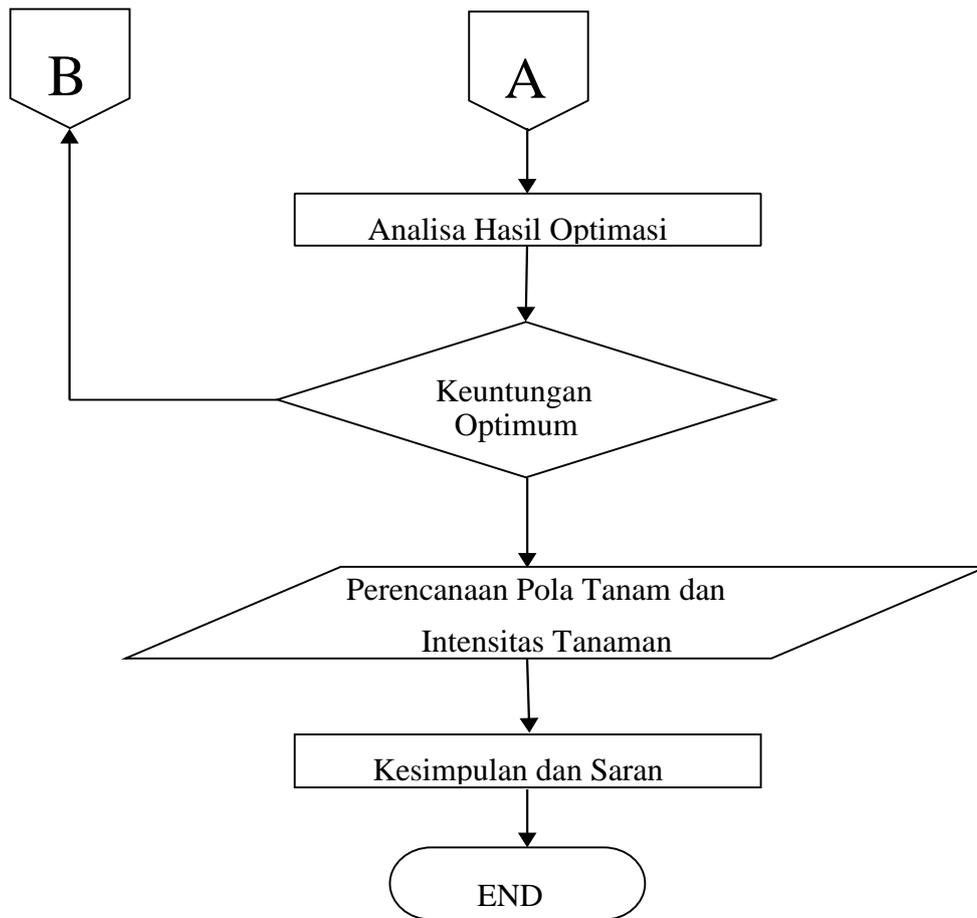
Menurut Peraturan Pemerintah No. 23 / 1998 tentang irigasi, bahwa Irigasi ialah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Menurut PP No. 22 / 1998 irigasi juga termasuk dalam pengertian drainase yaitu mengatur air berlebih dari media tumbuh tanaman atau petak agar tidak mengganggu pertumbuhan maupun produksi tanaman. Sedangkan Small dan Svendsen (1990) menyebutkan bahwa irigasi ialah tindakan intervensi manusia untuk mengubah aliran air dari sumbernya menurut ruang dan waktu serta mengolah sebagian atau seluruh jumlah tersebut menaikkan produksi pertanian.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan diagram alir, yang disajikan seperti gambar berikut:





## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisa Data Hujan

#### Konsistensi Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan merupakan data yang didapat dari pengukuran di lapangan selama 10 tahun. Pengolahan data curah hujan yang pertama yaitu dengan melakukan uji konsistensi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data hujan tersebut mengalami perubahan atau penyimpangan. Pengujian konsistensi data hujan dapat menggunakan metode Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*) dimana dalam metode tersebut data curah hujan tahunan dari suatu stasiun hujan dalam jangka waktu tertentu dibandingkan dengan data curah hujan rata-rata stasiun hujan lainnya dalam periode yang sama. Data curah hujan yang akan diuji konsistensinya adalah data hujan selama 10 tahun yaitu dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017. Berikut adalah perhitungan uji konsistensi data curah hujan dengan metode kurva massa ganda yang dapat dilihat pada tabel 4.6. sampai tabel 4.8.

**Tabel 4.6** Uji konsistensi data hujan tahunan stasiun hujan Laren

No.	CH Sta Laren	Kumulatif	CH Sta Lainnya		Rerata 2 Sta Lain	Kumulatif Rerata
	(mm)		Keduyung	Bulutigo		
1	1767	17250	1382	1321	1352	15780,0
2	1970	15483	1597	829	1213	14428,5
3	1391	13513	1568	1256	1412	13215,5
4	1595	12122	1736	1113	1425	11803,5
5	1514	10527	1469	1155	1312	10379,0
6	2572	9013	2583	2440	2512	9067,0
7	1680	6441	1694	1412	1553	6555,5
8	1938	4761	1450	1419	1435	5002,5
9	1793	2823	2203	2044	2124	3568,0
10	1030	1030	1489	1400	1445	1444,5

**Tabel 4.7** Uji konsistensi data hujan tahunan stasiun hujan Keduyung

No.	CH Sta Keduyung	Kumulatif	CH Sta Lainnya		Rerata 2 Sta Lain	Kumulatif Rerata
	(mm)		Laren	Bulutigo		
1	1382	17171	1767	1321	1544	15819,5
2	1597	15789	1970	829	1400	14275,5
3	1568	14192	1391	1256	1324	12876,0
4	1736	12624	1595	1113	1354	11552,5
5	1469	10888	1514	1155	1335	10198,5
6	2583	9419	2572	2440	2506	8864,0
7	1694	6836	1680	1412	1546	6358,0
8	1450	5142	1938	1419	1679	4812,0
9	2203	3692	1793	2044	1919	3133,5
10	1489	1489	1030	1400	1215	1215,0

**Tabel 4.8** Uji konsistensi data hujan tahunan stasiun hujan Bulutigo

No.	CH Sta Bulutigo	Kumulatif	CH Sta Lainnya		Rerata 2 Sta Lain	Kumulatif Rerata
	(mm)		laren	Keduyung		
1	1321	14389	1767	1382	1575	17210,5
2	829	13068	1970	1597	1784	15636,0
3	1256	12239	1391	1568	1480	13852,5
4	1113	10983	1595	1736	1666	12373,0
5	1155	9870	1514	1469	1492	10707,5
6	2440	8715	2572	2583	2578	9216,0
7	1412	6275	1680	1694	1687	6638,5
8	1419	4863	1938	1450	1694	4951,5
9	2044	3444	1793	2203	1998	3257,5
10	1400	1400	1030	1489	1260	1259,5

**Tabel 4.9** Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) Tiap Stasiun Hujan

Stasiun Hujan	Nilai $R^2$
Laren	0,9973
Keduyung	0,9988
Bulutigo	0,9948

Berdasarkan hasil pengujian konsistensi data curah hujan tahunan di tiga stasiun diperoleh nilai determinasi ( $R^2$ ) untuk masing-masing stasiun hujan. Dari ketiga stasiun hujan tersebut nilai determinasi yang diperoleh mendekati 1 (satu) atau mendekati 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh data curah hujan pada satu stasiun terhadap stasiun lainnya saling terpengaruh sehingga dapat disimpulkan data hujan yang diperoleh sudah valid.

### Perhitungan Curah Hujan Efektif

Data untuk menghitung curah hujan efektif berasal dari data curah hujan yang tercatat di stasiun hujan yang berdekatan atau berada dalam cakupan areal irigasi Laren yang meliputi Stasiun hujan Laren, Stasiun hujan Keduyung, dan Stasiun hujan Bulutigo. Dari ketiga stasiun tersebut kemudian akan dihitung curah hujan rerata daerah dengan menggunakan cara rerata aljabar. Penggunaan cara rerata aljabar dikarenakan kondisi geografis Daerah Laren yang datar dan rata.

Data curah hujan yang akan diolah untuk mencari curah hujan efektif adalah data hujan selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017. Data tersebut kemudian direkap menjadi data hujan periode 10 harian. Data hujan periode 10 harian untuk masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada table 4.10 sampai dengan tabel 4.12.

**Tabel 4.10.** Data Curah Hujan Periode 10 Harian Stasiun Hujan Laren.

Bulan	Periode	Hujan Rerata Daerah									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	I	22	14	0	76	22	61	110	293	87	20
	II	87	69	0	40	226	87	87	96	206	118
	III	117	200	30	32	281	117	239	106	69	91
Februari	I	196	26	35	187	196	139	76	153	5	100
	II	25	67	24	119	72	50	25	69	22	91
	III	13	190	65	90	68	13	135	112	0	34
Maret	I	115	128	126	156	91	86	130	231	55	76
	II	63	131	92	105	33	17	47	90	80	58
	III	51	73	144	118	15	68	72	8	58	41
April	I	49	147	123	56	19	82	136	41	51	33
	II	66	135	79	49	18	43	65	3	85	14
	III	2	7	4	4	9	32	35	2	45	43
Mei	I	43	64	48	40	26	178	138	56	28	0
	II	64	10	3	95	71	121	39	72	23	51
	III	51	27	16	14	50	91	39	16	125	5
Juni	I	5	3	5	7	10	84	0	2	6	6
	II	7	73	14	1	0	46	12	4	121	3
	III	17	5	17	1	1	46	5	9	101	0
Juli	I	40	6	5	7	1	26	0	0	135	7
	II	0	1	1	2	10	32	6	48	32	20
	III	29	0	11	0	33	47	0	2	30	4
Agustus	I	12	5	2	1	3	30	0	1	16	6
	II	0	35	13	10	0	10	0	0	0	47
	III	6	1	1	9	0	45	7	0	0	0
September	I	0	0	0	1	6	28	0	0	1	0
	II	4	1	0	10	9	142	0	0	0	0
	III	39	0	0	9	9	61	0	0	0	0
Oktober	I	0	4	0	1	11	101	0	0	0	0
	II	4	4	19	10	7	80	0	3	0	0
	III	47	0	4	13	4	130	3	0	0	0
November	I	10	18	131	51	9	54	106	11	6	8
	II	10	1	0	53	40	60	25	23	85	60
	III	96	7	0	42	64	89	27	45	136	67
Desember	I	62	26	83	23	45	58	0	45	77	210
	II	42	26	63	39	40	118	56	78	124	44
	III	82	156	117	60	101	15	89	157	56	59

**Tabel 4.11.** Data Curah Hujan Periode 10 Harian Stasiun Hujan Keduyung.

Bulan	Periode	Hujan Rerata Daerah									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	I	177	19	3	73	14	75	85	205	77	43
	II	50	32	10	22	94	90	67	110	179	76
	III	80	116	41	36	216	130	160	82	88	95
Februari	I	131	24	124	178	152	118	92	127	49	103
	II	62	44	29	127	59	17	61	36	100	63
	III	60	136	76	57	108	82	92	97	43	64
Maret	I	115	128	126	156	91	86	130	231	55	76
	II	63	131	92	105	33	17	47	90	80	58
	III	51	73	144	118	15	68	72	8	58	41
April	I	49	147	123	56	19	82	136	41	51	33
	II	66	135	79	49	18	43	65	3	85	14
	III	2	7	4	4	9	32	35	2	45	43
Mei	I	43	64	48	40	26	178	138	56	28	0
	II	64	10	3	95	71	121	39	72	23	51
	III	51	27	16	14	50	91	39	16	125	5
Juni	I	5	3	5	7	10	84	0	2	6	6
	II	7	73	14	1	0	46	12	4	121	3
	III	17	5	17	1	1	46	5	9	101	0
Juli	I	40	6	5	7	1	26	0	0	135	7
	II	0	1	1	2	10	32	6	48	32	20
	III	29	0	11	0	33	47	0	2	30	4
Agustus	I	12	5	2	1	3	30	0	1	16	6
	II	0	35	13	10	0	10	0	0	0	47
	III	6	1	1	9	0	45	7	0	0	0
September	I	0	0	0	1	6	28	0	0	1	0
	II	4	1	0	10	9	142	0	0	0	0
	III	39	0	0	9	9	61	0	0	0	0
Oktober	I	0	4	0	1	11	101	0	0	0	0
	II	4	4	19	10	7	80	0	3	0	0
	III	47	0	4	13	4	130	3	0	0	0
November	I	10	18	131	51	9	54	106	11	6	8
	II	10	1	0	53	40	60	25	23	85	60
	III	96	7	0	42	64	89	27	45	136	67
Desember	I	62	26	83	23	45	58	0	45	77	210
	II	42	26	63	39	40	118	56	78	124	44
	III	82	156	117	60	101	15	89	157	56	59

**Tabel 4.12.** Data Curah Hujan Periode 10 Harian Stasiun Hujan Bulutigo.

Bulan	Periode	Hujan Rerata Daerah									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	I	71	19	3	73	14	75	85	205	77	43
	II	50	32	10	22	94	90	67	110	179	76
	III	80	116	41	36	216	130	160	82	88	95
Februari	I	131	24	124	178	152	118	92	127	49	103
	II	62	44	29	127	59	17	61	36	100	63
	III	60	136	76	57	108	82	92	97	43	64
Maret	I	115	128	126	156	91	86	130	231	55	76
	II	63	131	92	105	33	17	47	90	80	58
	III	51	73	144	118	15	68	72	8	58	41
April	I	49	147	123	56	19	82	136	41	51	33
	II	66	135	79	49	18	43	65	3	85	14
	III	2	7	4	4	9	32	35	2	45	43
Mei	I	43	64	48	40	26	178	138	56	28	0
	II	64	10	3	95	71	121	39	72	23	51
	III	51	27	16	14	50	91	39	16	125	5
Juni	I	5	3	5	7	10	84	0	2	6	6
	II	7	73	14	1	0	46	12	4	121	3
	III	17	5	17	1	1	46	5	9	101	0
Juli	I	40	6	5	7	1	26	0	0	135	7
	II	0	1	1	2	10	32	6	48	32	20
	III	29	0	11	0	33	47	0	2	30	4
Agustus	I	12	5	2	1	3	30	0	1	16	6
	II	0	35	13	10	0	10	0	0	0	47
	III	6	1	1	9	0	45	7	0	0	0
September	I	0	0	0	1	6	28	0	0	1	0
	II	4	1	0	10	9	142	0	0	0	0
	III	39	0	0	9	9	61	0	0	0	0
Oktober	I	0	4	0	1	11	101	0	0	0	0
	II	4	4	19	10	7	80	0	3	0	0
	III	47	0	4	13	4	130	3	0	0	0
November	I	10	18	131	51	9	54	106	11	6	8
	II	10	1	0	53	40	60	25	23	85	60
	III	96	7	0	42	64	89	27	45	136	67
Desember	I	62	26	83	23	45	58	0	45	77	210
	II	42	26	63	39	40	118	56	78	124	44
	III	82	156	117	60	101	15	89	157	56	59

Setelah memperoleh data hujan periode 10 harian untuk masing-masing tiga stasiun, selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata daerah. Dalam studi ini, perhitungan curah hujan rerata daerah menggunakan rumus rerata aljabar.

Berikut adalah contoh perhitungan pada bulan Januari 2008 periode I:

Jumlah stasiun pengamat	= 3 buah
Point stasiun hujan Laren	= 22 mm
Point stasiun hujan Keduyung	= 177mm
Point stasiun hujan Bulutigo	= 71mm
Jumlah	= 270mm

Maka  $\bar{R}$  = Area Rainfall (mm)

$$\bar{R} = \frac{1}{3}(270) = 90 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan bulan dan tahun yang lain untuk masing-masing periode direkap dalam tabel 4.13. berikut ini:

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Rerata Data Curah Hujan Periode 10 Harian di Tiga Stasiun.

Bulan	Periode	Hujan Rerata Daerah									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	I	90	19	3	73	14	75	85	205	77	43
	II	50	32	10	22	94	90	67	110	179	76
	III	80	116	41	36	216	130	160	82	88	95
Februari	I	131	24	124	178	152	118	92	127	49	103
	II	62	44	29	127	59	17	61	36	100	63
	III	60	136	76	57	108	82	92	97	43	64
Maret	I	115	128	126	156	91	86	130	231	55	76
	II	63	131	92	105	33	17	47	90	80	58
	III	51	73	144	118	15	68	72	8	58	41
April	I	49	147	123	56	19	82	136	41	51	33
	II	66	135	79	49	18	43	65	3	85	14
	III	2	7	4	4	9	32	35	2	45	43
Mei	I	43	64	48	40	26	178	138	56	28	0
	II	64	10	3	95	71	121	39	72	23	51
	III	51	27	16	14	50	91	39	16	125	5
Juni	I	5	3	5	7	10	84	0	2	6	6
	II	7	73	14	1	0	46	12	4	121	3
	III	17	5	17	1	1	46	5	9	101	0
Juli	I	40	6	5	7	1	26	0	0	135	7
	II	0	1	1	2	10	32	6	48	32	20
	III	29	0	11	0	33	47	0	2	30	4
Agustus	I	12	5	2	1	3	30	0	1	16	6
	II	0	35	13	10	0	10	0	0	0	47
	III	6	1	1	9	0	45	7	0	0	0
September	I	0	0	0	1	6	28	0	0	1	0
	II	4	1	0	10	9	142	0	0	0	0
	III	39	0	0	9	9	61	0	0	0	0
Oktober	I	0	4	0	1	11	101	0	0	0	0
	II	4	4	19	10	7	80	0	3	0	0

	<b>III</b>	47	0	4	13	4	130	3	0	0	0
<b>November</b>	<b>I</b>	10	18	131	51	9	54	106	11	6	8
	<b>II</b>	10	1	0	53	40	60	25	23	85	60
	<b>III</b>	96	7	0	42	64	89	27	45	136	67
<b>Desember</b>	<b>I</b>	62	26	83	23	45	58	0	45	77	210
	<b>II</b>	42	26	63	39	40	118	56	78	124	44
	<b>III</b>	82	156	117	60	101	15	89	157	56	59

Setelah nilai hujan rerata daerah periode 10 harian diketahui seperti yang telah direkap pada tabel 4.13. langkah selanjutnya adalah tahap perhitungan curah hujan efektif. Berikut adalah langkah perhitungan untuk mencari nilai curah hujan efektif: Menghitung curah hujan rerata daerah (tabel 4.13)

- Mengurutkan nilai curah hujan rerata daerah tiap tahunnya dari urutan yang terbesar ke yang terkecil.
- Menghitung nilai  $R_{80}$  untuk mencari nilai curah hujan efektif dengan rumus  $R_{80} = (n/5) + 1$ , dimana  $n$  adalah jumlah data yaitu 10 (data hujan 10 tahun dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017). Maka  $R_{80} = (10/5) + 1 = 3$
- Dari data hujan 10 tahun yang telah diurutkan tersebut diambil urutan ke-3 dari urutan terkecil sebagai curah hujan  $R_{80}$  nya. Selengkapanya disajikan pada tabel 4.14.
- Menghitung  $R_e$  (curah hujan efektif tanaman) masing-masing tanaman dengan rumus :

$$R_e \text{ padi} = (R_{80} \times 70\%) / 10 \text{ mm/hari}$$

$$R_e \text{ palawija} = (R_{80} \times 50\%) / 10 \text{ mm/hari}$$

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan, analisa, dan optimasi dengan program linier pada bab sebelumnya, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan besarnya volume andalan dan kebutuhan air yang ada, selanjutnya dilakukan analisa untuk mengetahui besarnya luasan maksimum setiap jenis tanaman pada awal tanam mulai Oktober III sampai Desember III dengan program bantu *QM for Windows* 2. Dari hasil optimasi, didapatkan awal tanam Desember III yang paling optimal pada musim hujan memiliki intensitas tanaman sebesar 100 %, pola tanam padi palawija dengan luasan padi sebesar 977,69 Ha dan luasan palawija sebesar 479,3 Ha. Pada musim kemarau 1 memiliki intensitas tanaman sebesar 100 %, pola tanam padi dengan luasan padi sebesar 1.457 Ha. Pada musim kemarau 2 memiliki intensitas tanaman sebesar 42,41 %, pola tanam palawija dengan luasan palawija sebesar 617,9 Ha. Total intensitas tanaman pada awal tanam Desember III sebesar 242,41 %.
2. Dari data debit Bendung Laren, menggunakan rumus empiris didapat besarnya debit andalan dengan tingkat keandalan 80%. Hasil perhitungan debit andalan tersebut kemudian dikonversikan menjadi volume andalan. Dari perhitungan volume andalan terbesar didapat pada bulan Februari III dengan volume air sebesar 4.187.200 m<sup>3</sup>. Sedangkan volume andalan terkecil didapat pada bulan Oktober II sebesar 25.920 m<sup>3</sup>. Besarnya volume andalan untuk musim hujan yaitu 20.494.080 m<sup>3</sup>, untuk musim kemarau I sebesar 19.113.408 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk musim kemarau II sebesar 4.126.464 m<sup>3</sup>. Sehingga total volume andalan selama setahun sebesar 40.632.192 m<sup>3</sup>.

3. Dari hasil luasan optimum setiap jenis tanaman dengan awal tanam mulai Oktober III sampai Desember III, diperoleh pendapatan maksimum selama satu tahun. Pendapatan terbesar terdapat pada awal tanam Desember III yaitu sebesar **Rp 37.135.920.000**. Untuk pendapatan pada eksisting sebesar **Rp 36.438.113.000**. Dengan demikian didapat peningkatan keuntungan produksi dibanding eksisting yaitu sebesar **Rp 697.807.000**.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Arifin. 2011. *Operasi dan Pemeliharaan Daerah Irigasi Bago Kabupaten Jember Propinsi Jawa Timur*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Direktorat Jendral Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Subdit Perencanaan Teknis Dirjen Pengairan.  
pksm.mercubuana.ac.id
- Sidharta, S.K. 1997. *Irigasi Dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional
- Sosrodarsono, Suyono. 1985. *Hidrologi Untuk Pengairan edisi 5*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Subagyo, Pangestu. 2010. *Statiska Terapan*. BPFE. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Talitha, Juan. 2010. *Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Jatiroto Dengan Menggunakan Program Linier*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Taufan, Mochamad. 2013. *Studi Optimasi Pola Tanam Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Konto Surabaya Dengan Menggunakan Program Linier*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.