

OPTIMALISASI KEUNTUNGAN PRODUKSI TANAMAN MENGUNAKAN PROGRAM LINEAR BERDASARKAN POLA TATA TANAM

**Faradlillah Saves¹, Soebagio², Wahyu Tri Widodo³*

¹³Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

²Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia

farasaves@untag-sby.ac.id*

Abstrak: Optimalisasi Keuntungan Produksi Tanaman Menggunakan Program Linear Berdasarkan Pola Tata Tanam. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan pola tata tanam dan jadwal tanam yang optimal, serta memaksimalkan lahan pertanian dengan pola tanam yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi untuk masing-masing jenis tanaman yang direncanakan dan memperoleh keuntungan yang maksimum dari hasil optimasi dengan program linear merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode penyelesaian persamaan matematis dengan program linear menggunakan bantuan *software QM for Windows 3*. Penelitian dilakukan dengan 3 tahapan: Pertama, merencanakan pola tata tanam yang paling optimal di daerah irigasi Kali Bening. Kedua, menentukan efisiensi pola pemberian air pada tanaman. Ketiga, mengoptimalkan keuntungan hasil produksi pertanian menggunakan program linear dari perencanaan pola tata tanam yang efektif. Hasil penelitian dari program linear menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi untuk luas DI 1.141 Ha masing – masing jenis tanaman yang direncanakan dalam satu musim. Pada alternatif I dengan pola tanam padi-padi-palawija dan kebutuhan air pada tiap tanaman padi I sebesar 9,47 lt/dt/ha, padi II 2,60 lt/dt/ha, dan palawija 7,95 lt/dt/ha merupakan alternatif yang mempunyai nilai keuntungan paling maksimum dari hasil produksi pertanian yaitu sebesar Rp 107.796.111.225,- per tahun.

Kata kunci: Pola Tata Tanam; Program Linear; Irigasi

Abstract: Optimizing Production Profits Using Linear Programs Based on Planting Pattern. The goal of this research is to set planting pattern and optimal planting schedule, also maximize farming area with efficient and effectively planting pattern. Beside that, according to volume of water for each kind of planned crops and reach maximal profit by optimizing with linear program is important thing to do. This research using solving method of mathematic equations with linear program using assistance software of *QM for Windows 3*. Research does in 3 steps. Frist thing first, planning the most optimal planting pattern in irrigation area of kali bening. The second, determine the efficiency of water supply pattern to plants. The third, optimize the profit of agriculture production by using linear program of effectively planting pattern. The results of research show that irrigationwateer needs for area DI 1.141 Ha to each plants which is planned for a season. In alternative I with a rice-paddy-palawija cropping pattern and the water requirement for each rice plant I is 9.47 lt/sec/ha, rice II is 2.60 lt/sec/ha, and secondary crops 7.95 lt/sec/ha. is an alternative that has the maximum profit value from agricultural production, which is Rp. 107,796,111,225, - per year.

Keywords: Planting Pattern; Linear Program; Irrigation

*History & License of Article Publication:**Received:* 30/11/2021 *Revision:* 15/6/2022 *Published:* 6/7/2022

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i1.247>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Kabupaten Jombang merupakan daerah pertanian, oleh sebab itu sebagian besar penduduknya bermata pencarian sebagai petani. Daerah pertanian tersebut memiliki 48.807 Ha atau 42% dari total keseluruhan wilayah Kabupaten Jombang. Bendung Kali Bening merupakan salah satu infrastruktur yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan air irigasi di wilayah irigasi Mojoagung Kabupaten Jombang.

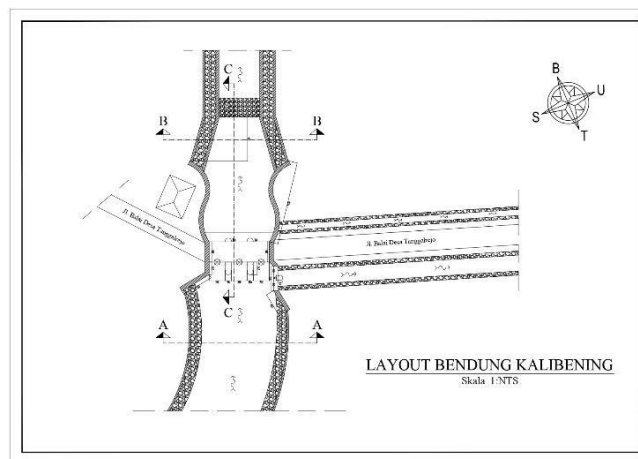
Luas baku daerah irigasi (DI) Kali Bening saat ini adalah 1.141 Ha. Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dengan luas area tersebut dibutuhkan sistem irigasi yang baik. Indikator sistem irigasi adalah besarnya debit air yang tersedia sama dengan atau lebih besar dari kebutuhan air pada tanaman. Seiring berjalannya waktu debit air yang tersedia dan jumlah kebutuhan air tanaman akan mengalami fluktuasi. Fluktuasi dapat menimbulkan dampak positif berupa kelebihan air atau dampak negatif berupa kekurangan pasokan air. Dalam studi ini menerapkan metode program linier untuk melakukan optimasi perubahan pola tata tanam. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan pola tata tanam yang diusulkan guna memperoleh efektivitas kebutuhan air irigasi, mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi untuk masing-masing jenis tanaman yang direncanakan, serta memperoleh yang keuntungan maksimum dari hasil optimasi dengan program linear.

Beberapa penelitian mengenai topik ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti. (Noerhayati et al., 2017), menggunakan metode program linier untuk meningkatkan keuntungan melalui optimasi sistem pemberian air daerah irigasi molek. Dari 3 alternatif pola tata tanam yang direncanakan yang menunjukkan hasil keuntungan maksimum dari optimasi tersebut terdapat pada pola tata tanam alternatif ke III, yaitu sebesar Rp. 86.483.810.550,- pertahun. Selain itu, (Wirosoedarmo et al., 2019), melakukan studi optimasi pola tanam pada daerah irigasi mrican kanan dengan menggunakan program linier. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada daerah irigasi Mrican Kanan dengan luas lahan 3972 Ha didapatkan keuntungan maksimal sebesar 150 milyar rupiah pertahun dengan pola tanam (padi-padi-padi) seluas 771,75 Ha dan pola tanam (padi-padi-palawija) seluas 3160,25 Ha. Optimasi (*Optimization*) adalah aktivitas untuk mendapatkan hasil terbaik dibawah keadaan yang diberikan. Tujuan akhir dari semua aktivitas tersebut adalah memaksimalkan (*benefit*) atau meminimumkan usaha (*effort*) yang diinginkan (Saves, 2021). Oleh karena itu perlu adanya optimalisasi keuntungan produksi tanaman sehingga dapat diketahui pola tata tanam yang tepat yang dapat diterapkan pada lokasi penelitian.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penyelesaian persamaan matematis dengan program linear menggunakan bantuan *software QM for Windows 3*. Penelitian dilakukan dengan 3 tahapan: Pertama, merencanakan pola tata tanam yang paling optimal di daerah

irigasi Kali Bening. Kedua, menentukan efisiensi pola pemberian air pada tanaman. Ketiga, mengoptimalkan keuntungan hasil produksi pertanian menggunakan program linear dari perencanaan pola tata tanam yang efektif. Selanjutnya penelitian dilakukan di daerah irigasi Kali Bening yang secara geografis terletak di Desa Tanggalrejo, Kecamatan Mojoagung, Kabupaten Jombang Jawa Timur. Bendung Kali Bening dibuat sebagai bangunan pengendali banjir dan irigasi dibawah naungan Perum Jasa Tirta I. Luas baku sawah yang mendapat suplai air dari bendung Kali Bening seluas 1141 Ha, dengan komoditas tanaman rata-rata adalah tanaman padi dan palawija.



Sumber: Shop Drawing Perencanaan, 2020
Gambar 1. Layout Bendung Kali Bening

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer yang berkaitan dengan pengelolaan jaringan irigasi. Pengumpulan data secara sekunder dalam penelitian ini adalah data hidrologi dan klimatologi. Sedangkan data primer adalah data pola tanam dan usaha tani. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisa hidrologi, klimatologi, dan analisa kebutuhan air. Analisa hidrologi menggunakan metode aljabar, hal ini dikarenakan Stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan merupakan stasiun hujan yang berada dalam DAS ataupun diluar DAS tangkapan yang masih berdekatan (Sosrodarsono, S., & Takeda, 1983). Selain itu juga menggunakan debit andalan sebesar 80% dengan presentase terpenuhi sebesar 20%. Analisa klimatologi, pada perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman modifikasi dengan kurun waktu pencatatan untuk analisis yang cukup tepat dan handal sekitar 10 tahun sesuai dengan standart perencanaan irigasi KP-01(Kementrian Pekerjaan Umum dan Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2013). Analisa kebutuhan air untuk tanaman mangacu pada standart perencanaan irigasi KP-01. Analisa kebutuhan air untuk irigasi dipengaruhi oleh faktor efisiensi irigasi yang terdapat pada standart perencanaan irigasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan hasil rekapitulasi analisis hidrologi, curah hujan efektif, analisis data evapotranspirasi, analisis perhitungan debit andalan metode FJ Mock. Selain itu, penyiapan lahan, prencanan pola tanam, perhitungan kebutuhan air irigasi, dan opimasi dengan program linear juga disebutkan.

Pembahasan Hasil Penelitian
Hasil Analisis Hidrologi (Curah Hujan Rata-rata)

Tabel 1 Analisis Curah Hujan Rata-Rata dari Tiga Stasiun

Tahun	Curah hujan bulanan rata-rata daerah (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2011	281	198	322	170	194	0	0	0	2	0	56	108
HH	14	10	14	6	7	0	0	0	0	0	3	4
2012	141	253	44	164	36	0	0	0	0	25	164	361
HH	8	8	2	7	3	0	0	0	0	1	6	14
2013	320	231	273	292	116	90	66	24	0	0	217	305
HH	12	11	10	10	7	6	4	1	0	0	8	13
2014	254	253	221	278	73	47	21	18	0	0	54	299
HH	9	12	9	10	5	2	1	1	0	0	4	13
2015	319	284	355	127	41	0	0	0	0	0	41	197
HH	13	14	14	5	2	0	0	0	0	0	1	12
2016	342	477	234	69	149	118	128	23	68	78	151	227
HH	14	16	11	5	5	5	4	1	3	8	8	7
2017	230	343	330	163	64	56	6	0	31	36	263	394
HH	17	16	15	6	3	2	1	0	1	2	10	13
2018	267	436	224	158	5	25	0	0	4	0	70	208
HH	15	16	14	10	1	1	0	0	0	0	4	10
2019	298	358	244	181	18	0	14	0	4	0	17	266
HH	16	15	14	9	2	0	1	0	0	0	1	13
2020	284	636	283	331	164	23	78	9	0	6	220	271
HH	14	21	14	13	6	1	3	1	0	1	7	9

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Hasil Analisis Curah Hujan Efektif

Tabel 2 Probabilitas Curah Hujan 50% dan 80%

Peringkat	Curah hujan rata-rata efektif												Prob (%)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
1	342	636	355	331	194	118	128	24	68	78	263	394	9.09%
2	320	477	330	292	164	90	78	23	31	36	220	361	18.18%
3	319	436	322	278	149	56	66	18	4	25	217	305	27.27%
4	298	358	283	181	116	47	21	9	4	6	164	299	36.36%
5	284	343	273	170	73	25	14	0	2	0	151	271	45.45%
6	281	284	244	164	64	23	6	0	0	0	70	266	54.55%
7	267	253	234	163	41	0	0	0	0	0	56	227	63.64%
8	254	253	224	158	36	0	0	0	0	0	54	208	72.73%
9	230	231	221	127	18	0	0	0	0	0	41	197	81.82%
10	141	198	44	69	5	0	0	0	0	0	17	108	90.91%

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Tabel 3 Probabilitas Curah Hujan 50% dan 80%

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Ra-50	282	314	259	167	69	24	10	0	1	0	111	269
Ra-80	249	249	221	129	20	0	0	0	0	0	42	198
Reff padi (Ra-50)	13.2	14.6	12.1	7.8	3.2	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	5.2	12.5
Reff palawija (Ra-50)	9.4	10.5	8.6	5.6	2.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	3.7	9.0
Reff padi (Ra-80)	11.6	11.6	10.3	6.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	9.3
Reff palawija (Ra-80)	8.3	8.3	7.4	4.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.6

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Hasil Analisis Data Evapotranspirasi

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

No	Besaran	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Temperatur Rata-rata (C°)	27,3	27,2	28,2	27,9	28,0	27,4	26,8	26,6	27,1	28,0	27,9	27,9
2	Intensitas Penyinaran Matahari, n/N (%)	14,87	13,05	17,72	22,45	26,24	24,57	26,64	31,98	31,70	29,29	18,65	17,62
3	Kelembaban Relatif, RH (%)	84,44	84,20	83,34	82,06	78,64	81,22	78,78	74,60	76,66	77,40	80,66	80,88
4	Kecepatan Angin, u (km/jam)	4,55	3,55	4,21	3,92	4,44	3,97	4,19	4,73	4,03	4,34	4,05	4,57
5	ea (mbar)	36,30	36,90	38,25	37,59	37,81	36,50	35,25	34,83	35,88	37,81	37,59	37,59
6	W	0,77	0,77	0,78	0,77	0,78	0,77	0,76	0,76	0,77	0,78	0,77	0,77
7	1 - W	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23
8	f (T)	16,16	16,14	16,34	16,28	16,30	16,18	16,06	16,02	16,12	16,30	16,28	16,28
9	ed = ea*RH/100	30,65	31,07	31,88	30,85	29,73	29,65	27,77	25,98	27,51	29,26	30,32	30,40
10	ea - ed	5,65	5,83	6,37	6,74	8,08	6,85	7,48	8,85	8,37	8,55	7,27	7,19
11	Intensitas Radiasi Matahari (Ra)	16,04	16,08	15,52	14,46	13,16	12,48	12,78	13,76	14,92	15,78	15,96	15,94
12	$f(ed) = 0,34 - 0,044 * \square ed$	0,096	0,095	0,092	0,096	0,100	0,100	0,108	0,116	0,109	0,102	0,098	0,097
13	$Rns = (0,25+0,5 n/N)*Ra$	5,20	5,07	5,26	5,24	5,02	4,65	4,90	5,64	6,10	6,26	5,48	5,39
14	$f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N$	0,234	0,217	0,259	0,302	0,336	0,321	0,340	0,388	0,385	0,364	0,268	0,259
15	$f(U) = 0,27 + (1 + u/100)$	1,32	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,32	1,31	1,31	1,31	1,32
16	$Rn1 = f(T).f(ed).f(n/N)$	0,364	0,332	0,388	0,470	0,548	0,522	0,590	0,719	0,679	0,604	0,426	0,410
17	$Rn = Rns - Rn1$	4,84	4,74	4,87	4,77	4,47	4,13	4,31	4,92	5,42	5,65	5,05	4,98
18	Angka Koreksi Penman (c)	1,10	1,10	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	$Eto = c \{ (w*Rn) + (1-w) * f(U) * (ea-ed) \}$	5,98	5,95	6,21	5,12	5,27	4,73	5,05	6,53	6,72	6,91	6,06	5,99
20	Eto (mm/bulan)	179,48	178,40	186,33	153,53	158,01	141,80	151,56	195,95	201,51	207,15	181,89	179,70

Sumber : Hasil Analisis, 202

Hasil Analisis Perhitungan Debit Andalan Metode FJ Mock

Hasil perhitungan debit andalan menggunakan metode FJ Mock seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Pemilihan Tahun Debit Andalan

No	Tahun	Debit Rerata (m ³ /s)	Debit Urut (m ³ /s)	Tahun Urut	No. Urut	$P = m/(n+1)$
1	2011	0.1445	0.2541	2020	1	0.09
2	2012	0.1303	0.2262	2016	2	0.18
3	2013	0.2102	0.2102	2013	3	0.27
4	2014	0.1654	0.2093	2017	4	0.36
5	2015	0.1487	0.1654	2014	5	0.45
6	2016	0.2262	0.1543	2018	6	0.55
Q Andalan 50%						
7	2017	0.2093	0.1536	2019	7	0.64
8	2018	0.1543	0.1487	2015	8	0.73
9	2019	0.1536	0.1445	2011	9	0.82
Q Andalan 80%						
10	2020	0.2541	0.1303	2012	10	0.91

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Dari tabel 4 dapat ditentukan debit andalan Q80% terdapat pada tahun 2011 dengan nilai 0,145 m³/detik. Debit andalan diambil 80% sesuai dengan kegunaan lahan sebagai daerah irigasi (Soemarto, 1986).

Penyiapan Lahan

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan digunakan metode yang dikembangkan oleh (Van de Goor G.A.W & Zijlstra G, 2010). Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan yang dapat dilihat pada tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Penyiapan Lahan.

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Penyiapan Lahan

Bulan		Eto (mm/hari)	Eo =	Perkolasi (mm/hari)	M =	k = M x T/S				LP = M ek/(ek- 1)mm/hari
			1,1 x Eto		Eo + P	T = 30 hari		T = 45 hari		T = 45 hari
			(mm/hari)		(mm/hari)	S = 250 mm (mm/hari)	S = 300 mm (mm/hari)	S = 250 mm (mm/hari)	S = 300 mm (mm/hari)	S=250mm (mm/hari)
Jan	I	5.98	6.58	2	8.58	1.03	0.86	1.54	1.29	10.91
	II	5.98	6.58	2	8.58	1.03	0.86	1.54	1.29	10.91
Feb	I	5.95	6.54	2	8.54	1.02	0.85	1.54	1.28	10.88
	II	5.95	6.54	2	8.54	1.02	0.85	1.54	1.28	10.88
Mar	I	6.21	6.83	2	8.83	1.06	0.88	1.59	1.32	11.10
	II	6.21	6.83	2	8.83	1.06	0.88	1.59	1.32	11.10
Apr	I	5.12	5.63	2	7.63	0.92	0.76	1.37	1.14	10.22
	II	5.12	5.63	2	7.63	0.92	0.76	1.37	1.14	10.22
Mei	I	5.27	5.79	2	7.79	0.94	0.78	1.40	1.17	10.33
	II	5.27	5.79	2	7.79	0.94	0.78	1.40	1.17	10.33
Jun	I	4.73	5.20	2	7.20	0.86	0.72	1.30	1.08	9.91
	II	4.73	5.20	2	7.20	0.86	0.72	1.30	1.08	9.91
Jul	I	5.05	5.56	2	7.56	0.91	0.76	1.36	1.13	10.17
	II	5.05	5.56	2	7.56	0.91	0.76	1.36	1.13	10.17
Agu	I	6.53	7.18	2	9.18	1.10	0.92	1.65	1.38	11.36
	II	6.53	7.18	2	9.18	1.10	0.92	1.65	1.38	11.36
Sep	I	6.72	7.39	2	9.39	1.13	0.94	1.69	1.41	11.51
	II	6.72	7.39	2	9.39	1.13	0.94	1.69	1.41	11.51
Okt	I	6.91	7.60	2	9.60	1.15	0.96	1.73	1.44	11.67
	II	6.91	7.60	2	9.60	1.15	0.96	1.73	1.44	11.67
Nov	I	6.06	6.67	2	8.67	1.04	0.87	1.56	1.30	10.97
	II	6.06	6.67	2	8.67	1.04	0.87	1.56	1.30	10.97
Des	I	5.99	6.59	2	8.59	1.03	0.86	1.55	1.29	10.92
	II	5.99	6.59	2	8.59	1.03	0.86	1.55	1.29	10.92

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Perencanaan Pola Tanam

Dengan adanya keterbatasan persediaan air, maka pengaturan pola tanam dan jadwal tanam perlu dilaksanakan untuk dapat mengurangi banyaknya air yang diperlukan, dengan kata lain efisiensi dalam pemakaian air untuk irigasi dapat ditingkatkan.

Maka dari itu direncanakan pola tanam dengan beberapa alternatif untuk mengetahui mana pola tanam yang lebih efisiensi untuk di terapkan. Dengan ini di rencanakan empat alternatif pola tanam yang bisa dilihat pada tabel. 6 Rencana Alternatif Pola Tanam.

Tabel 6 Rencana Alternatif Pola Tanam

Alternatif	Mulai Tanam		
	Padi-I	Padi-II	Palawija
Alternatif-I	01-Okt	01-Feb	01-Jun
Alternatif-II	16-Okt	16-Feb	16-Jun
Alternatif-III	01-Nov	01-Mar	01-Jul
Alternatif-IV	16-Nov	16-Mar	16-Jul

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Banyaknya kebutuhan air pada tanaman berbeda-beda sesuai dengan masa tumbuhnya. Sehingga dalam 1 tahun dapat mengatur pola tanam sesuai masa tumbuhnya dan ketersediaan air yang ada. Jenis tanaman yang ditanam di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang adalah padi dan palawija. Kebutuhan air irigasi pada sawah direncanakan sebanyak 4 alternatif dari simulasi yang sudah ditentukan dengan periode 15 harian. Perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel yang bisa dilihat pada tabel 7 Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi Alternatif 1.

Tabel 7 Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi Alternatif 1

Bulan	Periode	Eto	P	WLR	Re	Koefisien Tanaman				Etc	NFR	IR	DR
		(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	C1	C2	C3	C	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(lt/dt/ha)
Jan	I	5.98	2.00		11.62	0.00	0.95	1.05	0.67	3.99	-5.63	-8.66	-1.00
	II	5.98	2.00		11.62	PL	PL	PL	PL	10.91	1.29	1.99	0.23
Feb	I	5.95	2.00		11.60	1.10	PL	PL	PL	10.88	1.28	1.97	0.23
	II	5.95	2.00		11.60	1.10	1.10	PL	PL	10.88	1.28	1.97	0.23
Mar	I	6.21	2.00		10.33	1.10	1.10	1.10	1.10	6.83	-1.49	-2.30	-0.27
	II	6.21	2.00	3.33	10.33	1.05	1.10	1.10	1.08	6.73	1.73	2.67	0.31
Apr	I	5.12	2.00		6.04	1.05	1.05	1.10	1.07	5.46	1.42	2.18	0.25
	II	5.12	2.00	3.33	6.04	0.95	1.05	1.05	1.02	5.20	4.50	6.92	0.80
Mei	I	5.27	2.00		0.93	0.00	0.95	1.05	0.67	3.51	4.58	7.05	0.82
	II	5.27	2.00		0.93		0.00	0.95	0.32	1.67	2.74	4.22	0.49
Jun	I	4.73	2.00		0.00	0.50		0.00	0.17	0.79	2.79	4.29	0.50
	II	4.73	2.00		0.00	0.59	0.50		0.36	1.72	3.72	5.72	0.66
Jul	I	5.05	2.00		0.00	0.96	0.59	0.50	0.68	3.45	5.45	8.39	0.97
	II	5.05	2.00		0.00	1.05	0.96	0.59	0.87	4.38	6.38	9.81	1.14
Agu	I	6.53	2.00		0.00	1.02	1.05	0.96	1.01	6.60	8.60	13.23	1.53
	II	6.53	2.00		0.00	0.95	1.02	1.05	1.01	6.58	8.58	13.19	1.53
Sep	I	6.72	2.00		0.00		0.95	1.02	0.66	4.41	6.41	9.86	1.14
	II	6.72	2.00		0.00	PL	PL	PL	PL	11.51	13.51	20.79	2.41
Okt	I	6.91	2.00		0.00	1.10	PL	PL	PL	11.67	13.67	21.03	2.43
	II	6.91	2.00		0.00	1.10	1.10	LP	PL	11.67	13.67	21.03	2.43
Nov	I	6.06	2.00		1.97	1.10	1.10	1.10	1.10	6.67	6.70	10.31	1.19
	II	6.06	2.00	3.33	1.97	1.05	1.10	1.10	1.08	6.57	9.93	15.28	1.77
Des	I	5.99	2.00		9.25	1.05	1.05	1.10	1.07	6.39	-0.87	-1.33	-0.15
	II	5.99	2.00	3.33	9.25	0.95	1.05	1.05	1.02	6.09	2.17	3.34	0.39

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Dari tabel 7 dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air irigasi pada bulan Oktober periode I sampai dengan November periode II, dan Maret periode II sampai September periode II Daerah Irigasi Kali Bening dapat terpenuhi untuk kebutuhan airnya. Sedangkan pada bulan Januari periode I dan Desember periode I mengalami kekurangan air. Kebutuhan air irigasi pada ke empat alternatif pola tanam bisa dilihat dalam tabel 8 Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi dari Empat Alternatif Pola Tata Tanam.

Tabel 8 Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi dari 4 Alternatif

Bulan	Periode	NFR-Alternatif (mm/hr)			
		1	2	3	4
Jan	I	-5,63	-0,20	-3,24	0,20
	II	1,29	-5,63	-0,20	-3,24
Feb	I	1,28	1,28	-5,63	-0,22
	II	1,28	1,28	1,28	-5,63
Mar	I	-1,49	2,77	2,77	2,77
	II	1,73	-1,49	2,77	2,77
Apr	I	1,42	4,84	1,59	6,18
	II	4,50	1,42	4,84	1,59
Mei	I	4,58	9,76	6,69	10,11
	II	2,74	4,58	4,41	6,69
Jun	I	2,79	3,50	5,15	10,14
	II	3,72	2,79	3,50	5,15
Jul	I	5,45	3,84	2,84	3,60
	II	6,38	5,45	3,84	2,84
Agu	I	8,60	7,66	6,46	4,37
	II	8,58	8,60	7,66	6,46
Sep	I	6,41	8,76	8,78	7,82
	II	13,51	6,41	13,51	8,78
Okt	I	13,67	13,67	6,53	8,95
	II	13,67	13,67	13,67	6,53
Nov	I	6,70	11,01	11,01	11,01
	II	9,93	6,70	11,01	11,01
Des	I	-0,87	2,57	-0,67	3,66
	II	2,17	-0,87	2,57	-0,67
Jumlah		112,42	112,36	111,14	110,88

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Dari tabel 8 dapat disimpulkan bahwa kebutuhan bersih air disawah (NFR) dengan nilai kebutuhan air paling efisien terdapat pada Pola Tata Tanam Alternatif 4 dengan nilai kebutuhan air sebesar 110,88 (mm/hr) berdasarkan Pola Tata Tanam Padi I – Padi II – Palawija dengan awal musim tanam November periode II.

Opimasi Dengan Program Linear

Program Linear. Analisis akan dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi dan luas tanam maksimal dengan debit andalan dari air irigasi DI Kali Bening dengan empat periode awal tanam yang berbeda yaitu Oktober I, Oktober II, November I, November II.

Untuk hasil running program bantu QM for Windows 5 dengan menggunakan input persamaan alternatif 1, maka akan diperoleh nilai keuntungan bersih (Z) sebesar Rp 107.797.100.000 dengan komposisi luasan masing – masing tanaman pada musim 1 (awal musim Oktober I) untuk luasan tanaman padi 1 (XP1) 0 ha, luasan tanaman pada musim 2 (awal musim Februari I) tanaman padi 2 (XP2) 1081,67 ha, dan musim 3 luasan tanaman palawija (awal musim Juni I) tanaman palawija (X_{J1}) 59,32 ha. Hasil perhitungan alternatif pola tanam selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel 9 Keuntungan Manfaat Irigasi (Optimasi Program Linear).

Tabel 9 Keuntungan Manfaat Irigasi (Optimasi Program Linear)

Debit Andalan	Musim		Keuntungan/Manfaat Irigasi			
	Tanam	PTT Alternatif I		PTT Alternatif II		
		(Ha)	(Rp)	(Ha)	(Rp)	
Debit Andalan 80%	I	0.00	Rp -	0.00	Rp -	
	II	1081.67	Rp 100,726,300,237	754.40	Rp 70,250,557,840	
	III	59.32	Rp 7,069,810,988	0.00	Rp -	
Keuntungan (Tahun)		1141	Rp 107,796,111,225	754.40	Rp 70,250,557,840	
		PTT Alternatif III		PTT Alternatif IV		
Debit Andalan 80%	I	0.00	Rp 60,201,859,939.00	0.00	Rp 106,125,461,615	
	II	1081.67	Rp -	754.40	Rp -	
	III	59.32	Rp -	0.00	Rp 159,702,406	
Keuntungan (Tahun)		1141	Rp 60,201,859,939	754.40	Rp 106,285,164,021	
PTT Terpilih		PTT Alternatif I				

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Dari tabel 9 dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan optimasi menggunakan program linear Pola Tata Tanam Alternatif I, merupakan alternatif yang mempunyai keuntungan maksimal dengan nilai sebesar Rp 107.796.111.225,- per tahun dengan luas tanam sebesar 1141 Ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis alternatif pola tata tanam yang diusulkan guna untuk memperoleh efektivitas kebutuhan air irigasi (NFR) terdapat pada PTT Alternatif IV dengan pola tata tanam Padi I – Padi II – Palawija awal musim tanam Padi I bulan November periode II, Padi II bulan Maret periode II, dan Palawija bulan Juli periode II. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan air irigasi untuk luas DI 1.141 Ha masing – masing jenis tanaman yang direncanakan dalam satu musim. Berdasarkan hasil analisis dari program linear, maka dapat disimpulkan bahwa Pola Tata Tanam Alternatif I merupakan alternatif yang mempunyai nilai keuntungan paling maksimum dari hasil produksi pertanian sebesar Rp 107.796.111.225,- per tahun dengan luas daerah tanam sebesar 1141 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (2013). *Kriteria Perencanaan - Standar Perencanaan Irigasi*.
- Noerhayati, E. N., Suprpto, B. S., & Syahid, A. A. (2017). Peningkatan Keuntungan Melalui Optimasi Sistem Pemberian Air Daerah Irigasi Molek Dengan Program Linier. *Jurnal Teknik*, 9(1), 13. <https://doi.org/10.30736/teknika.v9i1.6>
- Saves, F. (2021). OPTIMALISASI PERENCANAAN POLA TANAM PADA JARINGAN IRIGASI GANGSIRAN DESA TEBEL KABUPATEN JOMBANG. *Extrapolasi*, 18(01), 42–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.30996/exp.v18i1.5216>
- Soemarto, C. (1986). *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1983). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita.
- Van de Goor G.A.W & Zijlstra G. (2010). Irrigation Requirements for Double Cropping of Lowland Rice in Malaya. *Soil Science Society of America Journal*, 33, 6.
- Wirosoedarmo, R., Rahadi, B., Karunia, D. S., & Universitas Brawijaya. (2019). STUDY OF PLANTING PATTERN IN MRICAN KANAN. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1–9.