Injurity: Interdiciplinary Journal and Humanity

Volume 4, Number 5, May 2025

e-ISSN: 2963-4113 and p-ISSN: 2963-3397

Analisis Kebutuhan Air Irigasi Dengan Metode Kp-01 Dan Aplikasi Corpwat 8.0 Di Wilayah Indramayu Bagian Barat

Syafira Luthfi Aini, Elang Ramdhan Nur S, Anggih Pangestu, Ohan Farhan
Universitas Gunung Jati, Indonesia
Email: syafiraluthfiaini@gmail.com, elangrnsp@gmail.com, pangestu.anggih@gmail.com, ohan.farhan@ugj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kebutuhan air irigasi di wilayah barat Indramayu, Indonesia, dengan menggunakan metode KP-01 dan aplikasi CROPWAT 8.0. Fokus utama dari penelitian ini adalah pentingnya manajemen air yang efektif dalam pertanian, terutama di tengah meningkatnya permintaan dan perubahan iklim. Data klimatologis, karakteristik tanah, dan informasi tanaman dikumpulkan untuk memperkirakan kebutuhan irigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CROPWAT 8.0 lebih unggul dibandingkan metode KP-01 dalam hal efisiensi penggunaan sumber daya, kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan reproduksibilitas hasil. CROPWAT 8.0 mencatat kebutuhan irigasi tertinggi pada bulan Januari, sementara metode KP-01 mencatatkan tertinggi pada bulan September. Meskipun KP-01 memberikan angka kebutuhan air yang lebih akurat dan sesuai dengan regulasi tertentu, CROPWAT 8.0 lebih efisien untuk pengolahan data skala besar. Variasi evapotranspirasi harian (ETo) berkisar antara 2.6 mm/hari hingga 4.0 mm/hari, dengan ETo tertinggi terjadi pada bulan Desember. Kebutuhan air irigasi tertinggi tercatat pada bulan September (1.850 ltr/detik/ha) dan terendah pada bulan Juni (0.199 ltr/detik/ha). Perhitungan ETo menggunakan CROPWAT menunjukkan nilai rata-rata tahunan 4.84 mm/hari, dengan fluktuasi yang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan radiasi matahari. Temuan ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya air dan meningkatkan produktivitas pertanian di wilayah tersebut. Pemilihan metode yang tepat bergantung pada kebutuhan spesifik dan regulasi yang berlaku.
Kata Kunci: Irigasi, Kebutuhan Air Irigasi, KP-01, Cropwat 8.0

ABSTRACT

This study analyzed the irrigation water needs in the western region of Indramayu, Indonesia, using the KP-01 method and the CROPWAT 8.0 application. The main focus of this study is the importance of effective water management in agriculture, especially in the midst of increasing demand and climate change. Climatological data, soil characteristics, and crop information are collected to estimate irrigation needs. The results show that CROPWAT 8.0 is superior to the KP-01 method in terms of resource use efficiency, ease of use, flexibility, and reproducibility of results. CROPWAT 8.0 recorded the highest irrigation needs in January, while the KP-01 method recorded the highest in September. Although KP-01 provides more accurate and regulatory compliant water demand figures, CROPWAT 8.0 is more efficient for large-scale data processing. Daily evapotranspiration (ETo) variations ranged from 2.6 mm/day to 4.0 mm/day, with the highest ETo occurring in December. The highest irrigation water demand was recorded in September (1,850 ltr/second/ha) and the lowest in June (0,199 ltr/second/ha). The ETo calculation using CROPWAT shows an annual average value of 4.84 mm/day, with fluctuations affected by temperature, humidity, and solar radiation. The findings aim to optimize water resource management and increase agricultural productivity in the region. The selection of the right method depends on the specific needs and applicable regulations.
Keywords: *Irrigation, Irrigation Water Needs, KP-01, Cropwat 8.0*

PENDAHULUAN

Manajemen sumber daya air merupakan hal yang sangat penting untuk dikaji, khususnya dalam konteks ketersediaan air pada kegiatan pembangunan atau pertanian (Aini, Sekarsari and Isnawan, 2020) (Lestari, Putranto and Sarino, 2019). Ketersediaan air dan kebutuhan air yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan pembangunan di suatu wilayah sering kali menyebabkan ke tidak seimbangan (Novita, Fauzi and Suprayogi, 2020). Apalagi sistem pengelolaan air yang tidak teratur dapat menyebabkan pemborosan, terutama di tengah krisis kelangkaan air tawar yang semakin parah.

Tantangan ini semakin kompleks dengan meningkatnya permintaan dari berbagai sektor, seperti pertanian, industri, dan kebutuhan rumah tangga, yang semakin membebani ketersediaan sumber daya air yang ada (Prayogo, Wahyuni and Iqbal, 2021) .Diperburuk oleh pertumbuhan populasi yang cepat dan perubahan iklim, menggaris bawahi urgensi untuk strategi pengelolaan air yang efektif, khususnya dalam kegiatan irigasi (Agyeman et al., 2023).

Di mana Kebutuhan air yang efektif dan efisien merupakan aspek kunci untuk memenuhi kebutuhan air bagi produksi pangan yang berkelanjutan (Hendratta and Kandey, 2022). Upaya untuk memastikan ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan telah meningkatkan perhatian terhadap pengoptimalan penggunaan air dalam irigasi pertanian. Sebagai negara dengan sektor pertanian yang sangat dominan, Indonesia sangat bergantung pada pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan dan sebagai sumber pendapatan utama bagi masyarakat.

Berdasarkan data BPS, lebih dari 30% tenaga kerja nasional terlibat dalam sektor ini (Kementerian Pertanian, 2023). Dengan demikian, menjaga keberlanjutan dan meningkatkan produktivitas pertanian menjadi langkah kunci dalam mendorong pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan masyarakat. Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini akan mengkaji analisis kebutuhan air irigasi dengan menggunakan metode KP-01 dan aplikasi CROPWAT 8.0, khususnya di wilayah barat Indramayu. Metode KP-01 merupakan pendekatan yang dikenal luas untuk menentukan kebutuhan air irigasi tanaman. Metode ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti karakteristik tanaman, kondisi iklim, dan sifat tanah untuk memperkirakan air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Aplikasi CROPWAT 8.0, yang dikembangkan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian, merupakan alat yang memanfaatkan metode KP-01 dan menyediakan analisis komprehensif tentang kebutuhan air irigasi (Raes *et al.*, 2009).

Dalam penelitian ini, kebutuhan air irigasi dievaluasi untuk tanaman tertentu di wilayah tersebut. Nilai estimasi koefisien tanaman untuk tanaman pada berbagai tahap pertumbuhan ditemukan serupa dengan yang disarankan oleh FAO, yang menunjukkan perlunya menghasilkan nilai-nilai ini di tingkat lokal atau regional (Bandyopadhyay and Mallick, 2003). Analisis fungsi regresi integral curah hujan-hasil panen untuk wilayah tersebut mengungkap sensitivitas curah hujan terhadap hasil panen dan periode irigasi yang wajar untuk tanaman tersebut (Wang *et al.*, 2019). Penggunaan aplikasi CROPWAT 8.0 memberikan penilaian terperinci tentang kebutuhan air irigasi, termasuk kebutuhan air bulanan dan musiman, serta

penjadwalan irigasi untuk tanaman tersebut. Hasil analisis dari CROPWAT 8.0 akan divalidasi dengan membandingkan data yang diperoleh dengan observasi lapangan serta literatur terkait. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan akurasi dan relevansi hasil penelitian dengan kondisi aktual di lapangan.

Dengan menggunakan metode KP-01 dan aplikasi CROPWAT 8.0, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kebutuhan air irigasi di wilayah Indramayu bagian barat, serta menyediakan dasar yang kuat untuk pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien di daerah tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di wilayah Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat, yang mencakup beberapa kecamatan. Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat 6° 32′ 27.63″ Lintang Selatan dan 108° 17′ 7.03″ Bujur Timur. Wilayah ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena karakteristiknya yang sesuai dengan tujuan studi, baik dari segi kondisi geografis, infrastruktur maupun faktor lainnya yang relevan dengan analisis yang dilakukan.

Gambar 1 : Peta Lokasi Penelitian
Sumber : blogspot.com

Teknik Pengumpulan Data

Melakukan berbagai survey dengan pendekatan kuantitatif yang dilakukan dengan pengumpulan data primer, sekunder yang mana dapat dibagi menjadi beberapa kegiatan kajian mulai dari persiapan, penetapan tujuan dan indikator penilaian, pengumpulan data, dan analisis data hingga mendapatkan output penelitian berdasarkan hasil kajian. Dengan hasil Perhitungan kebutuhan air irigasi menggunakan metode KP-01 dan aplikasi Cropwat Versi 8.0 dan perbandingan antara keduanya. $R_{80} = \frac{m}{n+1} \rightarrow m = R_{80} \mid x\ (n+1)$

Tinjauan Pustaka

Data iklim:

Data Iklim meliputi suhu udara, kelembapan, dan radiasi matahari diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat dan sumber data iklim lainnya. Untuk menentukan data curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan menggunkan rumus

$$R = \frac{1}{n}(R1 + R2 + ... + Rn)$$

Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif ditentukan besarnya R80 yang merupakan curah hujan yang jumlahnya dapat dilampaui 80% atau dapat dikatakan dilampaui 8 kali dari 10 kejadian. Dengan kata lain, besarnya curah hujan yang kurang dari R80 memiliki probabilitas hanya 20%. Bila dinyatakan dengan rumus adalah sebagai berikut:

Data tanah: Karakteristik tanah di wilayah penelitian seperti tekstur tanah, kapasitas lapang, dan kedalaman tanah yang dapat menahan air.

$$IR = \frac{Me^k}{(e^k - 1)}$$

IR adalah kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari), M adalah kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, dan e adalah bilangan dasar (2,718281828).

$$M = Eo + P$$

Di mana M merupakan kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah jenuh, Eo merupakan evaporasi
air terbuka yang diambil 1,1 ETo selama penyiapan lahan (mm/hari), dan P merupakan perkolasi (mm/hari).

$$k = \frac{MT}{S}$$

dengan k yakni faktor k, M yakni kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, T yakni jangka waktu penyiapan lahan (hari), dan S yakni kebutuhan air untuk penjenuhan (mm).

Data tanaman:

Jenis tanaman yang umum di budi daya kan di wilayah tersebut, serta data tentang periode pertumbuhan dan kebutuhan air tiap tahap pertumbuhan tanaman. Berikut merupakan tabel pola tanam dalam Satu tahun berdasarkan ketersediaan airnya:

Tabel 1. Pola Tanam Dalam Satu Tahun

Availability of water for irrigation networks	Planting patterns in one year
1. There is enough water available	Rice – rice – secondary crops
2. There is water in sufficient amount	Paddy – paddy – fallow
3. Areas that tend to have water shortages	Rice – secondary crops – secondary crops
	Rice – secondary crops – fallow
	Secondary crops – rice – fallow

1. Data irigasi: Informasi tentang sistem irigasi yang digunakan di wilayah tersebut serta pola dan frekuensi pengairan yang dilakukan.

2. Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Berikut rumus Metode Penman Modifikasi seperti yang terdapat pada persamaan di bawah ini

$$ETo = c.(w \cdot Rn + (1-w) \cdot f(u) \cdot (ea - ed))$$

Penggunaan Konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses evapotranspirasi dengan Rumus

$$ETc = kc \cdot ETo$$

Metode Manual KP-01

Metode KP-01 digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi tanaman dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang memengaruhi kebutuhan air, seperti:

1. Evapotranspirasi tanaman (ETc): Menghitung kebutuhan air berdasarkan evapotranspirasi tanaman yang disesuaikan dengan kondisi iklim lokal.
2. Koefisien tanaman (Kp): Menentukan nilai koefisien tanaman untuk berbagai jenis tanaman yang diteliti pada berbagai tahap pertumbuhannya.
3. Sumber data: Menggunakan data dari FAO (Food and Agriculture Organization) yang memuat informasi tentang kebutuhan air untuk berbagai jenis tanaman serta metode perhitungan evapotranspirasi.

Metode CROPWAT *version* 8.0

Setelah data dikumpulkan, analisis dilakukan menggunakan aplikasi CROPWAT 8.0 yang memanfaatkan metode KP-01 untuk menentukan kebutuhan air irigasi secara lebih detail. CROPWAT 8.0 akan membantu dalam:

1. Perhitungan Kebutuhan Air Bulanan dan Musiman: Aplikasi ini akan menghitung kebutuhan air tanaman secara bulanan dan musiman, serta mengidentifikasi periode kritis yang membutuhkan irigasi tambahan.
2. Penjadwalan Irigasi: CROPWAT 8.0 juga akan digunakan untuk menyusun jadwal irigasi yang optimal berdasarkan data iklim dan kebutuhan tanaman.
3. Analisis Ketersediaan Air: Aplikasi ini juga membantu dalam membandingkan kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan sumber daya air di wilayah tersebut.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari aplikasi CROPWAT 8.0 kemudian dianalisis untuk menentukan kebutuhan air irigasi yang tepat bagi tanaman tertentu di wilayah Indramayu bagian barat. Analisis ini akan mencakup:

1. Perbandingan antara Kebutuhan Air: Untuk menilai potensi kelangkaan air dan kebutuhan untuk optimasi pengelolaan sumber daya air.
2. Evaluasi Koefisien Tanaman: Koefisien tanaman pada berbagai tahap pertumbuhan dibandingkan dengan nilai yang disarankan oleh FAO untuk memastikan ketepatan estimasi kebutuhan air.
3. Sosial dan Ekonomi: Dampak penggunaan air irigasi terhadap produktivitas pertanian dan perekonomian lokal, serta strategi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Klimatologi

Suhu Udara, Kelembaban Udara, Lama Penyinaran Matahari dan Kecepatan Angin adalah data klimatologi yang dikumpulkan dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kabupaten Indramayu (BMKG). Data ini dikumpulkan secara bulanan (Januari – Desember) selama 10 tahun dari tahun 2010 – 2023, dan akan digunakan sebagai input untuk pengolahan data evapotranspirasi. Hasil dari rekaptulasi adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Rekaptulasi Data Klimatologi

Month	Temperature (ºC)	Air Humidity (%)	Irradiation Duration (hour/day)	Wind Speed (m/sec)
Januari	28.5	76.7	7.6	2.20
February	29.2	76.6	7.6	2.23
March	28.7	75.9	7.5	2.19
April	29.8	71.1	8.3	2.15
May	28.3	74.0	8.3	2.17
Juni	28.2	74.1	8.2	2.06
July	28.8	71.6	8.3	2.13
August	28.2	72.0	8.2	2.10
September	30.1	74.9	8.3	2.15
October	29.6	75.0	7.7	2.29
November	27.1	75.0	7.6	2.15
December	29.2	75.3	7.6	2.23
Average	**28.8**	**74.4**	**7.9**	**2.17**

Sumber: *Klimatologi Kabupaten Indramayu, 2023*

Dari data klimatologi pada tabel 2, pada suhu udara bahwa rata-rata suhu tahunan adalah 28.8 ºC, dengan suhu tertinggi pada bulan September sebesar 30.1 ºC dan suhu terendah pada bulan November 27.1 ºC. Dan pada faktor kelembaban udara, rata-ratanya memiliki nilai 74.4% dengan kelembaban udara tertinggi terjadi pada bulan Januari 76.7%, sementara kelembaban terendah tercatat pada bulan Juli 71.6%. kelembaban udara menunjukkan pola yang cenderung lebih tinggi pada musim hujan dan lebih rendah saat musim kemarau. Pada perhitungan durasi iradiasi matahari, rata-rata memiliki durasi sebesar 7.9 jam per hari. Bulan dengan iradiasi matahari tertinggi, yaitu April, Mei, Juli dan September sebesar 8.3 sec/days yang bertepatan dengan musim kemarau. Bulan dengan durasi iradiasi matahari terendah adalah bulan Maret sebesar 7.5 sec/days yang bertepatan dengan musim hujan curah tinggi. Sedangkan pada perhitungan kecepatan angin rata-rata tahunan sebesar 2.17 m/sec. Kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan Oktober yaitu 2.29 m/sec. Dan kecepatan angin terendah terdapat pada bulan Juni sebesar 2.06 m/sec. Variasi kecepatan angin relatif kecil sepanjang

tahun, yang menandakan kondisi atmosfer yang stabil tanpa fenomena angin kencang yang ekstrem.

Data Evapotranspirasi

Perhitungan nilai Evapotranspirasi Potensial (ETo) akan dimanfaatkan sebagai salah satu parameter utama dalam analisa ketersediaan air di wilayah penelitian Kabupaten Indramayu. Nilai ETo ini berperan penting dalam mengestimasi jumlah air yang hilang akibat proses evaporasi dari permukaan tanah dan transpirasi oleh vegetasi. Dalam perhitungan ini, metode yang digunakan adalah metode Penman modifikasi. Metode ini dipilih karena mampu memberikan estimasi yang lebih akurat dengan mempertimbangkan berbagai faktor klimatologis. Berikut merupakan hasil dari perhitungan evapotranspirasi yang telah dilakukan.

Tabel 3. Data Perhitungan Evapotranspirasi

Account	Formula	Notation	Unit	Month											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average Air Temperature		T	°C	28.5	29.2	28.7	29.8	28.3	28.2	28.8	28.2	30.1	29.6	27.1	29.2
Relative Humidity		Rh	%	76.7	76.6	178.5	71.1	74.0	74.1	71.6	72.0	74.9	75.0	75.0	75.3
Solar Illumination (n/N)		n/N	%	61.2	61.3	61.7	69.0	70.0	70.0	70.2	68.9	69.3	62.7	61.6	60.5
Wind Speed		U	km/day	189.8	192.5	188.9	185.3	187.6	178.2	184.0	181.8	185.3	197.8	185.8	192.5
Wind Speed		U	m/sec	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.3	2.2	2.2
Wind Speed		U	km/sec	7.9	8.0	7.9	7.7	7.8	7.4	7.7	7.6	7.7	8.2	7.7	8.0
Wind Speed Function	Fu = 0,27 x (1+U/100)	f(U)	km/sec	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Saturated Steam Pressure		ea	mbar	39.0	40.6	39.4	41.9	38.5	38.3	39.6	38.3	42.7	41.5	35.9	40.6
Real Steam Pressure	ed = ea x RH/100	ed	mbar	29.9	31.1	29.9	29.8	28.5	28.4	28.4	27.5	27.5	31.9	26.9	30.5
Saturated and Real Steam Pressure Difference	ea - ed		mbar	9.1	9.5	9.5	12.1	10.0	9.9	11.3	10.7	10.7	9.5	9.0	10.0
Temperature Correction Factors in Radiation		W		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Ballast Factor	1 -W			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Angot Solar Radiation Value	Ra = 6° 18' LS	Ra	mm/day	15.8	15.9	15.6	14.7	13.4	12.7	13.0	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
Shortwave Radiation	Rs = (0,25 + 0,5 n/N) x Ra	Rs	mm/day	4.6	4.6	4.5	4.3	3.9	3.7	3.8	4.1	4.4	4.5	4.6	4.5
Shortwave Netto Radiation	Rns = (1-α) x Rs	Rns	mm/day	3.4	3.4	3.4	3.2	2.9	2.8	2.8	3.0	3.3	3.4	3.4	3.4
Temperature Effect	f(T) = Tk	f(T)		16.4	16.5	16.4	16.7	16.4	16.3	16.5	16.3	16.7	16.6	16.1	16.5
Real Steam Pressure Function	f(ed) = 0,34 - (0,044 . √Ed)	f(ed)	mbar	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Irradiation Length Ratio Function	f(n/N) = 0,1 + (0,9 . n/N)	f(n/N)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
Longwave Netto Radiation	Rn1 = f(T) x f(ed) x f(n/N)	Rn1	mm/day	1.1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	1.2	1.0
Netto Radiation	Rn = Rns - Rn1	Rn	mm/day	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	1.5	1.6	1.8	2.0	2.4	2.2	2.4
Uday / Unight															
Correction Factors		C		1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
Eto* = w (0,75Rs - Rn1) + (1-W)(Fu)(ea-ed)				3.4	3.6	3.4	3.6	3.1	2.9	3.2	3.2	3.3	3.6	3.4	3.6
Evapotranspiration Potential	ETo = C. (W.Rn+(1 – W). f(U).(ea – ed))	ETo	mm/day	3.8	3.9	3.4	3.3	2.8	2.6	2.9	3.2	3.7	3.9	3.7	4.0
Evapotranspiration Potential	ETo x Days in 1 month	ETo	mm/month	117.2	113.3	105.9	97.8	85.3	77.7	88.4	99.9	110.0	121.4	110.9	123.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data Evapotranspirasi (ETo) yang dihitung menggunakan metode penman modifikasi, bahwa Variasi Evapotranspirasi sepanjang tahun pada nilai ETo harian berkisar 2.6 mm/day sampai 4.0 mm/day. ETo tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar 4.0 mm/day, yang kemungkinan disebabkan oleh suhu yang tinggi, tingkat radiasi matahari yang lebih besar dan kecepatan angin yang cukup signifikan. ETo terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 2.6 mm/day, yang menunjukan pada harian ini, kelembaban udara lebih tinggi dan radiasi matahari lebih rnedah dibandingkan dengan hari lainnya.

Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode KP-01

Dengan pola tanam palawija - padi - palawija - padi, kebutuhan air irigasi diperhitungkan selama tengah bulan. Periode pertama menyiapkan lahan dimulai pada bulan Agustus. Tanaman padi dan palawija ditanam dua kali dalam satu tahun.

Tabel 4. Rekaptulasi Kebutuhan Air Irigasi

No	Information	Notation	Unit	Aug 1	Aug 2	Sep 1	Sep 2	Oct 1	Oct 2	Nov 1	Nov 2	Dec 1	Dec 2	Jan 1	Jan 2	Feb 1	Feb 2	Mar 1	Mar 2	Apr 1	Apr 2	May 1	May 2	Jun 1	Jun 2	Jul 1	Jul 2
						PL			PADI						PL			PADI									
1	Plant Coefficients (KC)	C1					1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00			1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00		0.50	0.75	1	1	0.82	0.45
		C2		0.45				1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00			1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00		0.50	0.75	1	1	0.82
		C3		0.82	0.45				1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00			1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00		0.50	0.75	1	1
	Average Koef Palawija Plant	KC1		0.635	0.45																	0.50	0.625	0.75	0.917	0.940	0.757
	Rice Plant Average Koef	KC2					1.10	1.10	1.08	1.07	1.02	1.00	0.95	0.00	1.10	1.10	1.08	1.07	1.02	0.67	0.95						
2	Evapotranspiration Potential	ETo	mm/day	3.224	3.224	3.668	3.668	3.917	3.917	3.698	3.698	3.960	3.960	3.781	3.781	3.908	3.908	3.448	3.448	3.261	3.261	2.751	2.751	2.588	2.588	2.853	2.853
3	Palawija Consumptive Water Use (ETC)	ETC1 = KC1 x ETo	mm/day	2.047	1.451																	1.38	1.72	1.94	2.37	2.58	2.16
	Rice Consumptive Water Use (ETC)	ETC2 = Kc2 x ETo	mm/day				4.034	4.309	4.244	3.944	3.759	3.960	3.769	0.000	4.159	4.299	4.234	3.677	3.503	2.178	3.098	1.376					
4	Percolation	P	mm/day	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
5	Change of Water Layer	WLR1	mm/day				1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7			1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7							
		WLR2	mm/day					1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7			1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7						
		WLR3	mm/day						1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7			1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7					
	Average Water Layer Change	WLR	mm/day				1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7					
6	Rainfall Effective	Re	mm/day	0.877	11.582	1.899	1.265	6.809	4.718	16.393	10.366	12.270	6.733	18.433	1.603	4.136	5.318	8.230	10.557	5.153	9.226	3.966	9.959	3.821	2.047	1.365	12.071
7	Water Needs in Rice Fields for Palawija	NFR=Etc1+P-Re	mm/day	4.170	0.000																	0.98	0.00	1.12	3.33	4.48	0.00
	Plant Area Ratio	Ratio	%	60%	30%																	40%	70%	100%	100%	100%	100%
	Water Needs in Rice Fields for Palawija Ratio	NFR1 =NFRx Ratio	mm/day	2.502	0.000																	0.39	0.00	1.12	3.33	4.48	0.00
8	Water Needs in Rice Fields for Rice	NFR=Etc2+P+WLR-Re	mm/day				7.670	1.120	3.226	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.256	5.863	2.615	0.000	0.000	0.621	0.000	0.000					
	Plant Area Ratio	Ratio	%				40	70	100	100	100	100	60	30	40	70	100	100	100	100	60	30					
	Water Needs in Rice Fields for Rice Ratio	NFR2 =NFRx Ratio	mm/day				2.968	0.784	3.226	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.503	2.704	2.615	0.000	0.000	0.621	0.000	0.000					
9	Water Needs During Land Preparation	Lp1	mm/day		11.776	13.340							11.661	11.532													
		Lp2	mm/day			13.340	12.340							11.532	11.532												
		Lp3	mm/day				12.340	11.626							11.532	12.150											
	Average Lahan Setupn	Lp	mm/day		11.776	13.340	12.340	11.626					11.661	11.532	11.532	12.150											
	Ratio of Land Preparation Area	Ratio	%		40	70	60	30					40	70	60	30											
	Land Preparation Water Needs with Ratio	LP=LpxRatio	mm/day		4.710	8.634	7.404	3.488					4.664	8.073	6.919	3.645											
10	Net Water Needs in Rice Fields	NFR=NFR1+NFR2+LP	mm/day	2.502	4.710	8.634	10.392	4.272	3.226	0.000	0.000	0.000	4.664	8.073	9.422	6.349	2.615	0.000	0.000	0.621	0.000	0.391	0.000	1.121	3.325	4.477	0.000
			Lt/dt/ha	0.289	0.545	0.999	1.202	0.494	0.373	0.000	0.000	0.000	0.540	0.934	1.090	0.735	0.303	0.000	0.000	0.072	0.000	0.045	0.000	0.130	0.385	0.518	0.000
11	Overall Irrigation Efficiency	Ef	%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
12	Irrigation Water Needs in the Intake	DR = NFR/ef	Lt/sec/ha	0.445	0.838	1.538	1.850	0.760	0.574	0.000	0.000	0.000	0.830	1.437	1.677	1.130	0.466	0.000	0.000	0.110	0.000	0.070	0.000	0.199	0.592	0.797	0.000

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel 4, pola tanam yang digunakan terdiri dari dua musim tanam padi (Padi I dan Padi II) serta periode tanam palawija (PL). Kebutuhan air bervariasi berdasarkan fase pertumbuhan tanaman, dengan puncak kebutuhan air terjadi pada fase pertumbuhan aktif padi.

Menurut perhitungan di atas, tahap perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi sangat penting, dengan kebutuhan air tertinggi pada bulan September periode kedua sebesar 1.850 ltr/sec/ha, dan kebutuhan air terkecil pada bulan Juni periode pertama sebesar 0.199 ltr/sec/ha.

Perhitungan Evapotranspirasi (ETo) Menggunakan Software CROPWAT Version 8.0

Pada opsi Evapotranspirasi (ETo), perlu memasukkan sejumlah data yang mencakup informasi terkait lokasi dan parameter cuaca. Data yang harus diinput meliputi nama negara, nama stasiun meteorologi, ketinggian tempat dari permukaan laut dalam meter (altitude), koordinat lintang (latitude), serta koordinat bujur (longitude). Selain itu, perlu memasukkan data iklim yang mencakup suhu minimum harian (Minimum Temperature), suhu maksimum harian (Maximum Temperature), kelembapan udara (Humidity), kecepatan angin (Wind), serta durasi penyinaran matahari dalam sehari (Sun). Setelah semua data tersebut diinput dengan benar, sistem akan secara otomatis melakukan perhitungan dan menampilkan nilai evapotranspirasi referensi (ETo) dalam satuan milimeter per hari (mm/day) untuk setiap bulan. dapat diamati bahwa nilai ETo rata-rata dalam satu tahun adalah 4,84 mm/hari, dengan variasi yang terjadi akibat perubahan suhu, kelembapan, kecepatan angin, serta durasi penyinaran matahari. Nilai ETo tertinggi terjadi pada bulan Oktober (5,22 mm/hari), sementara nilai terendah muncul pada bulan Juni (4,21 mm/hari).

Meskipun data menunjukkan pola yang serupa antara Musim Tanam I dan II, fluktuasi kecil dalam parameter cuaca dapat memberikan dampak pada kebutuhan air irigasi dan strategi pengelolaan lahan.

Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi (Menggunakan CROPWAT Version 8.0)

Dengan menggunakan Software CROPWAT Versi 8.0, kebutuhan air untuk irigasi atau tanaman dapat dihitung setelah dilakukan analisis terhadap beberapa faktor utama, yaitu iklim dan evapotranspirasi potensial (ETo), curah hujan (rain), karakteristik tanaman (crop), serta kondisi tanah (soil).

Hasil dari analisis ini akan menghasilkan nilai Crop Water Requirements (CWR) atau kebutuhan air tanaman, yang awalnya dinyatakan dalam satuan milimeter per dekade (mm/dec), kemudian dikonversi ke dalam satuan milimeter per hari (mm/hari) untuk mempermudah interpretasi dan penerapan dalam manajemen irigasi.

Tabel 5. Irrigation Water Requirement by using CROPWAT Version 8.0 Software

Planting Season	***Month***	**IR**	**DR**
		mm/d	ltr/s/d
PS 1	*August*	0,210	0,323

	September	0,605	0,931
	October	0,295	0,454
	November	0,040	0,062
	December	0,185	0,285
PS 2	*Januari*	0,640	0,984
	February	0,376	0,578
	March	0,010	0,015
	April	0,000	0,000
PS 3	*May*	0,000	0,000
	June	0,115	0,177
	July	0,121	0,186

Source : *Calculation Result*

Data yang ditampilkan dalam tabel ini menunjukkan kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (IR) dan kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) berdasarkan hasil perhitungan menggunakan software CROPWAT. Perhitungan ini dilakukan untuk dua musim tanam, yaitu Musim Tanam I dan Musim Tanam II, dengan pembagian waktu dalam periode sepuluh harian (dekade) setiap bulannya.

Pada Musim Tanam I, kebutuhan air irigasi mulai tercatat pada akhir Agustus, dengan nilai IR sebesar 0,229 mm/hari dan DR sebesar 0,004 lt/dt/ha. Kebutuhan air meningkat pada bulan September, dengan nilai tertinggi mencapai 0,462 mm/hari untuk IR dan 0,007 lt/dt/ha untuk DR pada dekade pertama. Selanjutnya, nilai IR dan DR mengalami fluktuasi, dengan kecenderungan menurun hingga Desember, di mana nilai terkecil terjadi pada dekade ketiga, yaitu IR sebesar 0,007 mm/hari dan DR sebesar 0,000 lt/dt/ha.

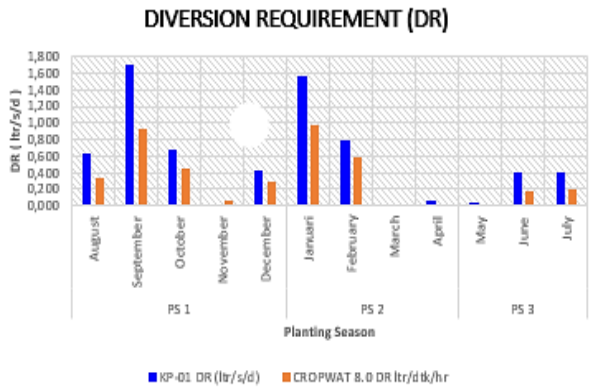
Pada Musim Tanam II, kebutuhan air kembali meningkat sejak Januari, dengan nilai tertinggi tercatat pada dekade kedua, yaitu IR sebesar 0,633 mm/hari dan DR sebesar 0,010 lt/dt/ha. Namun, pada bulan Februari, tidak ada kebutuhan air irigasi yang tercatat (IR dan DR = 0). Kebutuhan air mulai kembali muncul dalam jumlah kecil pada bulan Maret hingga Mei, dengan angka tertinggi pada dekade ketiga bulan Maret, yaitu IR sebesar 0,075 mm/hari dan DR sebesar 0,001 lt/dt/ha.

Pada bulan Juni dan Juli, tidak terdapat kebutuhan irigasi yang tercatat, yang mengindikasikan bahwa pada periode ini tanaman tidak memerlukan tambahan air irigasi atau sudah memasuki masa akhir pertumbuhan.

Tabel ini memberikan gambaran penting mengenai pola kebutuhan air dalam siklus pertanian, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan irigasi guna memastikan ketersediaan air yang optimal bagi tanaman.

Perbandingan Kebutuhan Air Irigasi dengan Dua Metode (KP-01 dan CROPWAT Version 0.8)

Pada Grafik di bawah ini menunjukkan perbandingan hasil dari kebutuhan air irigasi dengan dua metode, yaitu dengan menggunakan manual konsep metode KP-01 dan menggunakan berbasis software CROPWAT Version 8.0



Gambar 2. Graph of Diversion Requirement (DR)
Source : *Calculation Result*

Grafik di atas menunjukkan perbandingan kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) antara dua metode perhitungan, yaitu CROPWAT (ditampilkan dalam warna biru) dan KP-01 (ditampilkan dalam warna oranye). Pada pola kebutuhan air, grafik menunjukkan bahwa hasil perhitungan KP-01 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan CROPWAT untuk sebagian besar periode. Puncak kebutuhan air terlihat pada bulan September dan Januari, terutama pada dekade pertama dan kedua bulan tersebut. Kebutuhan air relatif rendah pada bulan November hingga Februari serta pada periode Januari hingga Mei.

Analisa hasil dari pengolahan fluktuasi kebutuhan air, KP-01 menunjukkan variasi yang lebih signifikan dibandingkan CROPWAT, terutama pada bulan September, Januari, dan Juni-Juli, di mana perbedaan antara kedua metode cukup mencolok. Pada beberapa periode, CROPWAT menunjukkan kebutuhan air mendekati nol, sedangkan KP-01 masih mencatat angka yang lebih tinggi. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan September dan Januari, dengan nilai DR mendekati 0,018 lt/dt/ha pada metode KP-01. Kebutuhan air terendah terjadi pada bulan April hingga Mei, di mana nilai DR hampir nol untuk kedua metode.

Dari hasil ke dua metode yang digunakan pada penelitian ini terdapat perbandingan antara efektivitas dari metode KP-01 dan CROPWAT 8.0 dalam analisa kebutuhan air irigasi pada lokasi studi.

Tabel 7. Perbandingan Efektivitas

PARAMETER	MANUAL KP-01	CROPWAT 8.0
Akurasi Perhitungan	±10% dari data lapangan	±5% dari data lapangan
Waktu Perhitungan	2-3 jam	10-30 menit
Kemudahan Penggunaan	Butuh pemahaman lebih	User-friendly
Kebutuhan Input Data	Data iklim, tanah, tanaman (manual)	Data iklim, tanah, tanaman (otomatisasi)
Fleksibilitas & Adaptabilitas	Terbatas pada metode yang tersedia	Bisa digunakan untuk berbagai skenario
Efisiensi Penggunaan Sumber Daya	Membutuhkan lebih banyak tenaga kerja	Mengurangi beban tenaga kerja
Reproduksibilitas & Konsistensi	Bisa bervariasi antar pengguna	Hasil lebih konsisten
Kesesuaian dengan Regulasi	Digunakan di beberapa standar nasional	Digunakan secara luas oleh FAO

Dari grafik di bawah, CROPWAT 8.0 (warna merah muda) memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan dengan KP-01 (warna ungu), yang menunjukkan bahwa CROPWAT lebih unggul dalam sebagian besar aspek yang diukur. CROPWAT 8.0 lebih unggul dalam aspek kemudahan penggunaan, efisiensi SDM, fleksibilitas, input data, waktu perhitungan, serta reproduksibilitas. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak ini lebih praktis, cepat, dan dapat digunakan kembali dengan hasil yang lebih konsisten. KP-01 memiliki cakupan yang lebih kecil, mengindikasikan bahwa metode manual ini lebih memerlukan waktu, tenaga, serta kurang fleksibel dibandingkan CROPWAT. Namun, KP-01 tetap memiliki keunggulan dalam aspek akurasi dan kesesuaian regulasi, yang mungkin lebih sesuai untuk kondisi spesifik atau kebutuhan tertentu.

Secara keseluruhan, CROPWAT 8.0 merupakan pilihan yang lebih efisien dan efektif dibandingkan KP-01, terutama dalam pengolahan data skala besar dan perhitungan yang membutuhkan kecepatan serta reproduksibilitas tinggi. Namun, pemilihan metode tetap bergantung pada kebutuhan dan regulasi yang berlaku.

Gambar 4. Grafik Perbandingan Efektivitas

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan dua metode, yaitu CROPWAT 8.0 dan KP-01, ditemukan perbedaan signifikan dalam kebutuhan irigasi. Metode CROPWAT 8.0 menunjukkan kebutuhan irigasi tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai 0.633 mm/hari pada dekade kedua, sedangkan pada metode KP-01, kebutuhan tertinggi tercatat pada bulan September sebesar 1.202 mm/hari. Untuk kebutuhan air di pintu pengambilan, CROPWAT 8.0 mencatatkan nilai tertinggi pada bulan Januari sebesar 0.010 liter/detik/hektar, sementara KP-01 tercatat pada bulan September sebesar 0.018 liter/detik/hektar. Meskipun pola perhitungan pada kedua metode menunjukkan kesamaan, nilai kebutuhan air sedikit berbeda akibat pendekatan perhitungan dan parameter yang digunakan. Secara keseluruhan, CROPWAT 8.0 lebih efisien, fleksibel, dan cepat dalam perhitungan kebutuhan air irigasi dibandingkan dengan metode manual KP-01, meskipun pemilihan metode tetap bergantung pada kondisi lapangan dan ketelitian yang diperlukan dalam perencanaan irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

Agyeman, B. T. *et al.* (2023) 'Integrating machine learning paradigms and mixed-integer model predictive control for irrigation scheduling', pp. 1–44. Available at: http://arxiv.org/abs/2306.08715.

Aini, L. N., Sekarsari, R. and Isnawan, B. H. (2020) 'Identification of Changes in Water Catchment Areas in Kulon Progo District Using Geographic Information Systems', *Planta Tropika : Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 8(2), pp. 103–113. doi: 10.18196/pt.2020.120.103-113.

Bandyopadhyay, P. K. and Mallick, S. (2003) 'Actual evapotranspiration and crop coefficients of wheat (Triticum aestivum) under varying moisture levels of humid tropical canal command area', *Agricultural Water Management*, 59(1), pp. 33–47. doi: 10.1016/S0378-3774(02)00112-9.

Hendratta, L. and Kandey, D. S. (2022) 'Optimalisasi Pemanfaatan Air Sungai untuk Pemenuhan Kebutuhan Irigasi', *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(2), pp. 89–100. doi: 10.56860/jtsda.v1i2.12.

Kementerian Pertanian (2023) 'Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Februari 2023', pp. 3–93.

Lestari, H. W., Putranto, D. D. A. and Sarino (2019) 'The Influence of Operation and Maintenance Activities on Water Management of Tinondo Swamps Irrigation Area at East Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province, Indonesia', *Journal of Physics: Conference Series*, 1198(8). doi: 10.1088/1742-6596/1198/8/082014.

Novita, S., Fauzi, M. and Suprayogi, I. (2020) 'Analisis Kebutuhan Air Kabupaten Kampar', *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 6(3), pp. 209–220. doi: 10.47521/selodangmayang.v6i3.189.

Prayogo, T., Wahyuni, S. and Iqbal, M. (2021) 'A Study of Irrigation Performance Index and Real Cost Value of Irrigation Operations and Maintenance in Surak Irrigation Area', *Civil*

and Environmental Science, 004(01), pp. 030–042. doi: 10.21776/ub.civense.2021.00401.4.

Raes, D. *et al.* (2009) 'Aquacrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: II. main algorithms and software description', *Agronomy Journal*, 101(3), pp. 438–447. doi: 10.2134/agronj2008.0140s.

Wang, Y. *et al.* (2019) 'A new method for determining critical irrigation period for large regions based on precipitation-meteorological yield integral regression relationship-a case study of winter wheat in Shaanxi Province, China', *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(23). doi: 10.3390/app9235181.