



## **OPTIMASI RENCANA TANAM DAN PEMBERIAN AIR IRIGASI MENUJU MODERNISASI IRIGASI DI DAERAH IRIGASI CILIMAN**

### *OPTIMIZATION OF CROPPING PATTERN AND IRRIGATION WATER ALLOCATION TOWARD THE MODERNIZATION OF CILIMAN IRRIGATION AREA*

Oleh:

**Susilowati<sup>1)</sup>✉, Widya Utaminingsih<sup>2)</sup>, Segel Ginting<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Balai Teknik Irigasi, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR  
Jl. Cut Meutia Kotak Pos 147, Kota Bekasi 17113

<sup>2)</sup>Pusat Analisis Pelaksanaan Kebijakan, Sekretariat Jenderal, Kementerian PUPR  
Jl. Pattimura No 20 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan

Komunikasi Penulis, Telp: +0218801345; email: susilowatidardjono@gmail.com

Naskah ini diterima pada 4 November 2020; revisi pada 30 November 2020;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 21 Desember 2020

#### **ABSTRACT**

*Development of an irrigation area were implemented to increase the productivity of agricultural products, especially rice and palawija (secondary crops commodities). The productivity of rice and palawija was influenced by irrigation performance, both by infrastructure and irrigation management. The operation management of irrigation network in Ciliman Irrigation Area is still not optimal due to the absence of an operations to regulate the amount of water that enters each tertiary intake causing excessive water intake upstream while shortage in the downstream. This is also exacerbated by the condition of water availability in the dry season which is lower compared to the need of irrigation water. Therefore, this research is conducted to optimize the cropping pattern and water allocation in Ciliman Irrigation Area by considering the reliability of irrigation water delivery. Research was conducted through water balance simulation according to several scenarios based on group division, changes in the planting schedules, and changes in planting area. Then, optimization of the cropping pattern was done by maximizing the reliability of irrigation water delivery. The recommended cropping pattern is 100% rice planted in planting season I, 100% rice planted in planting season II, and 27.47% palawija (soybean) planted in planting season III. Water delivery should be arranged into 3 groups with the 1<sup>st</sup> planting schedule starts in 1<sup>st</sup> period of November, 2<sup>nd</sup> planting season starts in 1<sup>st</sup> period of March, and 3<sup>rd</sup> planting season starts in 2<sup>nd</sup> period of July. With this scenario, there was an increase in the cropping index from the existing condition of 199.7 (83% reliability) to 213.7 (100% reliability).*

**Keyword: water allocation, irrigation, reliability, optimization, simulation**

#### **ABSTRAK**

Pengembangan sebuah Daerah Irigasi (DI) dilakukan untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian khususnya komoditas padi dan palawija. Produktivitas padi dan palawija dipengaruhi oleh kinerja irigasi, baik itu infrastruktur maupun pengelolaan irigasi. Pengelolaan operasi jaringan irigasi di DI Ciliman masih belum optimal akibat tidak adanya operasi dalam mengatur jumlah air yang masuk di setiap sadap, sehingga menyebabkan air masuk berlebihan di hulu sedangkan di hilir sering kali tidak mendapatkan air. Hal ini diperparah dengan kondisi ketersediaan air pada musim kemarau yang lebih rendah dibandingkan dengan kebutuhan air irigasinya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi rencana tata tanam dan alokasi air irigasi DI Ciliman dengan mempertimbangkan keandalan pemberian air. Penelitian dilakukan melalui simulasi neraca air pada beberapa skenario pembagian golongan, perubahan jadwal tanam, dan perubahan luasan tanam. Optimasi rencana tanam dilakukan dengan memaksimalkan keandalan pemberian air irigasi. Pola tanam yang direkomendasikan adalah 100% padi ditanam di musim tanam I, 100% padi ditanam di musim tanam II, dan 27,47% palawija (kedelai) ditanam di musim tanam III. Pemberian air dibagi menjadi 3 golongan dengan jadwal tanam untuk dimulai pada bulan November periode ke-1, musim tanam II dimulai pada Maret periode ke-1, dan musim tanam III dimulai pada bulan Juli periode ke-2. Dengan kenario ini, terjadi peningkatan indeks pertanaman dimana awalnya pada rencana tanam eksisting sebesar 199,7 (keandalan 83%) menjadi 213,7 (keandalan 100%).

**Kata kunci: alokasi air, irigasi, keandalan, optimasi, simulasi**

## I. PENDAHULUAN

Pengembangan daerah irigasi dilakukan untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian khususnya komoditas padi dan palawija. Produktivitas padi dan palawija dipengaruhi oleh kinerja irigasi, baik itu infrastruktur maupun pengelolaan irigasi. Dalam mendorong peningkatan kinerja irigasi, maka dilakukan sebuah proses yang disebut modernisasi irigasi.

Modernisasi irigasi adalah upaya peningkatan teknis dan manajerial (bukan sekadar rehabilitasi) skema irigasi yang dikombinasikan dengan reformasi kelembagaan, dengan tujuan meningkatkan pemanfaatan sumber daya (tenaga kerja, air, ekonomi, lingkungan) dan layanan pemberian air ke pertanian (Food and Agriculture Organization, 2018). Selaras dengan itu, Direktorat Irigasi dan Rawa mendefinisikan modernisasi irigasi sebagai upaya mewujudkan sistem pengelolaan irigasi partisipatif yang berorientasi pada pemenuhan tingkat layanan irigasi secara efektif, efisien dan berkelanjutan dalam rangka mendukung ketahanan pangan dan air (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2011). Modernisasi irigasi juga dilaksanakan untuk mengurangi ancaman keberlanjutan pengelolaan irigasi seperti meluasnya Daerah Aliran Sungai (DAS) kritis sebagai sumber utama penyedia air irigasi permukaan, kebutuhan air yang tidak seimbang dengan kemampuan konversi tanah, tekanan terhadap mutu lingkungan semakin meningkat, ataupun hal lain yang berkaitan dengan pengelolaan irigasi.

Modernisasi ini merupakan upaya dalam melaksanakan ketentuan pada Pasal 21 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 30/PRT/M/2015 tentang Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi dan diamanatkan dalam Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2015-2019 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2019).

Daerah Irigasi (DI) Ciliman merupakan daerah irigasi lintas kabupaten, dimana sebagian besar berlokasi di Kabupaten Pandeglang dan sedikit luasan di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten dengan luas areal layanan 5.315 ha. Wilayah ini merupakan salah satu lokasi lumbung pangan di Kabupaten Pandeglang dan kawasan penunjang Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung (Ristiawati, Hidayat, & Mulyawati, 2018; Taufik, Purwanto, Pramudya, & Saptomo, 2020).

Pengelolaan operasi irigasi di DI Ciliman masih belum optimal akibat tidak adanya operasi irigasi dalam pengaturan jumlah air yang masuk di setiap

sadap, sehingga sering kali menyebabkan terjadi kelebihan air di hulu sementara di hilir kekurangan air. Hal ini juga diperparah dengan kondisi ketersediaan air di DI Ciliman pada musim kemarau, dimana ketersediaan airnya lebih sedikit dibandingkan kebutuhan air irigasinya, yaitu rata-rata sekitar 1.571 l/s untuk memenuhi 5.315 ha sawah. Oleh karena itu, perencanaan mengenai pengaturan golongan dan luasan tanam perlu dilakukan sebagai cara peningkatan pengelolaan irigasi. Peningkatan pengelolaan irigasi sendiri merupakan salah satu pilar modernisasi irigasi yang berorientasi pada peningkatan layanan berdasarkan hak dan kewajiban agar mendapatkan akses sumberdaya secara berkeadilan dan juga untuk mendukung kedaulatan pangan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2019).

Persiapan modernisasi irigasi mulai dilaksanakan di DI Ciliman pada tahun 2018. Salah satu penerapan teknologi bidang Sumber Daya Air sebagai dukungan terhadap modernisasi irigasi ini adalah penyediaan data dan informasi menggunakan sistem telemetri data hidrologi. Jika pada metode konvensional, kebutuhan dan ketersediaan air dilaporkan pada setiap periode pemberian air yang bisa mencapai 15 harian, maka kedepannya dengan sistem telemetri ini diharapkan dapat memberikan data *realtime* di lapangan dan kebutuhan air irigasi serta ketersediaan air irigasi dapat dihitung secara akurat serta meningkatkan layanan irigasi pada aspek kecukupan, keandalan, dan keadilan.

Salah satu upaya persiapan modernisasi adalah optimalisasi penggunaan air melalui perencanaan tanam. Saat ini, perencanaan tanam di DI Ciliman dilakukan analisa dan penetapan Surat Keputusan Gubernur Banten tentang Rencana Tata Tanam Global di provinsi Banten. Jumlah pola tanam yang ditetapkan adalah sebanyak 3 kali tanam, yaitu pada bulan November tahun 2019 sampai dengan bulan Oktober tahun 2020 dengan pola tanam padi - padi palawija - palawija. Perencanaan tata tanam tersebut masih perlu dievaluasi mengingat pada beberapa periode terjadi kondisi defisit (Larosa, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Susilowati, Kendarto, & Sampurno, 2020) menunjukkan bahwa pola tanam dapat dioptimasi agar sesuai dengan ketersediaan air. Namun demikian, analisis lanjutan diperlukan pada berbagai skenario dengan berbasis indeks keandalan air agar selaras dengan konsep modernisasi irigasi.

Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi rencana tata tanam dan alokasi air irigasi DI Ciliman dengan mempertimbangkan

keandalan pemberian air. Dengan demikian dapat diketahui pola tanam paling optimal berdasarkan data hidrologi dan disesuaikan dengan ketersediaan air di lapangan.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Lokasi Penelitian

DI Ciliman merupakan daerah irigasi kewenangan pusat yang memiliki luas areal layanan 5.315 ha. DI Ciliman merupakan DI lintas Kabupaten yang sebagian besarnya berada di Kabupaten Pandeglang dan sisanya di Kabupaten Lebak (Gambar 1). Areal persawahan yang dilayani oleh Bendung Ciliman ini mencakup 28 Desa di 7 Kecamatan. Air Sungai Ciliman yang dibendung oleh Bendung Ciliman dialirkan melalui saluran induk Ciliman dan dibagikan melalui 7 saluran sekunder yaitu Saluran Sekunder Kamurang, Saluran Sekunder Seuseupan, Saluran Sekunder Ranca Hideung, Saluran Sekunder Kampung Tujuh, Saluran Sekunder Kelapa Cagak, Saluran Sekunder Sumur Waru, dan Saluran Sekunder Seuleuh, dengan total panjang saluran adalah 61,99 km.

### 2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berupa peta skema jaringan irigasi, data debit, data curah hujan dari stasiun pengamat setempat, data iklim (temperatur, kelembaban relatif, kecepatan angin dan penyinaran matahari), pola tanam, jadwal tanam,

serta luas tanam berdasarkan keputusan Gubernur Banten tahun 2019 (Tabel 1).

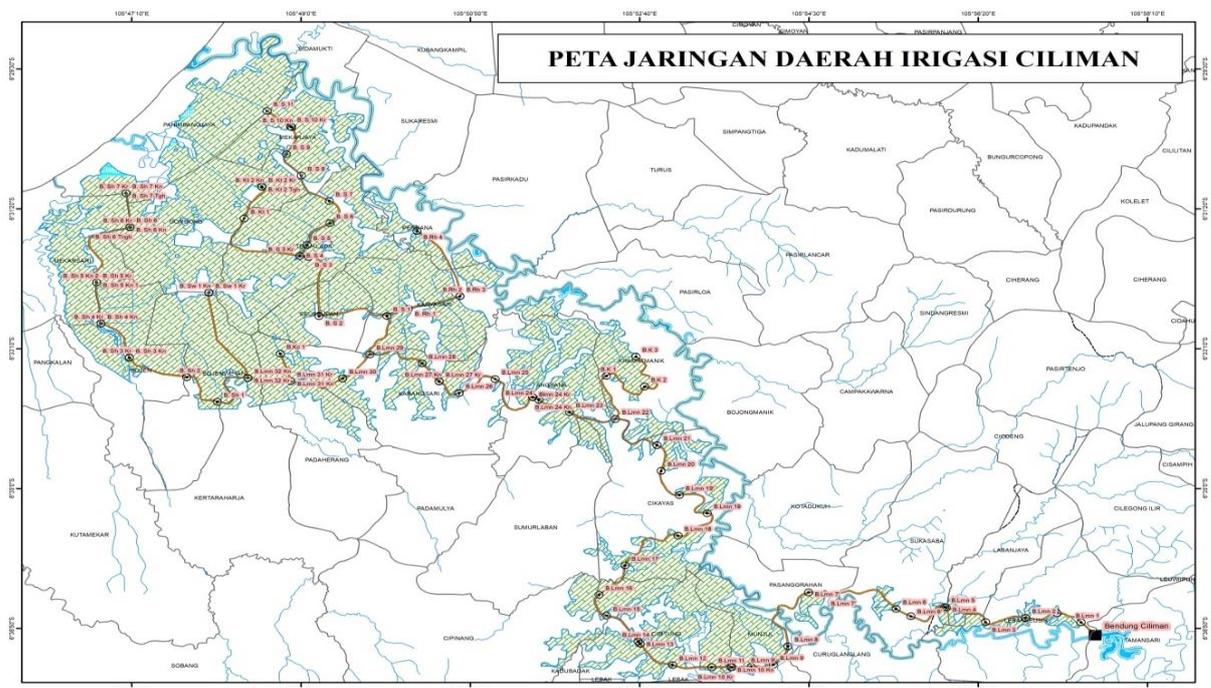
### 2.3. Perhitungan Neraca Air

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung neraca air yang merupakan perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Perhitungan ketersediaan air menggunakan metode Weibull sesuai standar SNI 6738:2015 tentang Debit Andalan (Badan Standardisasi Nasional, 2015), sedangkan perhitungan kebutuhan air mengacu pada Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Jaringan Irigasi Bagian Perencanaan (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013).

#### 2.3.1. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh faktor tanaman (jenis tanaman, fase tumbuh, dan luas tanam), faktor iklim (evapotranspirasi dan curah hujan) dan jenis tanah (perkolasi). Kebutuhan air irigasi untuk padi berbeda dengan kebutuhan air irigasi palawija. Besarnya kebutuhan air irigasi juga dipengaruhi oleh kondisi baik atau buruknya saluran dalam mengalirkan air ke petak sawah.

Hal ini dapat diukur dari efisiensi masing-masing saluran, baik itu saluran primer, sekunder, maupun tersier. Kebutuhan bersih air untuk padi dihitung menggunakan Persamaan 1, sedangkan kebutuhan air irigasinya dihitung menggunakan Persamaan 2 (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Rumus perhitungan kebutuhan air irigasi untuk palawija dapat dilihat pada Persamaan 3 (Priyonugroho, 2014).



Gambar 1 Peta Jaringan DI Ciliman

**Tabel 1** Pola Tanam DI Ciliman Tahun 2019/2020 Sesuai SK Gubernur Banten

Luas (Ha)	Musim Tanam					
	I		II		III	
	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija
Gol. 1	1.815	0,00	1.367,58	382,92	0,00	410,27
Gol. 2	3.500	0,00	2520,00	980,00	0,00	1050,00
Total	5.315	0,00	3.887,58	1.362,92	0,00	1.460,27

$$NFR = ET_c + WLR + P - Re \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

NFR = *Netto Field Water Requirement* atau kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)  
 ET<sub>c</sub> = Kebutuhan air konsumtif/kebutuhan air tanaman (mm/hari)  
 WLR = Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (mm/hari)  
 P = Perkolasi (mm/hari)  
 Re = Hujan efektif (mm/hari)

$$IR = \frac{NFR}{e} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

IR = Kebutuhan air irigasi (mm/hari)  
 NFR = *Netto Field Water Requirement* atau kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)  
 e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

$$IR = (ET_c - Re) / e \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

IR = Kebutuhan air irigasi palawija (mm/hari)  
 ET<sub>c</sub> = Kebutuhan air konsumtif/kebutuhan air tanaman (mm/hari)  
 Re = Hujan efektif (mm/hari)  
 e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

a. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija berbeda perhitungannya. Curah hujan efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan rata-rata tengah-bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20% (R80) (Persamaan 5). Curah hujan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20% ini dihitung menggunakan metode Weibull (Persamaan 4). Curah hujan efektif untuk palawija dihitung dengan metode yang diperkenalkan oleh USDA *Soil Conservation Service* (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013).

$$R80 = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

R80 = Debit andalan dengan peluang kemungkinan tidak terpenuhi 20% (l/s)  
 m = Peringkat data  
 n = Jumlah data

$$R \text{ Padi} = 0,7 \times R80 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

R<sub>Padi</sub> = Curah hujan efektif tanaman padi (mm/hari)  
 R80 = Debit andalan dengan peluang kemungkinan tidak terpenuhi 20% (l/s)

b. Evapotranspirasi Potensial

Data iklim digunakan untuk memperoleh besarnya evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman-Monteith (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998). Adapun rumus evapotranspirasi potensial dapat dilihat pada Persamaan (6).

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T_{hr}} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

ET<sub>o</sub> = Evapotranspirasi potensial (mm/jam)  
 γ = Konstanta psikometrik (kPa°C<sup>-1</sup>)  
 R<sub>n</sub> = Radiasi *netto* (MJ/m<sup>2</sup>jam)  
 e<sub>s</sub> = Tekanan uap jenuh (kPa)  
 G = Panas jenis tanah (MJ/m<sup>2</sup>jam)  
 e<sub>a</sub> = Tekanan uap nyata (kPa)  
 T<sub>hr</sub> = Suhu rata-rata (°C)  
 U<sub>2</sub> = Kecepatan angin rata-rata (m/s)  
 Δ = *Slope* tekanan uap jenuh (kPa°C<sup>-1</sup>)

c. Kebutuhan Air untuk Pengolahan Lahan

Kebutuhan air untuk pengolahan lahan dihitung menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra sebagai berikut (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013):

$$IR = \frac{M \times e^k}{e^{k-1}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)  
 M = E<sub>o</sub> + P, (mm/hari), kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah jenuh  
 E<sub>o</sub> = Evaporasi (mm/hari)  
 P = Perkolasi (mm/hari)  
 k = MT/S, jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air, untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm

d. Kebutuhan Air untuk Mengganti Lapisan Air

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air/*Water Layer Requirement* (WLR) ditetapkan berdasarkan Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Jaringan Irigasi (KP-01). Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama 1/2 bulan) selama satu dan dua bulan setelah transplantasi.

e. Kebutuhan Air Tanaman

Komoditas tanaman yang banyak dijumpai ditanam oleh petani DI Ciliman selain padi adalah palawija, seperti kedelai, jagung, dan kacang tanah. Namun, pada penelitian ini tanaman yang ditetapkan sebagai komoditas adalah padi dan kedelai, hal ini berdasarkan fakta bahwa Kabupaten Pandeglang merupakan sentra produksi kedelai di Provinsi Banten (Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, 2020). Oleh karena itu, koefisien tanaman yang digunakan yaitu koefisien tanaman padi dan kedelai (Tabel 2). Persamaan rumus umum yang digunakan adalah sebagai berikut (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013):

$$ET_c = ET_o \times kc \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- ETc = Kebutuhan air tanaman (mm/hari)
- ETo = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- kc = Koefisien tanaman

f. Perkolasi

Perkolasi ditentukan dari kondisi jenis tanah yang terdapat pada sebuah daerah irigasi. Adapun sebaran kondisi jenis tanah di DI Ciliman Tabel 3. Berdasarkan sebaran jenis tanah yang berada di wilayah DI Ciliman, tanah *Typic Epiaquepts* merupakan jenis tanah yang paling banyak ditemui (Directorate General of Water Resources Development, 1989). *Typic epiquepts* merupakan tanah yang terbentuk dari bahan endapan dan cenderung memiliki tekstur halus atau lempung berpasir yang terdiri dari fraksi pasir 54%, debu 39%, dan liat 7% (Zulhaedar, Nazam, & Suriadi, 2017). Jenis tanah ini memiliki perkolasi sekitar 1 mm/hari sampai 3 mm/hari (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013).

g. Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi timbul karena terjadi kehilangan air selama proses penyaluran dan pemakaian air irigasi di petak sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan

perembesan. Pada umumnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat diestimasi sebesar 12,5%-20% di petak tersier, antara bangunan sadap tersier dan sawah; 5%-10% di saluran sekunder; dan 5%-10% di saluran utama (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Kajian mengenai kehilangan air di saluran primer sampai dengan tersier untuk DI Ciliman belum dilakukan, oleh karena itu dalam penelitian ini efisiensi keseluruhan saluran irigasi diasumsikan sekitar 65%, dengan komposisi kehilangan air digunakan nilai paling besar yaitu di saluran primer 10%, saluran sekunder 10%, dan saluran tersier 20%.

2.3.2. Simulasi dan Optimasi

Simulasi neraca air dilakukan dengan mengubah parameter golongan tanam, jadwal tanam dan pola tanam serta luas tanam. Adapun skenario dari simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4. Perubahan parameter golongan tanam dari 2 golongan menjadi 3 golongan, didasarkan pada pengurangan kebutuhan debit puncak sehingga dapat meningkatkan keandalan pemberian air. Dari seluruh simulasi yang dilakukan, ditentukan skenario paling optimal dengan memaksimalkan keandalan pemberian air, sedangkan perubahan pola tanam dan luas tanam bertujuan untuk memaksimalkan luas tanam sehingga berpengaruh terhadap peningkatan Indeks Pertanaman (IP). Salah satu indeks yang dapat digunakan adalah keandalan sistem irigasi yang mencerminkan rasio sistem dapat berfungsi sesuai ekspektasi dari keseluruhan waktu layanan (Cox & Ross, 2011; Ginting, Rahmandani, & Indarta, 2018; Nam & Choi, 2014). Dalam penelitian ini, keandalan pemberian air irigasi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Keandalan = \frac{n}{N} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- n = Jumlah periode dengan faktor-k > 0,7
- N = Jumlah periode dalam 1 tahun atau 24

**Tabel 2** Koefisien Tanaman Padi dan Kedelai

Bulan	Padi Varietas Unggul (FAO)	Kedelai
0,5	1,1	0,5
1	1,1	0,75
1,5	1,05	1
2	1,05	1
2,5	0,95	0,82
3	0	0,45

Sumber: (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013)

**Tabel 3** Korelasi Tekstur Tanah, Kemiringan Lahan, dan Laju Perkolasi

Klasifikasi Tekstur Tanah	Kemiringan Lahan (%)	Perkolasi (mm)
3	0 - 2	1
	2 - 5	2
	> 5	3
2	0 - 2	3
	2 - 5	4
	> 5	5
1		5

**Tabel 4** Skenario Simulasi Neraca Air

Skenario	Golongan	Awal Musim Tanam
Eksisting	2 Golongan	November 1
Skenario 1	3 Golongan	November 1
Skenario 2	3 Golongan	November 2
Skenario 3	3 Golongan	Desember 1
Skenario 4	3 Golongan	Desember 2

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Ketersediaan air

Ketersediaan air dihitung dengan menentukan debit andalan dari data debit di pintu bendung dengan rentang waktu 10 tahun terakhir dan diolah menjadi data setengah bulanan. Data debit setengah bulanan tersebut diurutkan dari data terbesar ke terkecil, lalu dihitung probabilitas setiap data berdasarkan peringkat data. Debit andalan 80% (Q80) yang telah dianalisis dapat dilihat pada Tabel 5.

#### 3.2. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang jatuh di suatu daerah dan dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhan. Perhitungan curah hujan efektif menggunakan data curah hujan dengan periode pengamatan 10 tahun. Perhitungan curah hujan efektif dilakukan dengan menggunakan aplikasi Cropwat 8.0. Hasil perhitungan curah hujan efektif padi dan palawija dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 5** Debit Andalan dengan Probabilitas 80%

Periode	Debit Andalan (m <sup>3</sup> /s)	Periode	Debit Andalan (m <sup>3</sup> /s)
Jan-1	25,23	Jul-1	2,99
Jan-2	24,7	Jul-2	1,67
Feb-1	30,64	Ags-1	0,69
Feb-2	24,86	Ags-2	0,76
Mar-1	17,54	Sep-1	1,25
Mar-2	22,57	Sep-2	1,01
Apr-1	20,69	Okt-1	1,66
Apr-2	24,29	Okt-2	2,54
Mei-1	12,75	Nov-1	3,6
Mei-2	9,62	Nov-2	6,05
Jun-1	6,83	Des-1	19,45
Jun-2	5,55	Des-2	16,09

#### 3.3. Evapotranspirasi Potensial

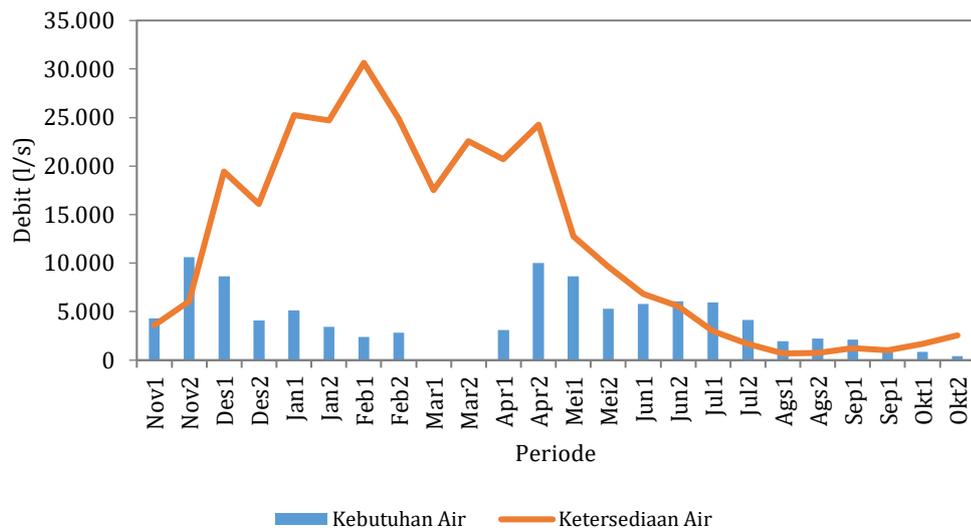
Nilai evapotranspirasi potensial dihitung dengan *software* Cropwat 8.0 menggunakan data iklim tahun 2005-2009 dari Stasiun Klimatologi Taktakan. Data iklim yang digunakan yaitu data temperatur minimum, temperatur maksimum, rerata kelembaban, rerata kecepatan angin, dan data rerata lama penyinaran matahari setiap bulannya. Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial dapat dilihat pada Tabel 7.

#### 3.4. Kebutuhan Air Irigasi

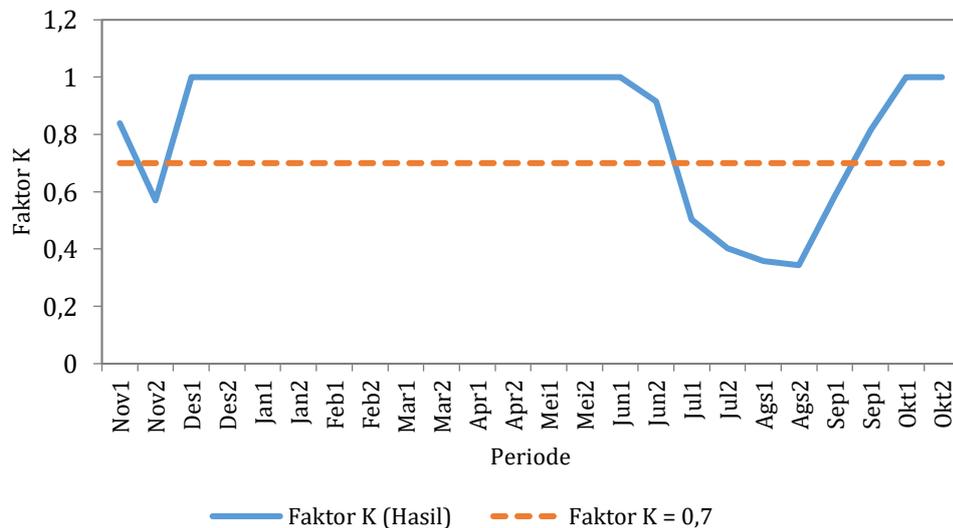
Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kebutuhan air penyiapan lahan, pergantian lapisan air, perkolasi, faktor tanaman (jenis tanaman, fase tumbuh, serta luas tanam) dan faktor iklim (curah hujan serta evapotranspirasi potensial). Kebutuhan air irigasi dihitung untuk masing-masing golongan dengan periode 15 harian, sehingga dapat diketahui secara rinci kebutuhan air irigasi setiap fase pertumbuhan. Gambar 2 merupakan grafik dari rekapitulasi kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air setiap periode sepanjang tahun pada rencana pola tanam sesuai SK Gubernur Banten. Awal musim tanam yaitu November-1 dengan pola tanam 5.315 ha padi pada musim tanam I; 3.887,58 ha padi dan 1.362,92 ha palawija pada musim tanam II; dan 1.460,27 ha palawija pada musim tanam III. Gambar 3 merupakan hasil perhitungan Faktor K dari perbandingan kebutuhan air dan ketersediaan air tersebut. Faktor K digunakan sebagai nilai yang menunjukkan kemampuan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi, sehingga apabila mendekati 1 maka sistem irigasi tersebut dapat mencukupi seluruh kebutuhan air di petak sawah irigasi.

**Tabel 6** Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija

Periode	Re Padi	Re Palawija	Periode	Re Padi	Re Palawija
Jan-1	2,35	1,95	Jul-1	0,00	0,00
Jan-2	3,98		Jul-2	0,00	
Feb-1	4,90	2,52	Ags-1	0,00	0,00
Feb-2	2,66		Ags-2	0,00	
Mar-1	2,17	1,52	Sep-1	0,00	0,00
Mar-2	2,63		Sep-2	0,00	
Apr-1	2,76	1,19	Okt-1	0,13	0,31
Apr-2	0,80		Okt-2	0,78	
Mei-1	0,14	0,05	Nov-1	2,17	2,00
Mei-2	0,00		Nov-2	4,11	
Jun-1	0,47	0,17	Des-1	3,14	1,70
Jun-2	0,00		Des-2	2,27	



Gambar 2 Grafik Kebutuhan dan Ketersediaan Air



Gambar 3 Nilai Faktor K Rencana Pola Tanam SK Gubernur Banten

### 3.5. Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan prosedur untuk mempelajari kesetimbangan antara air masuk dan air keluar dari suatu sistem. Tabel 8 merupakan hasil dari perhitungan neraca air irigasi DI Ciliman pada rencana pola tanam sesuai SK Gubernur Banten. Perhitungan neraca air pada kondisi eksisting tersebut menunjukkan bahwa di bulan-bulan tertentu khususnya di musim kemarau mengalami defisit air, atau dengan kata lain ketersediaan air di bendung tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi petak sawah.

### 3.6. Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan dengan menggunakan beberapa skenario yaitu kondisi eksisting sesuai dengan Surat Keputusan Gubernur Banten tahun

2020, perubahan golongan menjadi 3 golongan, perubahan jadwal tanam, dan luas tanam. Pembagian golongan DI Ciliman sesuai dengan SK Gubernur terbagi menjadi 2 golongan menghasilkan defisit pada beberapa periode dan tingkat keandalan sebesar 83%.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

Bulan	ETo mm/hari	Bulan	ETo mm/hari
Januari	3,74	Juli	3,75
Februari	3,69	Agustus	4,20
Maret	3,99	September	4,76
April	4,02	Oktober	4,41
Mei	3,71	November	4,03
Juni	3,65	Desember	3,63

Upaya untuk menurunkan beban (debit) puncak kebutuhan air dapat ditekan dengan pengaturan golongan sehingga mendekati debit maksimum ketersediaan air di bendung (Kementerian PUPR, 2015). Oleh karena itu, simulasi dilakukan dengan menambah pembagian golongan menjadi 3 golongan untuk mengetahui penurunan debit puncak kebutuhan air. Selain itu, pembagian

golongan berfungsi untuk memudahkan dalam pembagian air dan pemberian air irigasi, dengan pembagian golongannya disesuaikan pada kondisi topografi dan bangunan bagi (Sayonara & Siswoyo, 2019). Hasil simulasi penambahan golongan menunjukkan bahwa debit puncak saat pengolahan lahan dapat ditekan menjadi lebih kecil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

**Tabel 8** Neraca Air DI Ciliman pada Pola Tanam Eksisting

Bulan	Kebutuhan Air	Ketersediaan Air	Neraca Air	Bulan	Kebutuhan Air	Ketersediaan Air	Neraca Air
Jan1	5.108,82	25.228,40	20.119,58	Jul1	5.941,87	2.990,19	-2.951,68
Jan2	3.455,32	24.698,00	21.242,68	Jul2	4.155,38	1.672,95	-2.482,43
Feb1	2.407,48	30.638,00	28.230,52	Ags1	1.930,51	692,25	-1.238,26
Feb2	2.832,84	24.856,00	22.023,16	Ags2	2.203,53	757,32	-1.446,21
Mar1	0,00	17.540,00	17.540,00	Sep1	2.135,13	1.248,80	-886,33
Mar2	0,00	22.569,60	22.569,60	Sep1	1.237,69	1.008,40	-229,29
Apr1	3.121,22	20.691,60	17.570,38	Okt1	859,76	1.664,40	804,64
Apr2	10.001,17	24.287,92	14.286,75	Okt2	435,49	2.540,00	2.104,51
Mei1	8.654,73	12.751,20	4.096,47	Nov1	4.291,81	3.602,96	-688,85
Mei2	5.286,97	9.618,35	4.331,38	Nov2	10.609,80	6.052,40	-4.557,40
Jun1	5.818,42	6.830,80	1.012,35	Des1	8.621,52	19.451,69	10.830,16
Jun2	6.059,60	5.546,71	-512,89	Des2	4.072,99	16.088,08	12.015,09

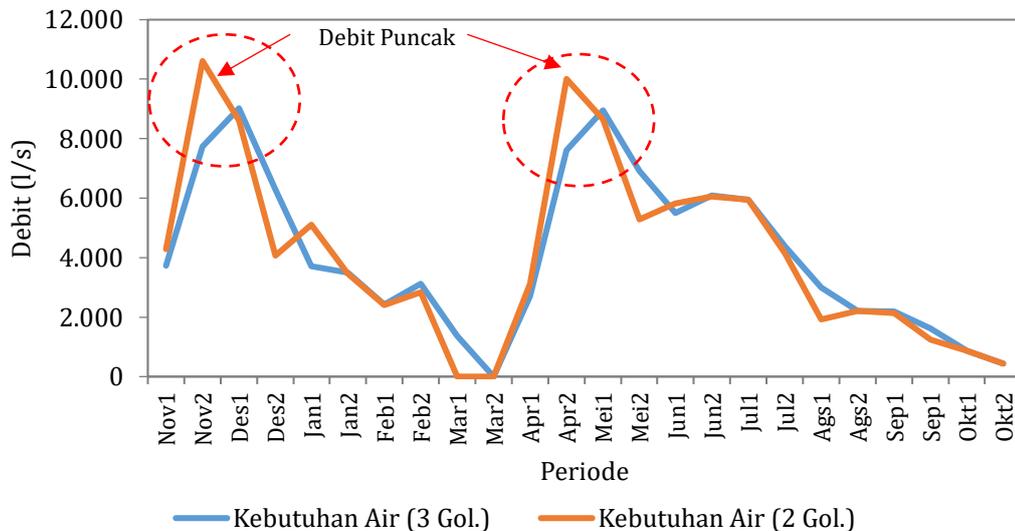
**Tabel 9** Skenario Simulasi Perubahan Jadwal Tanam

Skenario	Golongan	MT 1	MT 2	MT 3
Skenario 1	Golongan 1	November-1 (Padi)	Maret-1 (Padi) Mei-1 (Palawija)	Agustus-1 (Palawija)
	Golongan 2	November-2 (Padi)	Maret-2 (Padi) Mei-2 (Palawija)	Agustus-2 (Palawija)
	Golongan 3	Desember-1 (Padi)	April-1 (Padi) Juni-1 (Palawija)	September-1 (Palawija)
Skenario 2	Golongan 1	November-2 (Padi)	Maret-2 (Padi) Mei-1 (Palawija)	Agustus-1 (Palawija)
	Golongan 2	Desember-1 (Padi)	April-1 (Padi) Mei-2 (Palawija)	Agustus-2 (Palawija)
	Golongan 3	Desember-2 (Padi)	April-2 (Padi) Juni-1 (Palawija)	September-1 (Palawija)
Skenario 3	Golongan 1	Desember-1 (Padi)	April-1 (Padi) Mei-1 (Palawija)	Agustus-1 (Palawija)
	Golongan 2	Desember-2 (Padi)	April-2 (Padi) Mei-2 (Palawija)	Agustus-2 (Palawija)
	Golongan 3	Januari-1 (Padi)	Mei-1 (Padi) Juni-1 (Palawija)	September-1 (Palawija)
Skenario 4	Golongan 1	Desember-2 (Padi)	April-2 (Padi) Mei-1 (Palawija)	Agustus-1 (Palawija)
	Golongan 2	Januari-1 (Padi)	Mei-1 (Padi) Mei-2 (Palawija)	Agustus-2 (Palawija)
	Golongan 3	Januari-2 (Padi)	Mei-2 (Padi) Juni-1 (Palawija)	September-1 (Palawija)

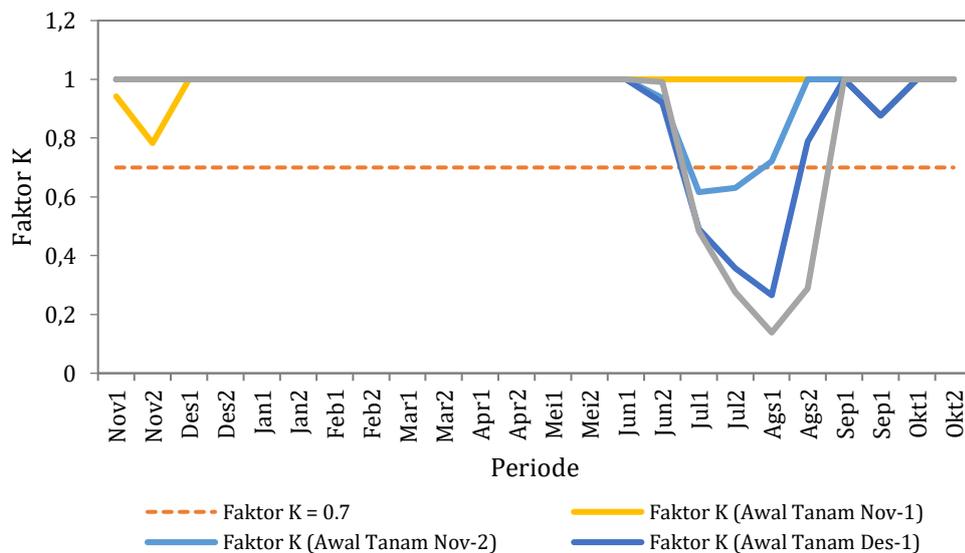
Simulasi selanjutnya adalah melakukan perubahan jadwal awal tanam untuk mengetahui apakah dengan perubahan awal tanam dapat mempengaruhi kecukupan penyediaan air irigasi. Pembagian golongan pada simulasi ini menggunakan 3 golongan dengan skenario perubahan jadwal tanam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Hasil simulasi neraca air untuk setiap skenario perubahan parameter jadwal tanam ditunjukkan dengan grafik Faktor K seperti yang ditunjukkan

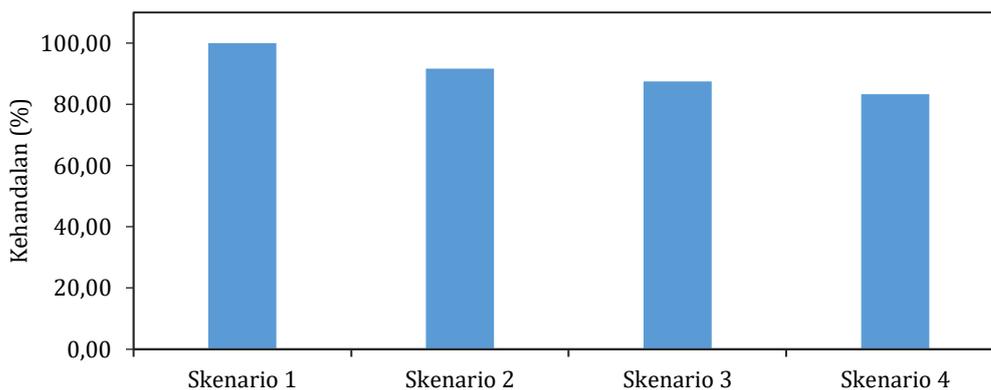
pada Gambar 5. Adapun skenario yang paling optimal berdasarkan keandalan pemberian air adalah skenario 1 dengan keandalan 100% (Gambar 6). Jadwal tanam skenario 1 yaitu golongan 1 memulai musim tanam 1 pada November-1, musim tanam 2 dimulai pada Maret-1 untuk komoditas padi dan Mei-1 untuk komoditas Palawija, dan musim tanam 3 dimulai pada bulan Agustus-1. Golongan 2 dan Golongan 3 memulai musim tanam seminggu setelah golongan sebelumnya tanam.



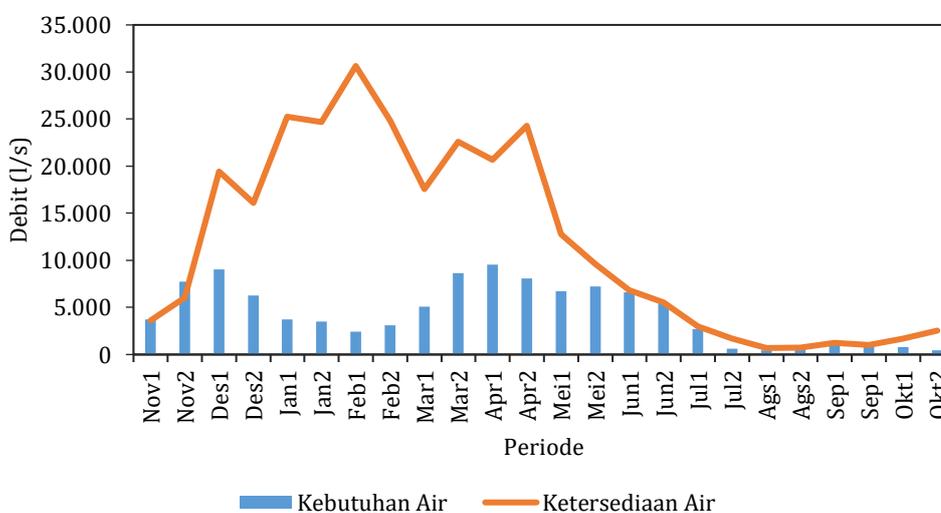
**Gambar 4** Hasil Simulasi Penambahan Golongan Menjadi 3 Golongan



**Gambar 5** Hasil Simulasi Skenario Perubahan Jadwal Tanam



**Gambar 6** Persentase Keandalan Pemberian Air pada Masing-Masing Skenario



**Gambar 7** Neraca Air Pola Tanam Rekomendasi

Skenario terbaik dari hasil simulasi perubahan jadwal tanam (skenario 1) kemudian dilakukan simulasi perubahan luasan tanam dan jenis tanam. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui luasan sawah yang dapat dioptimalkan pada komoditas padi ataupun palawija. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario terbaik tersebut masih dapat dioptimalkan luasanya yaitu musim tanam 2 dapat ditanami 100% oleh padi. Perubahan luas tanam dan jenis tanam ini, maka jadwal tanam berubah menjadi musim tanam 1 dimulai pada November periode ke-1 untuk komoditas padi, musim tanam 2 dimulai pada Maret periode ke-1 untuk komoditas padi, dan musim tanam 3 dimulai pada bulan Juli periode ke-2 untuk komoditas palawija.

### 3.7. Rekomendasi Pola Tanam

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kekurangan air pada penghujung musim hujan dan selama musim kemarau adalah dengan melakukan optimasi pola tanam sehingga dapat

mengoptimalkan luasan lahan serta debit yang tersedia di bendung. Adapun pola tanam yang direkomendasikan adalah padi-padi-palawija dengan rincian luasan dapat dilihat pada Tabel 10. Perhitungan neraca air untuk pola tanam rekomendasi ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 7, dan hasil Faktor K-nya dapat dilihat pada Gambar 8.

Jika dibandingkan dengan rencana pola tanam yang ditetapkan oleh SK Gubernur Banten terdapat perbedaan jumlah golongannya, jadwal musim tanam dan luasan tanam. Golongan yang ditetapkan pada SK Gubernur Banten adalah 2 Golongan, sedangkan golongan yang direkomendasikan adalah 3 Golongan. Pembagian golongan dimaksudkan untuk mengurangi kebutuhan debit puncak karena periode musim tanam masing-masing golongan berbeda waktunya. Pembagian wilayah daerah irigasi berdasarkan golongan dapat dilihat pada Gambar 9.

Perubahan pola tanam dan jadwal musim tanam dapat dilihat pada matriks Tabel 11. Adapun perbandingan kebutuhan air rekomendasi dan kebutuhan air sesuai SK Gubernur Banten 2020 dapat dilihat pada Gambar 10. Rekomendasi Rencana Tata Tanam Global DI Ciliman ini merupakan upaya dalam meningkatkan keandalan air melalui pengelolaan air irigasi yang baik dengan mengetahui luasan lahan yang dapat

dioptimalkan berdasarkan ketersediaan air di bendung. Peningkatan pengelolaan irigasi merupakan salah satu pilar yang mendukung terwujudnya modernisasi melalui mekanisme *real allocation*. Selain itu dengan perubahan pola tanam ini juga turut meningkatkan Indeks Pertanaman (IP) yang awalnya sebesar 199,7 menjadi 213,7.

**Tabel 10** Pola Tanam Rekomendasi DI Ciliman

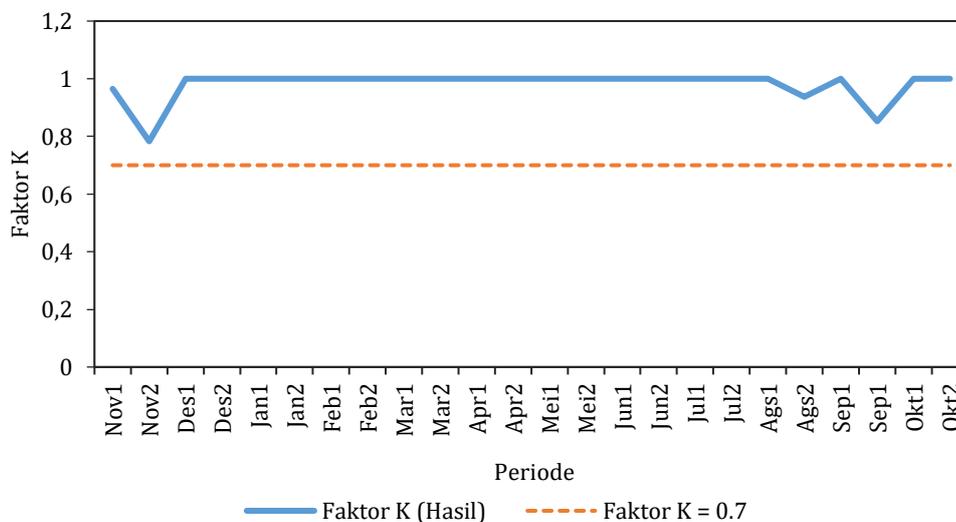
Golongan	MT I		MT II		MT III	
	Padi (ha)	Palawija (ha)	Padi (ha)	Palawija (ha)	Padi (ha)	Palawija (ha)
1	1.578	0	1.578	0	0	356,69
2	2.294	0	2.294	0	0	688,20
3	1.443	0	1.443	0	0	415,38
<b>Total</b>	<b>5.315</b>	<b>0</b>	<b>5.315</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.460,27</b>

**Tabel 11** Perubahan Pola Tanam dan Jadwal Musim Tanam DI Ciliman

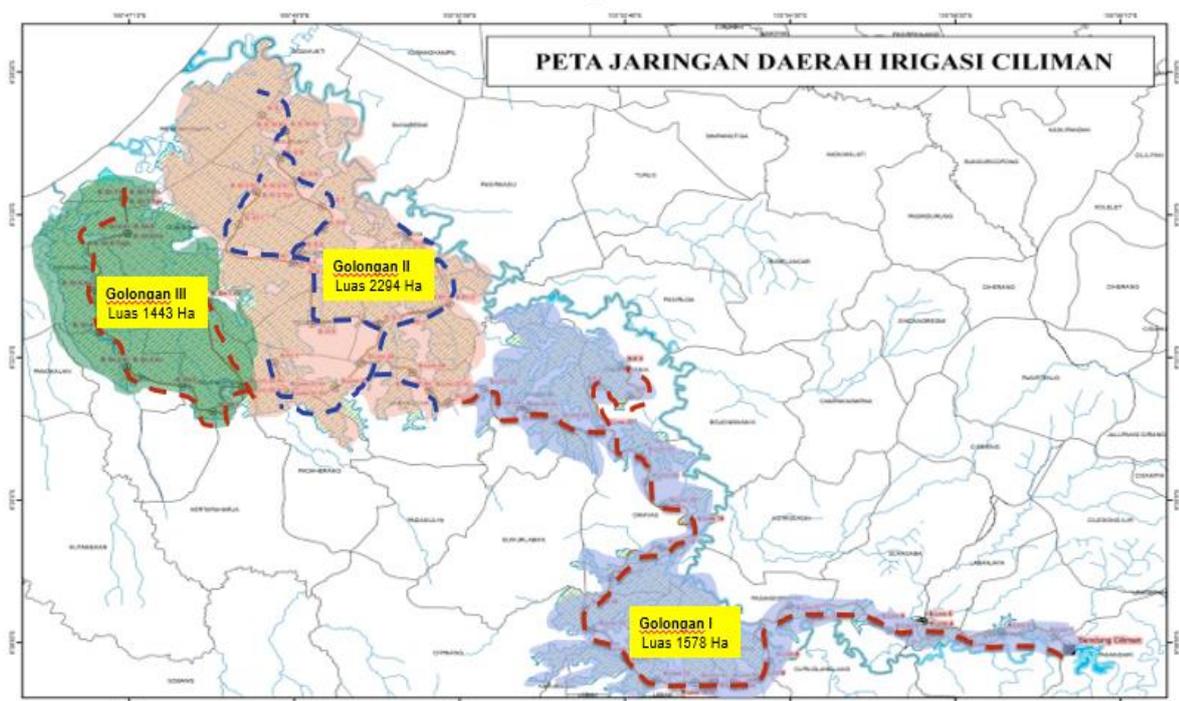
Gol		Tanaman	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
SK Gubernur Banten	1	Padi	I-II			I-II	I-II								
		Palawija					I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II			
	2	Padi	I-II	I		II	I-II								
		Palawija					I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II			
Rekomendasi	1	Padi	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II					I-II	I-II	
		Palawija							II	I-II	I-II	I			
	2	Padi	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I				II	I-II	
		Palawija								I-II	I-II	I-II			
	3	Padi	I-II						I-II						
		Palawija									II	I-II	I-II	I	

Keterangan:

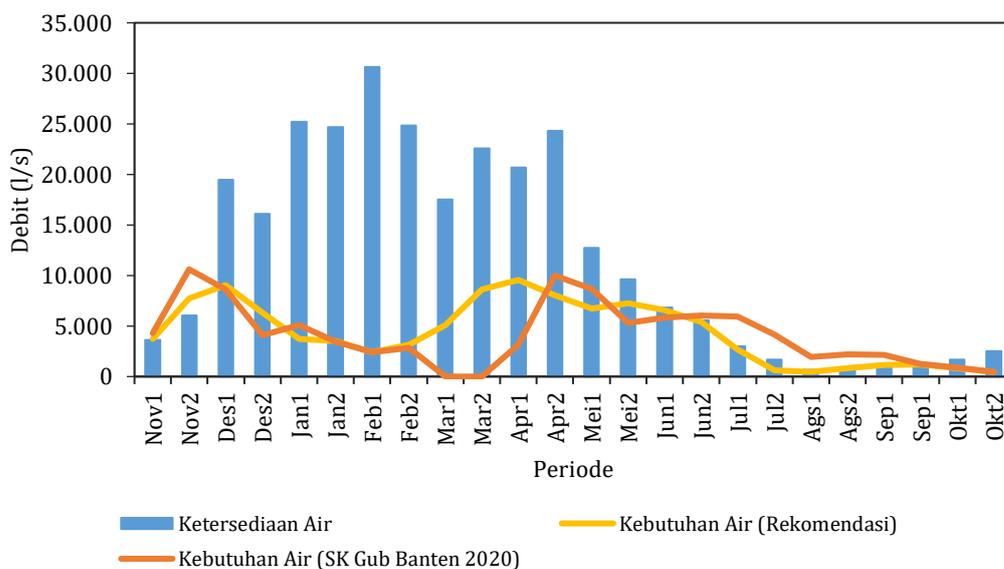
I-II Periode 1 s.d. 2 (tanggal 1-30)    I Periode 1 (tanggal 1-15)    II Periode 2 (tanggal 16-30)



**Gambar 8** Nilai Faktor K Pola Tanam Rekomendasi



**Gambar 9** Pembagian Wilayah DI Ciliman Menjadi 3 Golongan



**Gambar 10** Perbandingan Periode Musim Tanam SK Gubernur dan Rekomendasi

#### IV. KESIMPULAN

Pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengoreksi penentuan pola tanam tahun 2020-2021, dimana neraca air irigasi di DI Ciliman pada rencana pola tanam SK Gubernur Banten mengalami defisit pada bulan November periode ke-2, Juli, Agustus, dan September periode ke-1. Upaya dalam mengatasi permasalahan kekurangan air adalah melakukan simulasi dan optimasi keandalan pemberian air dengan perubahan parameter jumlah golongan, jadwal

tanam, serta pola tanam dan luas tanam. Adapun pola tanam yang direkomendasikan adalah 100% padi ditanam di musim tanam I, 100% padi ditanam di musim tanam II, dan 27,47% kedelai ditanam di musim tanam III, dengan pembagian golongan dilakukan penambahan menjadi 3 golongan. Jadwal tanam dengan keandalan 100% dimulai pada bulan November periode ke-1, musim tanam 2 dimulai pada Maret periode ke-1, dan musim tanam 3 dimulai pada bulan Juli periode ke-2. Indeks Pertanaman (IP) dapat

meningkat dimana awalnya pada rencana tanam eksiting sebesar 199,7 (keandalan 83%) menjadi 213,7 (keandalan 100%). Dengan ini diharapkan pengelolaan maupun layanan irigasi khususnya pada pemberian air irigasi sehingga menjadi efektif dan efisien sebagai salah satu aspek dalam mendukung terwujudnya modernisasi irigasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Teknik Irigasi atas kesempatan dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi DI Ciliman dan seluruh pihak yang telah membantu kelancaran kegiatan, sehingga penulis dapat terlibat dalam perencanaan alokasi air irigasi DI Ciliman untuk mendukung modernisasi irigasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten. (2020). *Produksi Tanaman Padi dan Palawija Provinsi Banten 2019*. Serang, Indonesia: Badan Pusat Statistik Provinsi Banten.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit* (SNI No. 06-738-2015).
- Cox, M., & Ross, J. M. (2011). Robustness and vulnerability of community irrigation systems: The case of the Taos valley acequias. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61(3), 254–266.
- Directorate General of Water Resources Development. (1989). *Cisadane—Cimanuk Integrated Water Resources Development* (No. BTA-155). Directorate General of Water Resources Development, Ministry of Public Works, Republic of Indonesia.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2011). *Pedoman Umum Modernisasi Irigasi (Kajian Akademik)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi—Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan (KP-01)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2019). *Surat Edaran Nomor 01/SE/D/2019 tentang Pedoman Teknis Modernisasi Irigasi*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Food and Agriculture Organization. (2018). *Guidelines on Irrigation Investments Projects*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ginting, S., Rahmandani, D., & Indarta, A. H. (2018). Optimasi pemanfaatan air embung Kasih untuk domestik dan irigasi tetes. *Jurnal Irigasi*, 13(1), 41–54. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v13.i1.41-54>
- Kementerian PUPR. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*.
- Larosa, T. F. (2020). Modernization of irrigation management in water balance and distribution in Ciliman Scheme. Dalam *HATHI 6th International Seminar on Advancement of Water Resources Management in a Global Challenge*. Kupang, Indonesia: Himpunan ahli Teknik Hidraulik Indonesia. Diperoleh dari <https://hathi-pusat.org/ejournalv2/index.php/SI6/article/view/109>
- Nam, W.-H., & Choi, J.-Y. (2014). Development of an irrigation vulnerability assessment model in agricultural reservoirs utilizing probability theory and reliability analysis. *Agricultural Water Management*, 142, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.009>
- Priyonugroho, A. (2014). Analisis kebutuhan air irigasi (studi kasus pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 457–470.
- Ristiawati, R., Hidayat, J. T., & Mulyawati, L. S. (2018). Identifikasi pusat pertumbuhan di Kecamatan Panimbang sebagai pendukung pengembangan Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perencanaan Wilayah & Kota*, 1(1), 1–7.
- Sayonara, R., & Siswoyo, R. D. (2019). Optimasi debit dengan memaksimalkan luas lahan pertanian guna mendapatkan hasil produksi pertanian yang maksimal pada Jaringan Irigasi Weliman di Kabupaten Malaka. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 18–27.
- Susilowati, Kendarto, D. R., & Sampurno, R. M. (2020). Analisis neraca air optimal irigasi untuk mendapatkan pola tanam optimal di Daerah Irigasi Ciliman. Dalam Watemin, O. D. Hajoeningtjas, H. A. Dewanto, & T. Pribadi (Ed.), *Optimalisasi Sumberdaya Lokal untuk Pembangunan Pertanian Terpadu dan Berkeadilan* (hlm. 401–411). Purwokerto, Indonesia: UM Purwokerto Press.
- Taufik, I., Purwanto, M. Y. J., Pramudya, B., & Saptomo, S. K. (2020). Alokasi Air dan Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Baku di DAS Ciliman. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 171–184.

Zulhaedar, F., Nazam, M., & Suriadi, A. (2017). Dosis Pemupukan NPK Optimal Kacang Tanah pada Tanah Typic Epiaquept. Dalam A. A. Rahmianna, Sholihin, N. Novita, A. Taufiq, Suharsono, E. Yusnawan, ... Hermanto (Ed.), *Inovasi Teknologi Lahan Suboptimal untuk Pengembangan Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Pencapaian Kedaulatan Pangan* (hlm. 422-428). Bogor, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.