

## Analisis Optimasi Pola Tata Tanam Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Cidurian Tangerang Menggunakan Program Linier

Ira Damayanti<sup>1)</sup>, Budi Santosa<sup>2)</sup>

Universitas Gunadarma, Salemba-Jakarta

Email: [Damayanti.ira@gmail.com](mailto:Damayanti.ira@gmail.com)<sup>1)</sup>, [bsantosa@staff.gunadarma.ac.id](mailto:bsantosa@staff.gunadarma.ac.id)<sup>2)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i1.642>

(Received: October 2021 / Revised: February 2022 / Accepted: March 2022)

### Abstrak

Daerah Irigasi Cidurian terus mengalami pengurangan lahan, disebabkan pembangunan yang pesat di daerah Kabupaten Tangerang. Volume ketersediaan air semakin terbatas dan musim kemarau yang panjang juga menjadi salah satu penyebab kekurangan air tanaman. Tanaman yang biasa dibudidayakan yaitu Padi dan Palawija dengan penyusunan pola tata tanam yang sudah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air dan mengetahui luasan yang paling optimal dan keuntungan yang diperoleh dari berbagai alternatif yang dimodelkan. Metode optimasi yang digunakan yaitu dengan menggunakan program linier, dengan bantuan program lingo. Hasil optimasi dari beberapa alternatif pola tanam yang dicoba dipilih alternatif ke II dan III dengan keuntungan maksimum mencapai 83%.

Kata Kunci: *Pola Tata Tanam, Irigasi, Optimasi Program Linier, Program Lingo.*

### Abstract

Irrigation Area of cidurian is getting land reduction continuing. It causes by rapid development in Tangerang districts area. The volume of water availability is increasing limited and a long dry season is also one of the causes of plant water shortages. The commonly cultivated crops are Rice and Crops. The research aims to determine the availability of water and find out the most optimal area and the benefits obtained based on the various alternatives modeled. The optimization method used by a linear program that connected into the lingo application. The results of the optimization based on several alternative cropping patterns those are second and tried to be chosen are the third alternative which has a maximum profit for about 83%.

Keywords: *Cropping Pattern, Irrigation, Linear Programing Optimization, Lingo Program.*

### 1. Latar Belakang

Daerah Irigasi Cidurian merupakan salah satu jaringan irigasi teknis yang terletak di Kabupaten Tangerang. Beragam jenis tanaman dibudidayakan di sana dan padi merupakan tanaman pokok atau utama yang dihasilkan. Peningkatan produksi pertanian terutama tanaman pangan sangat bergantung dari adanya ketersediaan air. Permasalahan ketersediaan air untuk pemenuhan berbagai kebutuhan air setiap tahun semakin kompleks.

Meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan kebutuhan air semakin meningkat. Berdasarkan data dari BPS Kabupaten Tangerang, jumlah penduduk tahun 2013 sebesar 3.157.780 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2015), tahun 2014 sebesar 3.264.776 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2016) dan tahun 2015 sebesar 3.370.594 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2016). Jumlah pemakaian air minum berdasarkan PDAM Tirta Kerta Raharja Kab Tangerang pada tahun 2013 sebesar 132.828.449 m<sup>3</sup> (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang, 2014) dan tahun 2015 sebesar 133.150.508 m<sup>3</sup> (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang, 2016)

Peningkatan lahan pemukiman akan semakin mengurangi luas areal pertanian produktif yang sebenarnya memang sudah terbatas. Sedangkan kebutuhan pangan semakin meningkat. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan metode optimasi untuk mencari solusi penyelesaiannya.

Secara matematis optimasi merupakan cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum atau minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya (Karya Tulis Ilmiah, 2011). Optimasi adalah suatu rancangan dalam pemecahan masalah model-model perencanaan dengan mendasarkan pada fungsi matematika yang membatasi sehingga merupakan suatu proses sistem untuk menghasilkan keputusan terbaik (Lucky Dyah Ekorini1), 2010)

Berbagai penelitian optimasi dibidang irigasi sudah banyak yang menerapkannya, seperti studi optimasi distribusi pemanfaatan air irigasi (Patirajawane et al., n.d.). Analisa yang digunakan adalah program linear dengan program bantu POM-QM for Windows 3. Penelitian tersebut menentukan pola tanam alternatif berdasarkan luas lahan eksisting. Kemudian mengkombinasikan pola tanam alternatif dengan penambahan luas lahan tidak produktif, dalam hal ini berupa lahan tegalan menjadi lahan produktif pertanian. Fungsi kendala/pembatas dalam pembahasannya tersebut adalah volume andalan yang merupakan nilai ketersediaan air untuk irigasi. Kajian tentang optimasi selanjutnya yaitu melakukan analisis optimasi jaringan irigasi dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Perencanaan irigasi dan pola tanam dalam kondisi defisit irigasi dioptimalkan (Faghihi et al., 2015). Pada penelitian ini, akan menggunakan metode optimasi linier menggunakan program lingo.

Rumusan masalah pada penulisan diantaranya, mengetahui kebutuhan air irigasi optimum yang diperlukan untuk masing-masing jenis tanaman yang dibudidayakan berdasarkan pola tata tanam, mengetahui luas lahan optimum yang ditanami dan keuntungan maksimum menggunakan program linier.

Tujuan penelitian optimasi irigasi ini untuk menentukan kebutuhan air irigasi optimum yang diperlukan untuk masing-masing jenis tanaman yang dibudidayakan berdasarkan pola tata tanam. Kemudian untuk menentukan luas lahan optimum yang ditanami dan keuntungan maksimum menggunakan optimasi program linier.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1 Pengumpulan Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, baik melalui instansi terkait atau diakses dari internet. Jenis data yang diperlukan untuk melakukan analisis penelitian ini terdiri dari data luas D.I Cidurian, data hidrologi, data klimatologi, data pola tata tanam D.I Cidurian dan data ekonomi pertanian.

## 2.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi kebutuhan air bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air pada bendung Ranca Sumur dalam hubungannya dengan kebutuhan air pada areal pertanian yang berdasarkan pada luasnya daerah irigasi. Jika besarnya kebutuhan air irigasi sudah diketahui maka dapat diprediksi kapan ketersediaan air dapat memenuhi atau tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi sebesar yang dibutuhkan (Priyonugroho, 2014).

### 2.2.1 Ketersediaan Air

Ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air irigasi berasal dari pengukuran debit andalan di bangunan pengambilan (*Intake*). Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi, dengan kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%), (Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 2013). Dalam pengertian lain debit andalan (*dependable flow*) adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin (Sutrisno and Setiawan Saputra, 2018).

Perhitungan debit andalan  $Q_{80}$  adalah debit andalan dengan probabilitas 0,2 (Wahyu Purnomo Putro and Rintis Hadiani, n.d.). Berdasarkan kriteria data debit maka perlu dilakukan perhitungan debit andalan ( $Q_{80}$ ) dengan menggunakan metode ranking (rumus Weibul) (Wahyu Purnomo Putro and Rintis Hadiani, n.d.).

$$M = P \times n \quad (1)$$

Keterangan

M = Rangking debit yang diharapkan

P = Probabilitas

n = Jumlah tahun data pengamatan debit

Penelitian ini, ketersediaan air irigasi diperoleh dari data pengukuran debit di *intake* Bendung Ranca Sumur yang didapat selama 9 tahun terakhir yaitu tahun 2009 - 2017.

### 2.2.2 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan tanaman untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dengan luasan tertentu. Pemberian air irigasi yang tidak tepat dan tanpa ukuran yang sesuai kebutuhan air tanaman akan berakibat pada pembusukan akar akibat kelebihan air (Anwar Fuadi et al., 2016) Kebutuhan air ini meliputi kebutuhan untuk evapotranspirasi, perlokasi, dan perembesan saluran. Persamaan untuk menghitung kebutuhan bersih air irigasi di sawah dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$NFR = \frac{IR + ET_c + WLR + P - R_e}{EI} \times A \quad (2)$$

Keterangan

NFR = kebutuhan air (m<sup>3</sup>)

IR = kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm/hari)

Etc	= kebutuhan air konsumtif (mm/hari)
WLR	= kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)
P	= perkolasi (mm/hari)
RE	= hujan efektif (mm/hari)
EI	= efisiensi irigasi
A	= luas areal irigasi (m <sup>2</sup> )

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada Daerah Irigasi (Risfiyanto et al., 2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kebutuhan air untuk penyiapan lahan yaitu evapotranspirasi potensial dan perkolasi. Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk penyiapan lahan dapat digunakan metode yang dikembangkan Van De Goor dan zijlstra (1968). Persamaannya ditulis sebagai berikut.

$$IR = M \frac{e^k}{e^k - 1} \quad (3)$$

$$M = E_0 + P \quad (4)$$

$$E_0 = 1,1 \times Et_0 \quad (5)$$

$$k = \frac{M \times T}{S} \quad (6)$$

Keterangan

IR	= kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)
M	= kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan
T	= jangka waktu penyiapan lahan (hari)
S	= kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm
P	= perkolasi (mm/hari)

Untuk petak tersier, jangka waktu yang dianjurkan untuk penyiapan lahan adalah 1,5 bulan. Bila penyiapan lahan terutama dilakukan dengan peralatan mesin, jangka waktu satu bulan dapat dipertimbangkan. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan sawah (puddling) bisa diambil 200 mm. Ini meliputi penjenuhan (presaturation) dan penggenangan sawah, pada awal transplantasi akan ditambahkan lapisan air 50 mm lagi. Angka 200 mm di atas mengandaikan bahwa tanah itu "bertekstur berat, cocok digenangi dan bahwa lahan itu belum bera (tidak ditanami) selama lebih dari 2,5 bulan. Jika tanah itu dibiarkan bera lebih lama lagi, ambillah 250 mm sebagai kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan termasuk kebutuhan air untuk persemaian (KP - 01, 2010).

Kebutuhan air konsumtif adalah kebutuhan air untuk tanaman di lahan dengan memasukan faktor koefisien tanaman ( $K_c$ ). Persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$Et_c = Et_0 \times K_c \quad (7)$$

Keterangan

Etc	= kebutuhan air konsumtif (mm/hari),
Eto	= evapotranspirasi potensial (mm/hari),
$K_c$	= koefisien tanaman, dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1 Koefisien tanaman padi dan jangung

Umur (Bulan)	Padi (Nedeco/Prosida)		Padi (FAO)		Jagung (90)
	Lokal	Unggul	Lokal	Unggul	
0,5	1,2	1,2	1,1	1,1	0,5
1	1,2	1,27	1,2	1,1	0,59
1,5	1,32	1,33	1,3	1,05	0,98
2	1,4	1,3	1,4	1,05	1,05
2,5	1,35	1,15	1,05	0,95	1,02
3	1,24	0	1,05	0	0,95
3,5	1,12		0,95		
4	0		0		

Tabel 2 Koefisien tanaman padi dan palawija

Tanaman	Periode						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Padi	1,02	1,02	1,02	1,32	1,4	1,35	1,24
Palawija	0,4	0,55	0,55	0,7	0,7	0,3	

Pergantian lapisan air atau WLR (*Water Losses Requirement*) setinggi 50 mm dilakukan dua kali, yaitu satu bulan setelah pemindahan bibit ke petak sawah (transplantasi) dan dua bulan setelah transplantasi. Pergantian lapisan air dilakukan setelah proses pemupukan dilakukan.

Perkolasi adalah pergerakan air ke bawah yang disebabkan oleh gaya vertikal dan gaya hidrostatis pada proses penjenjuran tanah. Berdasarkan sifat tanahnya nilai laju perkolasi dapat dilihat pada Tabel 3 (Dirjen Pengairan Bina Program PSA 010, 1985).

Tabel 3 Nilai perkolasi

No	Jenis tanah	Nilai perlokasi (mm/hari)
1	Tanah lempung	1,0 - 2,0
2	Tanah lempung pasir	2,0 - 3,0
3	Tanah Pasiran	3,0 - 6,0

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Besarnya curah hujan ditentukan dengan 70% dari curah hujan rata-rata tengah bulanan dengan kemungkinan kegagalan 20% (Curah hujan  $R_{80}$ ). Dengan menggunakan rumus *Basic Year* sebagai berikut:

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} \times R_{80} \quad (8)$$

$$R_{80} = 0,8 \times (n + 1) \quad (9)$$

#### Keterangan

$R_e$  = curah hujan efektif (mm/hari)

$R_{80}$  = curah hujan minimum tengah bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 80 %.

$n$  = jumlah tahun

Besarnya koefisien curah hujan efektif untuk tanaman padi terdapat pada Tabel 4 (Dirjen Pengairan Bina Program PSA 010, 1985).

Tabel 4 Koefisien curah hujan untuk padi

Bulan	Golongan					
	1	2	3	4	5	6
0,5	0,36	0,18	0,12	0,009	0,07	0,06
1	0,7	0,53	0,35	0,26	0,21	0,18
1,5	0,4	0,55	0,46	0,36	0,29	0,24
2	0,4	0,4	0,5	0,46	0,37	0,31
2,5	0,4	0,4	0,4	0,48	0,45	0,37
3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,46	0,44
3,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,45
4	0	0,2	0,27	0,3	0,32	0,33
4,5			0,13	0,2	0,24	0,27
5				0,1	0,16	0,2
5,5					0,08	0,13
6						0,07

Analisis peluang curah hujan efektif ini bertujuan untuk memprediksi besarnya suatu kejadian hidrologi (hujan) yang terjadi satu kali dalam N tahun atau kejadian hidrologi (hujan) dengan peluang P tertentu. Analisis ini menggunakan metode *Weibulle*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$Tr = \frac{n+1}{m} \quad (10)$$

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \quad (11)$$

#### Keterangan

- m = nomor urut data
- n = Jumlah data
- Tr = Periode ulang
- P = Probabilitas
- m = Nomor urut data
- n = Jumlah Data

Efisiensi irigasi adalah pemanfaatan air untuk tanaman, yang diambil dari sumber air atau sungai yang dialirkan ke areal irigasi melalui bendung. Efisiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh penguapan, kegiatan eksploitasi, kebocoran dan rembesan (Mada, 2016).

Pengkajian mengenai efisiensi kebutuhan air harus menganalisis hujan efektif, kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air irigasi (Liliya et al., 2018). Nilai efisiensi irigasi dapat dilihat pada Tabel 5 (Direktorat Jendral Pengairan, 1986).

Tabel 5 Efisiensi irigasi berdasarkan standart perencanaan irigasi

Tipe Saluran	Efisiensi (%)
Saluran tersier	80
Saluran sekunder	90
Saluran primer	90
Keseluruhan	65

### 2.2.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah banyaknya air yang hilang oleh adanya proses penguapan dari permukaan. Tanaman akan tumbuh optimal jika evapotranspirasi tanaman terpenuhi dan tidak ada gangguan faktor lainnya (Sapei and Fauzan, 2012). Evapotranspirasi dibedakan menjadi dua yaitu evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual. Evapotranspirasi potensial adalah evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan. Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah.

$$\Delta E = Et_0 \times \frac{d}{30} \times m \quad (12)$$

#### Keterangan

- $\Delta E$  = perbedaan antara evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas (mm)  
 $Et_0$  = evapotranspirasi potensial (mm)  
 $d$  = jumlah hari kering atau hari tanpa hujan dalam satu bulan  
 $m$  = prosentase lahan yang tidak tertutupi vegetasi, ditaksir dari peta tata guna lahan.

Besarnya *exposed surface* (m) untuk setiap daerah berbeda. F.J Mock mengklasifikasikan menjadi tiga daerah dengan masing-masing nilai *exposed surface* seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 *Exposed surface* mock

No.	m	Daerah
1	0%	Hutan primer. Sekunder
2	10 - 40%	Daerah tererosi
3	30 - 50%	Daerah ladang pertanian

### 2.3 Pola Tata Tanam

Rencana Tata Tanam secara garis besar merupakan pola dan jadwal tanam dalam satu tahun untuk setiap jenis tanaman dengan luas tanam masing-masing yang dibuat sebelum jadwal tanam dimulai (Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi:

- Padi – Padi.
- Padi – Padi – Palawija.
- Padi – Palawija – Palawija.

### 2.3.1 Analisis Rencana Alternatif Pola Tanam

Tahap ini menentukan beberapa alternatif jadwal tanam, untuk masing-masing skenario. Hasil optimasi untuk masing-masing skenario menunjukkan nilai keuntungan hasil pertanian tertinggi pada salah satu alternatif yang ditentukan.

### 2.3.2 Penyusunan Alternatif Program Lingo

Dalam studi ini akan dianalisa pemecahan dasar dalam program linier untuk mencari kombinasi yang terbaik antara sumber daya serta kendala-kendala yang ada sampai didapatkan manfaat yang sebesar-besarnya. Model matematika dalam program linier ini dibuat sesuai dengan fungsi tujuan yang ingin dicapai.

### 2.3.3 Optimasi dengan Program Lingo

Optimasi dilakukan dengan bantuan program komputer yaitu Lingo. Sebagai data input yang digunakan adalah data dari skema jaringan irigasi di D.I Cidurian. Hasil optimasi dengan menggunakan Lingo didapat luas tanam optimum dan keuntungan maksimum untuk tiap musim tanam.

## 2.4 Optimasi Jaringan Irigasi

Optimasi adalah cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum atau minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya (Karya Tulis Ilmiah, 2011). Optimasi usulan pola tata tanam ditetapkan berdasarkan keadaan musim dimana terjadi masa ketidak cukupan air (Khoerul Imam, 2019).

*Linier programming* merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimumkan keuntungan dan meminimalkan biaya (Frahmana, 2018).

### 2.4.1 Fungsi Tujuan / Formula Sasaran

Fungsi tujuan yaitu memaksimalkan hasil keuntungan pertanian. Model matematis fungsi tujuan terdiri dari variabel luas lahan masing-masing jenis tanaman (Ha) dan keuntungan hasil pertanian masing-masing jenis tanaman (Rp/Ha). Model matematis fungsi tujuan disajikan pada persamaan berikut.

$$Z = \sum_{n=1}^n C_n \cdot X_n \quad (13)$$

Keterangan

Z = Fungsi tujuan (Keuntungan maksimum hasil pertanian) (Rp)

C<sub>n</sub> = Keuntungan / manfaat bersih irigasi sawah (Rp/Ha)

X<sub>n</sub> = Variabel sasaran irigasi (Luas areal irigasi) (Ha)

### 2.4.2 Fungsi Kendala

Terdapat dua batasan yang menjadi fungsi kendala yaitu luas lahan dan volume ketersediaan air.

Bentuk persamaan linier untuk luas lahan irigasi untuk setiap Musim Tanam dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\sum_{k=1}^p X_{pk} + \sum_{k=1}^j X_{jk} + \sum_{k=1}^k X_{kk} + \sum_{k=1}^t X_{tk} \leq A_t \quad (14)$$

Keterangan

X<sub>pk</sub> = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, musim tanam k (ha).

X<sub>jk</sub> = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman jagung, musim tanam k (ha).

$X_{kk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman kacang panjang, musim tanam k (ha).

$X_{tk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman timun, musim tanam k (ha).

$A_t$  = Luas lahan daerah irigasi total (ha).

Bentuk persamaan linier untuk volume ketersediaan air irigasi untuk setiap Musim Tanam dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\sum_{k=1}^p V_{pk(t)} \times X_{pk(t)} + \sum_{k=1}^j V_{jk(t)} \times X_{jk(t)} + \sum_{k=1}^k V_{kk(t)} \times X_{kk(t)} + \sum_{k=1}^t V_{tk(t)} \times X_{tk(t)} \leq V_{kt} \quad (15)$$

Keterangan

$V_{pk(t)}$  = Volume kebutuhan air untuk jenis tanaman padi, musim tanam k pada periode t ( $m^3/ha$ ).

$V_{jk(t)}$  = Volume kebutuhan air untuk jenis tanaman jagung, musim tanam k pada periode t ( $m^3/ha$ ).

$V_{kk(t)}$  = Volume kebutuhan air untuk jenis tanaman kacang panjang, musim tanam k pada periode t ( $m^3/ha$ ).

$V_{tk(t)}$  = Volume kebutuhan air untuk jenis tanaman timun, musim tanam k pada periode t ( $m^3/ha$ ).

$X_{pk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, musim tanam k pada periode t (ha).

$X_{jk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman jagung, musim tanam k pada periode t (ha).

$X_{kk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman kacang panjang, musim tanam k pada periode t (ha).

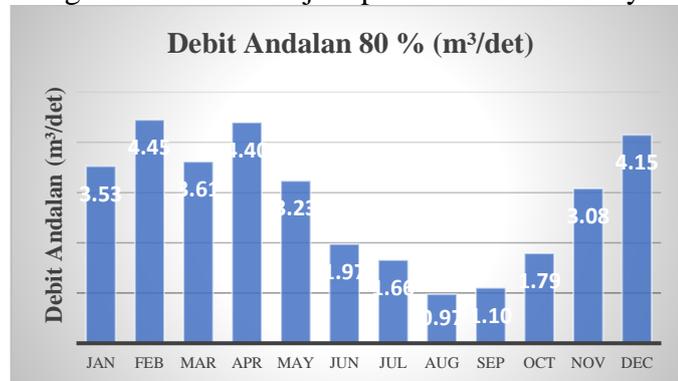
$X_{tk}$  = Luas areal tanaman untuk jenis tanaman timun, musim tanam k pada periode t (ha).

$V_{k(t)}$  = Volume ketersediaan air musim tanam ke – k pada periode t ( $m^3$ ).

Volume ketersediaan air dihitung dari debit andalan ( $Q_{80}$ ) bendung Ranca Sumur untuk masing-masing periode waktu (setengah bulanan).

### 3. Hasil dan Pembahasan.

Hasil perhitungan debit andalan menggunakan metode ranking yaitu: Debit maksimum bendung Ranca Sumur terjadi pada bulan Februari yaitu  $4,45 m^3/dt$ .



Gambar 1 Grafik debit andalan bendung Ranca Sumur

Debit andalan minimum bendung Ranca Sumur terjadi pada bulan Agustus yaitu 0,97 m<sup>3</sup>/dt. Rata-Rata debit andalan pada bendung Ranca Sumur dengan kurun waktu 2009-2017 sebesar 2,83 m<sup>3</sup>/dt. Grafik debit andalan disajikan pada Gambar 1

Perhitungan kebutuhan air irigasi dalam optimasi pola tanam irigasi di DI Cidurian akan menghitung kebutuhan air untuk penyiapan lahan dan kebutuhan air tanaman padi dan palawija. Pola tata tanam adalah kegiatan mengatur awal masa tanam, jenis tanaman dan varitas tanaman dalam suatu tabel perhitungan. Tujuan utama dari penyusunan pola tanam adalah untuk mendapatkan besaran volume kebutuhan air irigasi pada musim kemarau sekecil mungkin. Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Cidurian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Kebutuhan air irigasi daerah irigasi Cidurian

NO	URAIAN	SATUAN	Agustus		September		Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
1	Pola Tanam		WJIA		LP		LP		PADI I		LP		LP		PADI II		PALA -										
2	Koefisien Tanaman (k)		1,05	0,80	LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,32	0,00		LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,32	0,00		0,40	0,48	0,85	1,09	
	k1		1,09	1,05	0,80	LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,32	0,00		LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,32	0,00	0,40	0,48	0,85	1,09	
	k2		0,85	1,09	1,05	0,80	LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,32	0,16	LP	LP	1,08	1,08	1,06	0,92	0,67	0,33	0,16	0,20	0,44	0,58	0,81
	k3		1,00	0,98	0,93	0,80	1,08	1,08	1,06	0,92	0,67	0,33	0,16	LP	LP	1,08	1,08	1,06	0,92	0,67	0,33	0,16	0,20	0,44	0,58	0,81	
3	Rata-rata (k)		1,00	0,98	0,93	0,80	1,08	1,08	1,06	0,92	0,67	0,33	0,16	LP	LP	1,08	1,08	1,06	0,92	0,67	0,33	0,16	0,20	0,44	0,58	0,81	
4	Evapotranspirasi Potensial (E <sub>p</sub> )	mm/hr	5,48	5,48	6,50	6,50	6,42	6,42	5,46	5,46	5,30	5,30	4,81	4,81	4,68	4,68	5,22	5,22	4,31	4,31	4,03	4,03	3,87	3,87	4,14	4,14	
5	Kebutuhan Air bagi Tanaman (E <sub>c</sub> )	mm/hr	5,47	5,37	6,02	5,20	6,93	6,90	5,77	5,02	3,55	1,75	0,77	0,00	0,00	5,06	5,61	5,51	3,96	2,89	1,33	0,65	0,77	1,70	2,39	3,34	
6	Keb. Air untuk penyiapan lahan (IR)	mm/hr			13,73	13,73	13,43	13,43						12,25	12,98	12,98	12,54										
7	Ratio Penyiapan Lahan				0,25	0,25	0,25	0,25						0,25	0,25	0,25	0,25										
8	Keb. Air untuk penyiapan lahan dengan ratio	mm/hr			3,43	3,43	3,36	3,36						3,06	3,24	3,24	3,14										
9	Perlokasi (P)	mm/hr	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
10	Penggantian lapisan genangan (WLR)																										
	WLR 1						3,33	0,00	3,33	0,00	0,00						3,33	0,00	3,33	0,00	0,00						
	WLR 2	mm/hr					0,00	3,33	0,00	3,33	0,00						0,00	3,33	0,00	3,33	0,00						
	WLR 3						0,00	0,00	3,33	0,00	3,33						0,00	0,00	3,33	0,00	3,33						
	Rata-Rata WLR						1,11	1,11	2,22	1,11	1,11						1,11	1,11	2,22	1,11	1,11						
11	Ratio Luas Tanaman		1,00	1,00	0,75	0,25	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,25	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00
12	Kebutuhan Air untuk (E <sub>c</sub> +P+WLR)	mm/hr	7,47	7,37	6,01	1,80	2,23	7,51	8,88	9,24	6,66	4,86	2,08	0,50	0,00	1,76	6,54	8,63	8,18	6,00	4,44	1,98	2,08	2,78	4,39	5,34	
13	Curah Hujan Efektif (Re)	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	1,20	2,19	0,86	1,21	1,99	2,52	4,28	2,26	1,40	1,29	0,59	0,17	0,57	0,46	0,33	0,11	0,00	0,00	
14	Ratio has hujan efektif (Total ratio)		1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,50	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	
15	Curah hujan efektif dengan ratio	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1,20	2,19	0,86	1,21	1,49	1,26	1,07	1,13	1,40	1,29	0,59	0,17	0,57	0,34	0,25	0,08	0,00	0,00	
16	Kebutuhan air netto di sawah (NFR)	mm/hr	7,47	7,37	6,01	1,75	2,23	7,51	7,68	7,05	5,81	3,65	0,58	0,00	0,00	0,64	5,14	7,33	7,59	5,83	3,88	1,64	1,84	2,70	4,39	5,34	
17	kebutuhan air netto di sawah dalam	l/dtha	0,86	0,85	0,70	0,20	0,26	0,87	0,89	0,82	0,67	0,42	0,07	0,00	0,00	0,07	0,59	0,85	0,88	0,67	0,45	0,19	0,21	0,31	0,51	0,62	
18	kebutuhan air netto di sawah dalam	m <sup>3</sup> /dtha	0,00086	0,00085	0,00070	0,00020	0,00026	0,00087	0,00089	0,00082	0,00067	0,00042	0,00007	0,00000	0,00000	0,00007	0,00059	0,00085	0,00088	0,00067	0,00045	0,00019	0,00021	0,00031	0,00051	0,00062	
18	Efisiensi irigasi		0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	
19	Kebutuhan air di intake (DR)	l/dtha	1,33	1,31	1,07	0,31	0,40	1,34	1,37	1,25	1,03	0,65	0,10	0,00	0,00	0,11	0,92	1,31	1,35	1,04	0,69	0,29	0,33	0,48	0,78	0,95	
20	Untuk menentukan nilai NFR	8+12	7,47	7,37	9,44	5,23	5,59	10,87	8,88	9,24	6,66	4,86	2,08	3,56	3,24	5,01	9,68	8,63	8,18	6,00	4,44	1,98	2,08	2,78	4,39	5,34	

Data besarnya debit andalan yang telah dihitung disajikan kembali pada Tabel 8. Data besarnya kebutuhan air yang telah dihitung sebelumnya, disajikan kembali pada Tabel 9. Data kebutuhan air pada Tabel 9 dikalikan luasan total irigasi yaitu 2993 Ha. Pada bulan Januari sebesar 0,20 m<sup>3</sup>/det Pada bulan selanjutnya disajikan pada Tabel 10.

Tabel 8 Debit andalan bendung Ranca Sumur

Debit Andalan (m <sup>3</sup> /dt)												
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
3,53	4,45	3,61	4,40	3,23	1,97	1,66	0,97	1,10	1,79	3,08	4,15	

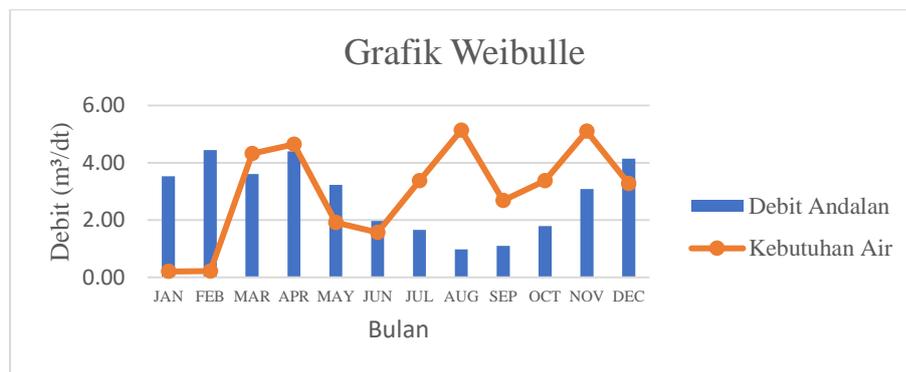
Tabel 9 Volume kebutuhan air eksisting

KEBUTUHAN AIR (m <sup>3</sup> /dt/Ha)											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,000067	0,000074	0,001443	0,001553	0,000638	0,000524	0,001125	0,001717	0,000898	0,001127	0,001704	0,001094

Tabel 10 Kebutuhan air eksisting dalam m<sup>3</sup>/dt

Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /dt)											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,20	0,22	4,32	4,65	1,91	1,57	3,37	5,14	2,69	3,37	5,10	3,27

Dengan membandingkan antara ketersediaan air sungai Cidurian di bendung Ranca Sumur dan kebutuhan air berdasarkan pola tanam tahun 2017 dan tahun 2018, terjadi permasalahan kekurangan air seperti pada Gambar 2 diambil dari Tabel 8 dan Tabel 10.

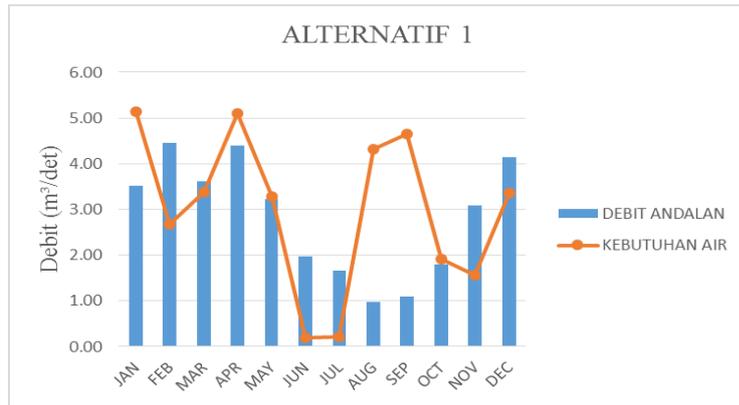


Gambar 2 Neraca air eksisting pola tanam

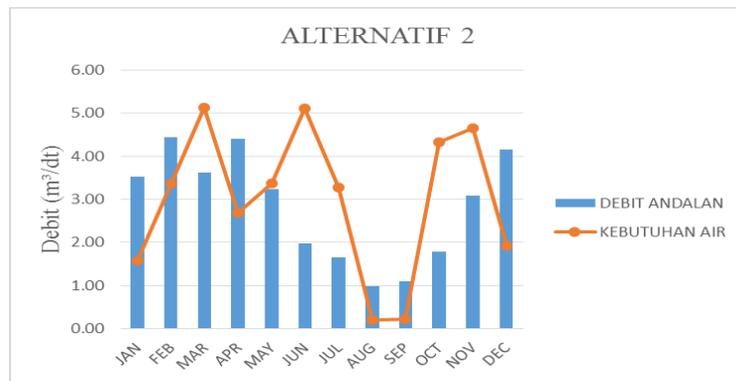
Analisis optimasi dalam kajian ini terdiri dari 3 Alternatif. Adapun kondisi pola tata tanam eksisting maupun alternatifnya adalah sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting
  - MT I : Padi (Oktober s.d Januari)
  - MT II : Padi (Februari s.d mei)
  - MT III : Palawija (Juni s.d September)
2. Alternatif 1
  - MT I : Padi (Maret s.d Juni)
  - MT II : Palawija (Kacang & Timun) (Juli s.d Oktober)
  - MT III : Padi (November s.d Februari)
3. Alternatif 2
  - MT I : Palawja (Jagung) (Mei s.d Agustus)
  - MT II : Padi (September s.d Desember)
  - MT III : Padi (Januari s.d April)
4. Alternatif 3
  - MT I : Padi (Februari s.d Mei)
  - MT II : Palawija (Kacang & Timun) (Juni s.d September)
  - MT III : Padi (Oktober s.d Januari)

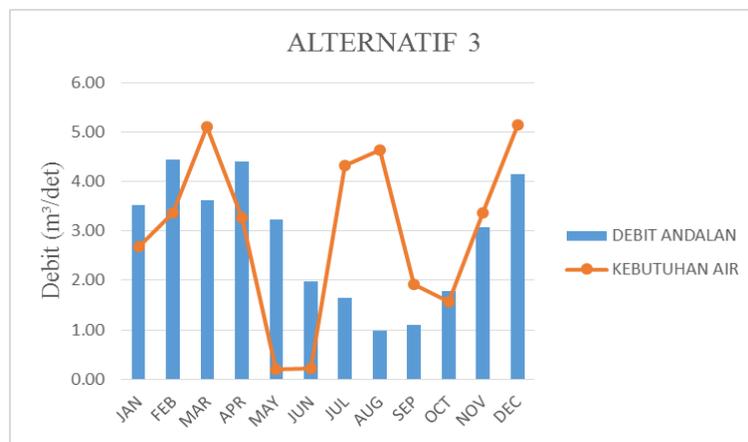
Dari tiap-tiap pola tata tanam kemudian dianalisa kebutuhan air irigasinya. Neraca air PTT Alternatif 1 disajikan pada Gambar 3, neraca air PTT Alternatif 2 disajikan pada Gambar 4, neraca air PTT Alternatif 3 disajikan pada Gambar 5



Gambar 3 Neraca air pola tata tanam alternatif 1



Gambar 4 Neraca air pola tata tanam alternatif 2



Gambar 5 Neraca air pola tata tanam alternatif 3

Perhitungan dibuat dalam bentuk lampiran dan dimuat dalam suplemen. Nilai luasan lahan yang diperoleh berdasarkan optimasi program linear, disubstitusikan pada persamaan Z max masing-masing alternatif. Berdasarkan hasil survey biaya produksi tanaman padi perhektar yaitu Rp. 8.400.000. Biaya Produksi tanaman jagung perhektar yaitu Rp. 7.600.000. dan biaya untuk tanaman kacang panjang serta timun yaitu Rp. 5.400.000. Nilai keuntungan bersih didapat dari selisih antara harga jual tanaman dikurangi nilai produksi dalam satuan hektar.

### 3 Kesimpulan dan Saran

#### 3.2 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan mengenai optimasi pola tata tanam menggunakan program linier, Alternatif 1 luas lahan optimum yang dapat ditanami untuk tanaman kacang pada MT 2 adalah 971 Ha. Luas tanaman optimum yang dapat ditanami timun adalah sebesar 1.362 Ha. Luas tanaman padi MT 3 adalah sebesar 658 Ha. Keuntungan maksimum pada alternatif 1 adalah sebesar Rp. 60.762.100.000, Alternatif 2 luas lahan optimum yang dapat ditanami hanya pada MT 3 untuk tanaman padi seluas 2993 Ha. Keuntungan maksimum pada alternatif 2 adalah sebesar Rp. 68.390.050.000, dan Alternatif 3 luas lahan optimum yang dapat ditanami tanaman padi MT3 adalah 2993 Ha, dengan keuntungan sebesar Rp. 68.390.050.000. Keuntungan maksimum terdapat pada alternatif 2 dan 3. Persentase keuntungan jika dibandingkan dengan eksisting yaitu naik sebesar 83%.

#### 3.3 Saran

Harus adanya tinjauan lebih lanjut untuk aplikasi dilapangan dalam pengaturan pemberian airnya. Pemberian air yang tidak merata karena pengurangan luas lahan yang ditanami, dikhawatirkan akan menimbulkan konflik bagi para pemilik lahan. Perlu adanya Monitoring untuk jadwal pola tata tanam yang sudah dibuat agar dilaksanakan dengan baik oleh petani.

### Daftar Kepustakaan

- A. Hendratta, L., S. F. Sumarauw, J., 2015. Optimalisasi Pemanfaatan Sungai Polimaan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi.
- Anwar Fuadi, N., Yanuar Purwanto, M.J., Darma Tarigan, S., Penulis, K., 2016. Kajian Kebutuhan Air Dan Produktivitas Air Padi Sawah Dengan Sistem Pemberian Air Secara Sri Dan Konvensional Menggunakan Irigasi Pipa Study on Water Requirement And Water Productivity Of Paddy Field With Sri And Conventional Water Supply System By Using Pipe Irrigation.
- Badan Pusat Statistik, 2015. Jumlah Penduduk 2013 [WWW Document]. tangerangkab.bps.go.id.
- Badan Pusat Statistik, 2016. Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin [WWW Document]. tangerangkab.bps.go.id.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang, 2014. Kabupaten Tangerang dalam Angka 2014, 2014th ed. BPS Kabupaten Tangerang, Kabupaten Tangerang.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang, 2016. Kabupaten Tangerang dalam Angka 2016, 2016th ed. BPS Kabupaten Tangerang, Kabupaten Tangerang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Modul Rencana Tata Tanam.
- Direktorat Jendral Pengairan, 1986. Penunjang untuk Perencanaan Irigasi.
- Dirjen Pengairan Bina Program PSA 010, 1985. Kebutuhan Air Irigasi.
- Faghihi, N., Babazadeh, H., Sedghi, H., Pazira, E., 2015. Online) An Open Access, Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences.

- Frahmana, B., 2018. Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian dengan Program Linier Studi Kasus: Jaringan Irigasi Saluran Sekunder Majalaya Bendung Walahar Kabupaten Karawang 17, 142–150.
- Karya Tulis Ilmiah, 2011. Pengertian Optimasi dan Linear Programming [WWW Document]. [karyatulisilmiah.com](http://karyatulisilmiah.com).
- Khoerul Imam, M., 2019. Optimasi Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Aliran Sungai Jajar Daerah Irigasi Jatirogo Bonang Demak Jawa Tengah 7, 183–196.
- KP - 01, 2010. Jaringan Irigasi Kriteria Perencanaan-Jaringan Irigasi Standar Perencanaan Irigasi.
- Liliya, O, Susanawati, D., Suharto, B., Keteknikan, J., Pertanian, T., 2018. Crop water requirement in irrigation scheduling for orange keprok 55 in selorejo village using cropwat 8.0.
- Lucky Dyah Ekorini<sup>1)</sup>, L.M.L.E.S., 2010.
- Mada, Y.V.S., 2016. Studi Pola Lengkung Kebutuhan Air Untuk Irigasi Pada Daerah Irigasi Tilong, Jurnal Teknik Sipil.
- Patirajawane, F., Sayekti, R.W., Purwati, E., n.d. Studi Optimasi Distribusi Pemanfaatan Air Di Daerah Irigasi Melik, Kabupaten Jombang Dengan Menggunakan Program Linear.
- Priyonugroho, A., 2014. Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang), Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan.
- Risfiyanto, L., Anwar, N., Festy Margini, N., 2017. Jurnal Teknik Hidroteknik.
- Sapei, A., Fauzan, M., 2012. Lapisan Kedap Buatan Untuk Memperkecil Perkolasi Lahan Sawah Tadah Hujan Dalam Mendukung Irigasi Hemat Air.
- Standar Perencanaan Irigasi KP - 01, 2013. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air.
- Sutrisno, Setiawan Saputra, F., 2018. Studi Penerapan Metode Mock Dan Statistik Untuk Menghitung Debit Andalan Plta Bakaru Kabupaten Pinrang Volume 11 Nomor 2.
- Wahyu Purnomo Putro, J., Rintis Hadiani, R., n.d. Implementasi Metode Palmer Untuk Analisis Kekeringan Pada Daerah Aliran Sungai Temon Kabupaten Wonogiri.