

ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI UNTUK TANAMAN PADI STUDI KASUS DAERAH IRIGASI CIBANON KABUPATEN BOGOR

Dr. Ir. Darmadi, M.T., M.M¹, Hafiedh Adi Nugroho²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Jayabaya,
Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: hafiedh.an@gmail.com

ABSTRACT

Food self-sufficiency, especially rice, is one of the government's strategic programs in terms of meeting the food needs of all Indonesians. Therefore, in order to achieve food self-sufficiency and utilize the potential of existing water resources, research was conducted on the analysis of the availability and demand for irrigation water for rice crops. This research is expected to provide answers on the potential of water resources and irrigation water requirements using the planning criteria method (KP-01). The results of the water availability analysis were obtained using the F.J. Mock method with a determination of the 80% reliability level (Q80). The calculation results show that the reliable discharge follows the rainfall pattern, with the highest value of 26.86 m³/second in February I and the lowest of 9.78 m³/second in July II. The Q80 discharge represents the minimum discharge that can still be relied upon as the basis for evaluating irrigation water availability. Calculations of water requirements using the rice-rice-rice cropping pattern in three cropping seasons starting in November, March, and July using the KP-01 method showed that the highest water requirements occurred in January I and June I at 0.40 m³/second, and in September I at 0.65 m³/second. In certain periods, negative water requirement values were obtained, indicating that effective rainfall had sufficiently met the needs of the crops. This shows that the potential of water resources originating from rainfall around D.I Cibanon is sufficient for rice cultivation throughout the season. For the reliability of the irrigation network, optimal maintenance and management of the network is necessary.

Keywords: Water Availability, Water Requirements, F.J Mock.

Pendahuluan

Peningkatan hasil pertanian dan juga terciptanya ketahanan pangan bergantung bagaimana ketersediaan pasokan air yang tepat. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut, dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya air berupa sungai, waduk, atau sumur bor.

Indonesia mempunyai potensi sumber daya air paling besar di kawasan Asia Tenggara. Sumber daya air di Indonesia mencapai 2.018,7 km³/tahun (FAO, 2020). Di Indonesia, umumnya kebutuhan air dicukupi dengan air dari waduk, bendungan, air hujan dan

sebagainya (Siagian & Putra, 2024). Dalam bidang pertanian, air merupakan salah satu faktor penting penentu kelangsungan produksi pertanian. Namun dalam pengelolaan serta pemanfaatannya untuk menjamin keberlanjutan sumber daya air masih menghadapi berbagai kendala baik itu pada skala daerah irigasi maupun pada daerah aliran Sungai (DAS).

Luas lahan pertanian, khususnya sawah di Kabupaten Bogor 75% merupakan kategori sawah irigasi (BPS, 2019) yang bergantung pada kinerja sistem jaringan irigasi. Daerah Irigasi (D.I) Cibanon yang terletak di Kecamatan Sukaraja yang

merupakan salah satu jaringan irigasi di Kabupaten Bogor yang digunakan untuk mendistribusikan air dengan luas total area pelayanan 324 Ha (PUPR Kabupaten Bogor, 2011). Akan tetapi, dari luas total area pelayanan tersebut hanya sebesar 10 Ha yang berupa sawah dengan komoditas padi, selebihnya disekitar aliran D.I Cibanon merupakan komoditas tanaman pangan lain (ubi,talas) dan komoditas hortikultura (sayur dan buah). Hal ini dikarenakan potensi sumberdaya air D.I Cibanon yang berasal dari bendung Cibanon masih belum optimal pengairannya. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan analisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh besarnya ketersediaan dan kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi dengan simulasi tiga masa tanam dalam satu tahun.

TINJAUAN PUSTAKA

Irigasi

Menurut Peraturan Pemerintah nomor: 7 tahun 2001 pengertian irigasi adalah merujuk pada tindakan manusia dalam menyediakan dan mengatur pasokan air dalam mendukung kegiatan pertanian. Adapun jenis irigasi yang tercakup meliputi irigasi permukaan, irigasi bawah tanah, irigasi dengan menggunakan pompa, dan irigasi tambak.

Curah Hujan

Curah hujan yang digunakan dalam merancang pemanfaatan air adalah curah hujan di wilayah tersebut. Curah hujan ini didapat dari rata-rata curah hujan beberapa titik pengukur hujan yang ada di dalam atau sekitar area tersebut. Ada tiga metode yang bisa digunakan untuk menentukan tingkat curah hujan rata-rata di suatu daerah berdasarkan data curah hujan dari beberapa titik pengukur. Ketiga metode tersebut adalah metode aritmatika Aljabar, metode Poligon Thiesen, dan metode Isohyet (Soemarto, 1999 dalam Bukori,

2017).

Tabel 1. Pemilihan Metode Curah Hujan

No	Keterangan	Metode
1	Banyaknya Pos Penakar Hujan	Isohyet, poligon thiesen atau rerata aljabar
	Cukup	
	Terbatas	
2	Tunggal	Isohyet, poligon thiesen atau rerata aljabar Rerata aljabar atau poligon thiesen
	Luas DAS	
	DAS besar (>5000 km ²)	
	DAS sedang (500 s.d 5000 km ²)	
3	DAS kecil (<500 km ²)	Rerata aljabar
	Topografi	
	Pegunungan	
	Dataran	
	Berbukit dan tidak beraturan	Isohyet

Sumber : Suripin, 2004 , Dalam Bukhori 2017

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan yang bertanaman (*vegetated surface*). Berapa nilai evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) yang dihitung secara bersamaan. Evapotranspirasi (Eto) dapat diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air pada Daerah Aliran Sungai. Pada KP-01 penetapan nilai ETo menggunakan metode Penman Modifikasi dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$ET_0 = C_x \{ W.R_n + (1-W).f(u).(e_a - e_d) \} \quad (1)$$

$$R_n = R_{n_s} - R_{n_1} \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$R_{n_s} = R_s (1 - \alpha) \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$R_s = (0,25 + 0,5(n/N)) R_a \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$f(u) = 0,27 (1 + U/100) \dots \dots \dots \quad (5)$$

Keterangan :

- C = faktor pergantian kondisi cuaca akibat siang dan malam
- W = faktor pemberat yang mempengaruhi penyinaran matahari
- 1-W = faktor pemberat sebagai pengaruh angin dan kelembapan
- Ea = tekanan uap jenuh (mbar)
- ed = tekanan uap nyata (mbar)
- f(u) = fungsi pengaruh angin
- Ea-ed = perbedaan tekanan uap jenuh dengan uap nyata (mbar)
- Rn = radiasi penyinaran matahari
- R_{n_s} = radiasi netto gelombang pendek
- R_{n₁} = radiasi netto gelombang panjang
- R_s = radiasi gelombang pendek

- α = koefisien pemantulan (albedo), 0,25
- n/N = rasio lama penyinaran matahari
- R_a = radiasi ekstraterestrial (mm/hari)
- $f(u)$ = Fungsi pengaruh angin (km/hari)
- U = Kecepatan angin

Ketersediaan Air

Salah satu hal yang diperlukan dalam melakukan analisis neraca air untuk suatu daerah/Kawasan adalah bagaimana jumlah ketersediaan air. Air yang didapatkan ini bisa bersumber dari air permukaan, atau air tanah sesuai dengan siklus hidrologi dimana prosesnya dimulai dari air laut yang menguap ke atas, hingga berubah menjadi awan. Ketika terjadi perubahan suhu udara diatas, air itu akan jatuh ke bumi sebagai hujan, dan Sebagian air mengalir di permukaan tanah sementara lainnya bisa juga masuk ke dalam bawah tanah sebagai air tanah, kemudian mengalir kembali lagi ke laut.

Dalam memanfaatkan air untuk berbagai kebutuhan maka perlu dipertimbangkan berapa ketersediaan air ditempat tersebut, debit tersebut dinamakan debit andalan (*dependable flow*). Dengan pengertian bahwa debit andalan adalah debit minimum sungai yang dimungkinkan untuk memenuhi kebutuhan air untuk irigasi, maka kemungkinan terpenuhinya ditetapkan sebesar 80 % dan ditentukan untuk periode pertengahan bulanan. Untuk menentukan debit andalan, dilakukan analisis dengan menggunakan metode F.J Mock.

Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono & Takeda, 2003).

Kebutuhan air meliputi beberapa aspek dalam bidang pertanian yang terkait

dengan penggunaan air di lahan, antara lain:

a. Penyiapan lahan

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama waktu persiapan lahan, menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor & Zijlsha (1968).

$$IR = M \cdot e^k / (e^k - 1) \dots \dots \dots (6)$$

$$k = MT/s \dots \dots \dots (7)$$

$$M = E_o + P = 1,1 E_{To} + P \dots \dots (8)$$

Keterangan :

IR = kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari)

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan

S = kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm

E_o = evaporasi air terbuka diambil 1,1 E_{To} selama masa penyiapan lahan (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

e = bilangan dasar (2,718281828)

Pada petak tersier, waktu yang diajarkan dalam persiapan lahan adalah selama 1,5 bulan. Jika penyiapan lahan menggunakan mesin, maka bisa dipertimbangkan dalam waktu satu bulan. Kebutuhan air saat 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 menngumpamakan 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, maka digunakan 250 mm sebagai kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan termasuk kebutuhan air untuk persemaian.

b. Penggunaan konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis tanaman itu sendiri. Penggunaan konsumtif ini dihitung menggunakan rumus berikut :

$$ET_c = K_c \times ET_o \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

K_c = Koefisien tanaman

ET_o = Evapotranspirasi potensial (Penman Modifikasi) (mm/hari)

Tabel 2. Koefisien (K_c) tanaman padi

Bulan ke	NEDECO PROSIDA		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4	0		0	

Sumber : Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*.2004

c. Perkolasi dan rembesan

Perkolasi yaitu Gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan diantara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Laju perkolasi normal setelah penggenangan nilainya berkisar antara 1 – 3 mm/hari tergantung dari tingkat permeabilitas dan tingkat laju infiltrasi tanah. Akan tetapi, dalam perhitungan biasanya diambil nilai rata – rata yaitu 2 mm/hari.

Tabel 3. Nilai perkolasi dari berbagai jenis tanah

No	Macam Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1	<i>Sandy Loam</i>	3-6
2	<i>Loam</i>	2-3
3	<i>Clay</i>	1-2

Sumber : Soemarto, 1987

d. Pergantian lapisan air (WLR)

Penggantian lapisan air dilakukan setelah proses pemupukan selesai. Penggantian dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jika tidak ada jadwal

yang ditentukan, maka penggantian dilakukan sebanyak dua kali, masing-masing sekitar 50 mm atau dengan kata lain 3,3 mm/hari selama ½ bulan dengan rentang pemberian yaitu satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi. (Hariati & Nahrudin, 2017)

e. Curah hujan efektif

Curah hujan yang efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan bulanan yang biasa, dan nilai tersebut dicapai selama 80% dari periode waktu tertentu.

$$Re \text{ padi} = 0,7 \times R_{80} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} = curah hujan dengan kemungkinan terjadi sebesar 80%

Perkiraan kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan buku Pedoman Kriteria Perencanaan (KP 01) :

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots\dots\dots (11)$$

$$WRD = NFR / e \dots\dots\dots (12)$$

$$IR = (Etc - Re) / e \dots\dots\dots (13)$$

$$DR = IR / 8,64 \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

Etc = penggunaan konsumtif air oleh tanaman (mm)

Etc = $K_c \cdot ET_o$

p = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

e = efisiensi irigasi secara keseluruhan

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)

K_c = Koefisien tanaman

ET_o = evapotranspirasi potensial (Penman Modifikasi) (mm/hari)

DR = Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha)

1/8,64 = Angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian dibagi ke dalam lima tahap kegiatan antara lain :

Tahap ke-1 adalah tahapan pendahuluan, yaitu dimulai dengan mengadakan studi awal di Daerah Irigasi (D.I) Cibanon, Kabupaten Bogor. Penelitian ini mencakup identifikasi umum, termasuk luas area pelayanan, sistem jaringan irigasi yang diterapkan, kondisi topografi, iklim serta pola tanam yang sudah berjalan disana.

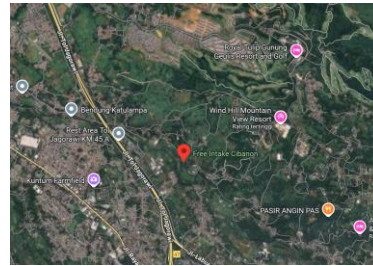
Tahap ke-2 adalah tahapan pengumpulan data, dimana data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini yaitu data primer dari pengamatan langsung serta wawancara petani maupun pengelola irigasi dan juga data sekunder berupa data curah hujan, klimatologi dan debit air.

Tahap ke-3 adalah tahapan pengolahan. Untuk tahapan pengolahan data meliputi pengolahan data iklim dan hidrologi untuk mendapatkan berapa nilai ketersediaan air. Selanjutnya pengolahan data untuk mendapatkan besarnya kebutuhan air tanaman padi pada setiap musim tanam menggunakan metode KP-01.

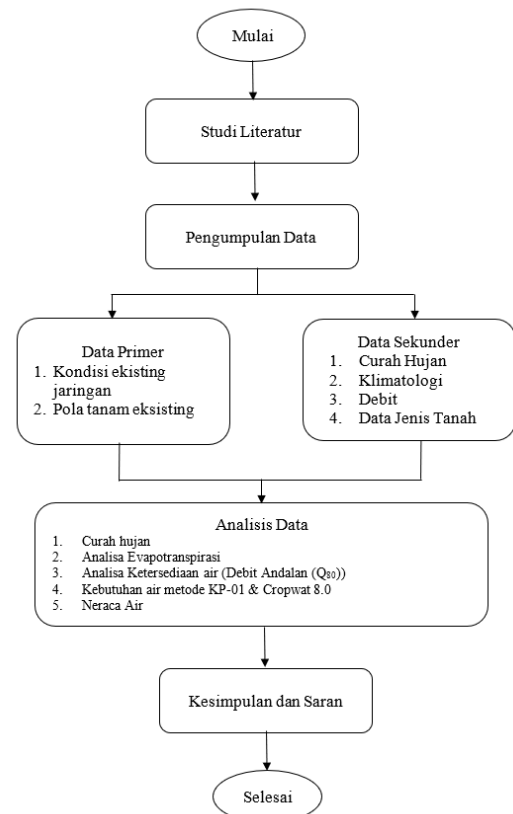
Tahap ke-4 adalah tahapan analisis data, yaitu membandingkan hasil perhitungan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air untuk tanaman padi selanjutnya diinterpretasikan untuk mengevaluasi apakah jaringan irigasi (D.I) Cibanon mencukupi untuk kebutuhan tanaman padi selama periode tanam.

Tahap ke-5 adalah tahapan kesimpulan dan saran, yaitu merangkum hasil penelitian yang sudah dilakukan dan memberikan saran atau rekomendasi.

Lokasi penelitian dilakukan di Daerah Irigasi (D.I) Cibanon, yang berada di Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor. Secara geografis D.I Cibanon terletak pada 106°51'0,682" BT 6°38'18,055" LS. Areal pelayanan D.I Cibanon ini melewati Desa Cibanon, Desa Sukatani, Desa Nagrak dan Desa Cikeas. (sumber : penyuluh pertanian Sukaraja).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian Hasil dan Pembahasan Curah Hujan

Dalam menghitung curah hujan rerata daerah, digunakan metode aritmatika aljabar dimana jumlah pos curah hujan cukup dan untuk luas DAS Ciliwung < 500 km². Perhitungan curah hujan digunakan periode 10 tahun (2015 – 2024). Data curah hujan yang dianalisis pada penelitian ini berasal dari pos pemantauan curah hujan Cibalog Gadog dan pos pemantauan curah hujan di Cilember.

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Metode Aljabar

Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2015	95.00	198.00	181.75	110.00	146.20	231.25	144.00	139.75	92.75	56.75	45.75	0.00
2016	143.50	151.00	391.25	142.00	361.25	238.75	252.50	186.00	133.50	111.00	44.50	64.50
2017	160.50	126.50	271.00	170.75	360.25	236.40	111.30	85.60	235.75	123.00	67.50	70.00
2018	59.50	165.25	356.25	241.50	103.00	92.85	102.00	145.75	21.00	115.65	35.00	114.50
2019	184.35	106.30	146.95	77.85	81.00	112.30	188.15	294.25	154.85	13.55	105.50	3.00
2020	225.10	161.25	287.65	315.75	135.50	377.25	167.00	255.50	131.75	274.25	55.75	74.00
2021	122.25	316.75	373.40	262.00	83.65	175.50	186.50	179.50	168.75	199.00	97.25	114.25
2022	114.75	117.00	140.00	179.75	127.50	58.25	138.50	159.50	158.25	229.00	159.00	92.25
2023	41.50	112.75	382.00	250.50	105.50	204.25	67.00	117.75	208.50	42.50	88.75	99.25
2024	261.75	261.75	198.75	231.25	315.75	210.50	276.25	143.75	160.75	253.00	80.25	116.50

Tahun	Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2015	2.50	12.00	109.25	1.00	5.25	30.75	14.10	8.50	164.50	161.50	332.85	216.25
2016	76.53	184.75	36.75	66.50	68.25	110.25	157.75	111.25	224.75	127.50	97.50	59.50
2017	79.03	173.25	0.00	47.00	11.50	99.75	104.00	224.75	102.15	146.00	122.00	95.75
2018	0.00	6.00	18.75	45.00	73.50	26.50	70.20	157.05	185.05	129.45	132.15	54.60
2019	10.00	0.00	18.50	34.25	117.25	27.75	140.75	24.75	82.25	56.50	188.75	326.25
2020	62.25	47.75	77.75	54.50	74.40	241.25	137.00	324.00	133.50	91.00	144.75	69.00
2021	15.50	146.75	112.50	86.50	118.75	184.75	121.25	327.00	199.65	145.75	253.35	186.05
2022	100.45	34.60	150.55	152.15	310.20	83.20	333.80	144.45	182.80	96.65	138.80	162.95
2023	77.00	10.25	9.25	35.50	2.50	65.00	56.75	108.00	439.75	361.50	132.00	159.50
2024	173.75	1.25	81.75	2.75	219.00	109.00	148.50	28.50	214.00	340.25	148.75	163.25

Hasil analisa menunjukkan bahwa pola curah hujan bersifat musiman dengan intensitas tinggi pada bulan November hingga April dan menurun secara signifikan pada bulan Juni hingga Agustus. Curah hujan tertinggi umumnya terjadi pada periode Januari–Februari, yang mengindikasikan puncak musim hujan, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada periode Juli–Agustus sebagai puncak musim kemarau.

Evapotranspirasi

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (Penman Modifikasi)

Dalam perhitungan evapotranspirasi potensial ini, digunakan data dari stasiun klimatologi periode 2020 – 2024 yang berlokasi di Dramaga, Kabupaten Bogor. (terlampir)

Rumus persamaan Penman Modifikasi :

$$ET_0 = C \times \{W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)\}$$

Contoh perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan pada bulan Januari :

- Temperatur rata – rata bulanan (°C) = 25.80 °C (data)
- Kecepatan angin (u) rata – rata bulanan = 3.2 knot = 3.2 x 1.852 x 24 = 142.23 km/hari (data)
- f(u) = 0.27 + (1+u/100)
f(u) = 0.27 + (1+142.23/100)
f(u) = 0.65 m/dt
- Lama penyinaran matahari rata – rata bulanan (n/N) = 35% (data)
- Kelembaban relatif rata – rata bulanan (Rh) = 86% (data)
- ea = 33.22 mbar (tabel)

- ed = Rh x (ea/100)
ed = 85% x (33.22/100)
ed = 28.77
 - (ea – ed) = (33.22 – 28.77) = 4.45 mbar
 - W = 0.753 (tabel)
 - (1 – W) = (1 – 0.753) = 0.247 mm/hari
 - Ra = 15.80 (tabel)
 - Rs = (0.25 + 0.5 x n/N) Ra
Rs = (0.25 + 0.5 x 35%) 15.80
Rs = 6.72 mm/hari
 - Rns = (1 – 0.25) Rs
Rns = (1 – 0.25) 6.72
Rns = 5.04 mm/hari
 - f(t) = 15.85 (tabel)
 - f(ed) = 0.33 – 0.044 √ed
f(ed) = 0.33 – 0.044 √28.77
f(ed) = 0.09
 - f(n/N) = 0.1 + 0.9 x n/N
f(n/N) = 0.1 + 0.9 x 35%
f(n/N) = 0.42
 - Rn1 = f(t) x f(ed) x f(n/N)
Rn1 = 15.85 x 0.09 x 0.42
Rn1 = 0.62 mm/dt
 - Rn = Rns – Rn1
Rn = 5.04 – 0.62 = 4.42
 - c = 1.10 (sumber : Suroso, 2011 bahan ajar irigasi dan bangunan)
- $$Et_0 = C \times \{W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)\}$$
- $$Et_0 = 1.1 \times \{0.753 \times 4.42 + 0.247 \times 0.65 \times 4.45\} = 4.45 \text{ mm/hari}$$
- Untuk perhitungan bulan selanjutnya bisa dilihat pada tabel 5 perhitungan evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

Tabel 5. perhitungan evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi.

Data	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Suhu udara (T)	°C	25.80	25.74	26.06	26.78	26.92	26.26
Kec. Angin (u)	km/hari	142.23	160.01	142.23	151.12	133.34	133.34
Lama matahari (n/N)	%	35.00	32.80	52.00	62.80	63.40	69.00
Kelembaban relatif (Rh)	%	86.60	87.20	85.80	84.40	84.40	84.40
$f(u) = 0,27 / (1+u/100)$	m/dt	0.65	0.70	0.65	0.68	0.63	0.63
ea (tabel)	mbar	33.22	33.10	33.74	33.41	34.70	34.14
$ed = Rh \times (ea/100)$		28.77	28.86	28.95	29.20	29.15	28.81
ea-ed	mbar	4.45	4.24	4.79	5.21	5.55	5.33
W (tabel)		0.753	0.752	0.756	0.763	0.764	0.758
1-W	mm/hari	0.247	0.248	0.244	0.237	0.236	0.242
Ra (tabel)	mm/hari	15.80	16.00	15.60	14.70	13.40	12.80
$R_s = (0,25+0,5 \times n/N) R_a$	mm/hari	6.72	6.62	7.96	8.29	7.60	7.62
$R_{ns} = (1-0,25) R_s$		5.04	4.97	5.97	6.22	5.70	5.71
f(t) table		15.85	15.84	15.91	16.06	16.08	15.95
$f(ed) = 0,33-0,044 \times ed^0,5$		0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09
$f(n/N) = 0,1+0,9 \times n/N$		0.42	0.40	0.57	0.67	0.67	0.72
$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$	mm/dt	0.62	0.59	0.84	1.03	1.00	1.08
$R_n = R_{ns} - R_{n1}$		4.42	4.38	5.12	5.19	4.70	4.63
c (tabel) *		1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90
$E_{to} = c \{W.R_n + (1-W)(ea-ed) f(u)\}$	mm/hari	4.45	4.44	4.64	4.32	3.98	3.89
Data	Satuan	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Suhu udara (T)	°C	26,16	26,36	26,48	26,70	26,52	26,20
Kec. Angin (u)	km/hari	168,90	177,79	160,01	151,12	160,01	151,12
Lama matahari (n/N)	%	71,00	76,40	70,20	64,40	49,60	32,60
Kelembaban relatif (Rh)	%	80,80	79,20	81,60	81,20	84,20	84,20
$f(u) = 0,27 / (1+u/100)$	m/dt	0,73	0,75	0,70	0,68	0,70	0,68
ea (tabel)	mbar	33,94	34,34	34,58	34,04	34,67	34,02
$ed = Rh \times (ea/100)$		27,42	27,20	28,22	27,64	29,19	28,64
ea-ed	mbar	6,52	7,14	6,36	6,40	5,48	5,38
W (tabel)		0,757	0,759	0,750	0,762	0,760	0,757
1-W	mm/hari	0,243	0,241	0,240	0,238	0,240	0,243
Ra (tabel)	mm/hari	13,10	14,00	15,00	15,70	15,80	15,70
$R_s = (0,25+0,5 \times n/N) R_a$	mm/hari	7,93	8,85	9,02	8,98	7,87	6,48
$R_{ps} = (1-0,25) R_s$		5,94	6,64	6,76	6,74	5,90	4,86
f(t) table		15,93	15,97	16,00	16,04	16,00	15,94
$f(ed) = 0,33-0,044 \times ed^0,5$		0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
$f(n/N) = 0,1+0,9 \times n/N$		0,74	0,79	0,73	0,68	0,55	0,39
$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$	mm/dt	1,17	1,26	1,13	1,08	0,81	0,59
$R_n = R_{ps} - R_{n1}$		4,77	5,37	5,63	5,66	5,09	4,27
c (tabel) *		0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
$E_{to} = c \{W.R_n + (1-W)(ea-wi) f(u)\}$	mm/hari	4,29	5,37	5,89	5,88	5,27	4,53

Sumber : Data Perhitungan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ETo berkisar antara 3.9 s.d 5.9 mm/hari. Nilai ETo cenderung mengalami peningkatan pada bulan Agustus hingga Oktober seiring dengan meningkatnya lama penyinaran matahari dan menurunnya kelembaban udara.

Ketersediaan Air

Dalam menentukan ketersediaan air, perlu dihitung terlebih dahulu debit andalan (*dependable flow*) dengan menggunakan Metode F.J Mock.

Contoh perhitungan pada bulan Januari setengah bulanan I tahun 2015 sebagai berikut:

- a. Data Meteorologi
 - Curah hujan (R) = 95 mm/bulan
 - Jumlah hari hujan (n) = 11.5 hari
 - Jumlah hari dalam 1 bulan = 15 hari
- b. Perhitungan Evapotranspirasi Aktual
 1. Evapotranspirasi potensial (Ep)
 - $E_p = E_{To} \text{ (harian)} \times \text{jumlah hari 1 bulan}$
 - $E_p = 4.45 \text{ mm/hari} \times 15 \text{ hari}$
 - $E_p = 66.76 \text{ mm/bulan}$
 2. Permukaan lahan terbuka (m) = 20%
 - $E_{to}/E_a = (m/20) \times (18-n)$
 - $(20/20) \times (18-11.5) = 6.50\%$
 3. Evapotranspirasi terbatas (Et)
 - $E_t = E_p \times (m/20) \times (18-n)/100$
 - $E_t = 66.76 \times 6.5\% = 4.34 \text{ mm/bulan}$
 4. Evapotranspirasi aktual (Ea)
 - $E_a = E_p - E_t$
 - $E_a = 66.76 - (4.34) = 62.42 \text{ mm/bulan}$
- c. Keseimbangan Air
 1. $A_s = R - E_a$
 - $A_s = 95 - 62.42 = 32.58 \text{ mm/bulan}$
 2. Limpasan Badai
 - Jika $A_s > 0$, maka PF = 0
 - Jika $A_s < 0$, maka PF = 5% x R
 - Jadi, PF yang digunakan adalah 0
 3. Kandungan Air Tanah (SS)
 - Jika $A_s > 0$, maka SS=0
 - Jika $A_s < 0$, maka SS= A_s
 - Jadi, SS yang digunakan adalah 0
 4. Kapasitas Kelembaban Air Tanah (SMC)
 - Jika SS = 0, maka SMC = 200
 - Jika SS \neq 0, maka SMC = SS
 - Jadi, SMC yang digunakan adalah 200
 5. Kelebihan Air (Ws)
 - $W_s = A_s - SS$
 - $W_s = 32.58 - 0 = 32.58 \text{ mm/bulan}$
- d. Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah
 1. Faktor infiltrasi (i) = 0.4

2. Faktor resesi air tanah (k) = 0.6
3. Infiltrasi (I) = $i \times W_s$
 $I = 0.4 \times 32.58 = 13.03$ mm/bulan
4. Volume air tanah (G)
 $G = 0.5 \times (1+k) I$
 $G = 0.5 \times (1+0.6) \times 13.03 = 10.43$ mm/bulan
5. Penyimpanan volume air tanah (L)
 $L = k \times (V_n - 1)$
 Nilai $V_n - 1 = ISM = 100$
 Maka, $L = 0.6 \times 100 = 60$
6. Total volume penyimpanan air tanah (V_n)
 $V_n = G + L$
 $V_n = 10.43 + 60 = 70.43$
7. Perubahan volume aliran dalam tanah (ΔV_n)
 $\Delta V_n = V_n - V_{n-1}$
 $\Delta V_n = 70.43 - 100 = -29.57$
8. *Base Flow* (BF)
 $BF = I - \Delta V_n$
 $BF = 13.03 - (-29.57) = 42.61$ mm/bulan
9. *Direct Run Off* (DRo)

- $DRo = WS - I$
 $DRo = 32.58 - 13.03 = 19.55$ mm/bulan
10. *Storm Run Off* (SRo)
 Jika $R < \text{Maks SMC}$, maka $SRo = 0$
 Jika $R > \text{Maks SMC}$, maka $SRo = R \times PF(5\%)$
 Jadi SRo yang digunakan adalah 0 mm/bulan
 11. *Total Run Off* (TRo)
 $TRo = BF + DRo + SRo$
 $TRo = 42.61 + 19.55 + 0 = 62.16$ mm/bulan
 12. Debit (Q) = $TRo \times A$
 $A = 337$ km² (DAS Ciliwung), sumber BBWS Ciliwung Cisadane
 $Q = ((62.16/1000) \times 337 \times 10^6) / (31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \times 3600 \text{ detik}) = 16.16$ m³/dtk
- Menghitung debit air sungai pada bulan yang lain, digunakan cara yang sama seperti contoh diatas dan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil perhitungan debit air pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Air Setengah Bulanan Metode F.J Mock tahun 2015 – 2024 (m³/detik)

Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2015	16.16	31.12	31.36	24.09	24.87	39.22	25.22	24.69	18.78	10.20	11.00	10.40
2016	25.15	23.92	73.37	30.21	67.23	40.80	47.57	32.58	24.52	18.71	10.98	12.77
2017	27.98	19.63	50.43	35.84	67.34	40.32	19.60	15.23	45.24	20.91	13.46	13.59
2018	11.17	25.81	66.61	54.19	17.17	13.76	17.96	25.52	10.67	19.38	10.86	21.25
2019	32.08	15.80	25.74	17.41	13.28	16.80	33.08	55.44	28.13	9.92	20.13	10.44
2020	41.92	25.44	53.77	69.92	22.98	64.83	29.34	48.31	24.21	48.91	11.07	14.56
2021	20.92	54.61	70.04	58.38	13.94	27.46	33.36	32.18	30.64	32.99	18.31	21.00
2022	20.01	18.29	24.10	37.73	21.07	10.46	24.07	28.24	29.10	40.59	28.71	17.27
2023	10.94	17.58	71.91	55.75	17.68	34.41	11.77	20.40	40.44	10.27	16.96	18.56
2024	48.93	45.24	34.31	51.71	58.65	35.59	52.02	24.88	29.18	44.81	15.25	21.81
Q rerata	25.53	27.75	50.16	43.52	32.42	32.36	29.40	30.75	28.09	25.67	15.67	16.17

Tahun	Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		Total
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
2015	10.43	9.90	17.47	9.76	10.47	10.80	10.58	9.85	26.76	26.51	62.35	37.00	509.00
2016	13.93	29.86	10.88	10.56	11.29	15.68	24.26	13.85	39.63	19.87	16.71	10.48	624.81
2017	14.71	28.58	10.40	10.32	10.55	14.14	14.99	35.48	15.87	23.70	21.04	14.87	584.23
2018	10.40	9.82	10.65	10.30	11.36	10.75	11.31	21.28	30.53	20.56	22.83	10.42	474.58
2019	10.53	9.75	10.64	10.17	17.86	10.76	21.72	10.05	13.05	11.14	32.48	56.34	492.74
2020	11.46	10.33	11.41	10.42	11.37	41.83	20.36	52.52	21.21	13.55	24.52	9.83	694.05
2021	10.58	24.13	17.84	11.70	17.26	28.70	17.96	53.05	32.41	23.86	47.26	30.02	728.61
2022	18.05	10.17	24.42	22.16	54.60	11.45	59.26	19.43	29.71	14.90	24.01	25.35	613.15
2023	14.13	9.88	10.52	10.18	10.43	11.25	11.14	14.09	80.94	65.87	22.93	25.38	613.39

2024	31.01	9.77	12.61	9.78	37.60	15.62	22.70	10.10	38.15	61.49	25.17	25.46	761.83
Q rerata	14.52	15.22	13.68	11.54	19.28	17.10	21.43	23.97	32.83	28.14	29.93	24.51	

Pada penelitian ini dilakukan studi debit aliran rendah atau debit andalan dengan probabilitas 80% (Q80) dengan kajian debit efektif metode F.J Mock. Perhitungan debit andalan berdasarkan bulan (*basic month*), dengan cara megurutkan data terbesar ke kecil (*dept ranking*) dengan perhitungan probabilitas metode Weibull. Selanjutnya hasil perhitungan debit andalan dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Perhitungan Debit Andalan Q₈₀

Prob (%)	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Satuan
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
9.09	48.93	54.61	73.37	69.92	55.54	52.02	64.83	45.24	48.91	28.71	31.06		
18.18	41.92	71.91	58.38	67.80	40.47	40.44	48.31	31.44	40.44	18.05	28.65		
27.27	32.08	31.12	70.04	58.83	35.64	18.31	20.33	35.69	22.70	18.31	20.02		
36.55	27.99	2.1	54.71	66.61	57.23	39.90	18.56	10.17	17.42	21.96	26.54	25.58	
65.55	20.01	20.63	30.34	37.48	21.07	18.71	10.59	10.56	11.29	17.89	20.57	24.57	
72.73	16.16	18.29	31.36	17.17	19.60	24.00	12.53	10.17	10.55	11.80	21.21	22.48	
81.82	11.17	17.58	25.74	24.09	13.76	20.40	10.98	10.43	10.47	11.05	15.87	20.42	
Q Rerata	25.53	27.75	26.86	32.42	29.40	30.67	14.52	15.22	19.68	21.43	23.93	24.53	
Q80	12.17	17.77	26.86	14.37	18.91	19.26	10.91	10.55	9.86	10.77	16.94	21.43	

Prob (%)	Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		Satuan
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
9.09	48.93	54.61	31.01	29.86	54.60	548.83	31.71	540.00	59.08	53.05	80.94	62.35	56.34
18.18	41.92	71.90	18.05	11.70	48.31	37.205	13.05	12.70	24.26	39.26	39.65	47.26	37.00
27.27	30.02	21.02	28.53	18.65	36.58	30.64	10.33	16.37	15.68	27.88	35.81	32.48	30.02
36.55	27.98	54.70	22.92	12.03	22.90	19.94	10.13	11.41	16.37	21.32	14.03	23.70	25.38
65.55	20.01	22.92	30.43	37.48	27.47	25.32	18.76	9.80	9.00	11.25	17.95	13.76	26.63
72.73	72.73	16.29	31.39	31.17	17.17	24.60	24.27	10.00	10.64	10.55	10.80	11.10	22.83
81.82	11.17	17.78	25.74	24.09	13.76	20.40	10.28	9.77	10.52	10.47	10.16	15.05	13.55
Q Rerata	25.53	17.72	26.16	32.42	32.42	30.75	28.09	15.22	13.68	19.28	21.53	32.83	29.93
Q80	12.17	17.72	26.86	14.58	18.29	21.26	10.21	9.78	10.55	10.49	11.17	10.06	13.82

Dalam hasil analisa menunjukkan bahwa debit andalan Q80 mengalami pola naik – turun sesuai dengan pola curah hujan yang terjadi. Nilai Q80 tertinggi terjadi pada bulan Februari periode II, dimana hal tersebut juga merupakan puncak curah hujan tertinggi, sedangkan untuk nilai Q80 terendah terjadi pada bulan Juli periode II yang juga menunjukkan kondisi pada musim kemarau.

Kebutuhan Air

Dalam melakukan analisis perhitungan kebutuhan air irigasi, Daerah Irigasi Cibanon. Dimana untuk pola tanam eksisting pada lahan sawah yang sudah berjalan yaitu Padi – padi – padi dengan awal musim tanam dimulai dari penyiapan lahan di periode bulan

November I, Maret I dan Juli I. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air untuk pola tanam Padi–Padi–Padi dengan awal tanam (penyiapan lahan) bulan November I sebagai berikut :

$$\text{Evapotranspirasi (Eto)} = 5.27 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Evaporasi Terbuka (Eo)} = 1.1 \times \text{Eto} = 1.1 \times 5.27 \text{ mm/hari} = 5.80 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Perkolasi (P)} = 2 \text{ mm/hari}$$

Jenis tanah pada lokasi penelitian yaitu latosol dan andosol, dimana memiliki tekstur lempung. (sumber: BBSDLP,2019)

Mencari harga kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan (M)

$$M = Eo + P = 5.80 + 2 = 7.80 \text{ mm/hari}$$

Lama penyiapan lahan (T) = 30 hari, karena penyiapan lahan menggunakan mekanisasi.

Air yang dibutuhkan untuk penjenuhan ditambahkan dengan 50 mm

$$S = 200 + 50 = 250 \text{ mm,}$$

Kondisi lahan bera < 2.5 bulan, karena musim tanam 3 kali yang terjadi.

$$\text{Konstanta (k)} = M \cdot T / S$$

$$= 7.80 \times 30 / 200 \text{ mm} = 0.47$$

Kebutuhan air irigasi untuk penyiapan lahan (IR)

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1}$$

$$IR = \frac{7.80 \times 2.718281828^{0.47}}{2.718281828^{0.47} - 1}$$

$$IR = 20.87 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Curah hujan 80% (R}_{80}\text{)} = 108.42 \text{ mm/bln}$$

$$\text{Curah hujan efektif padi (Re)} = 0.7 \times R_{80} = 0.7 \times 108.42 = 75.89 \text{ mm/bln} = 5.06 \text{ mm/hari}$$

Penggantian lapisan air (WLR) = 0 mm/hari, dikarenakan penggantian lapisan

air dilakukan satu bulan dan dua bulan setelah tanam pertama kali.

$$\text{Koefisien tanaman padi (Kc)} = 0$$

$$\text{Penggunaan konsumtif (ETc)} = 0$$

Kebutuhan bersih air di sawah padi (NFR)

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR} = 0 + 2 - 5.06 + 0 = -3.06 \text{ mm/hari}$$

Efisiensi irigasi diambil $e = 65\%$

Kebutuhan air irigasi untuk padi (WRD)

$$\text{WRD} = \text{NFR} / e = -3.06 / 0.65 = -4.71 \text{ mm/hari}$$

Kebutuhan air di intake untuk padi dalam lt/detik/ha

$$\text{WRD} \times 0.116 = -4.66 \times 0.116 = -0.55 \text{ lt/detik/ha}$$

Kebutuhan air di intake untuk padi dalam m³/detik

$$= (-0.55 \text{ lt/detik/ha} / 1000) \times 324 \text{ Ha (areal pelayanan)} = -0.18 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman dengan Awal Tanam November I Padi-Padi-Padi

No	Uraian	Bulan	Nov		Dec		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
			MT I				MT II				MT III					
1	Pola Tanam	Satuan														
2	Jumlah hari	hari	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
3	Evapotranspirasi potensial (ET _p)	mm/hari	5.27	5.27	4.53	4.53	4.43	4.44	4.44	4.44	4.32	4.39	3.96	3.97	5.39	5.89
4	Evapotranspirasi bebas (E ₀)	mm/hari	5.80	5.90	4.98	4.98	4.90	4.98	4.98	4.98	5.10	5.10	4.75	4.75	5.90	5.90
5	Perkolasi (P)	mm/hari	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
6	Kehilangan air (M)	mm/hari	7.80	7.80			7.10	7.10		7.10	7.10		6.71	6.71		
7	Lama penyiapan (T)	hari	15	15			15	15		15	15		15	15		
8	Kebutuhan air penyiapan (S)	mm	250	250			250	250		250	250		250	250		
9	Konstanta (K)	-	0.47	0.47			0.43	0.43		0.43	0.43		0.40	0.43		
10	Kebutuhan air irigasi lapangan (IR)	mm/hari	20.87	20.87			20.47	19.44		20.47	19.44		20.25	19.22		
11	Curah Hujan R80	mm/bln	108.42	92.13	124.30	61.40	66.60	113.6	153.91	113.4	87.52	88.74	103.88	122.15	100.55	45.55
12	Curah Hujan Efektif Padi (Re)	mm/hari	75.89	64.49	88.80	42.66	48.92	79.52	107.74	81.48	61.26	67.72	72.20	56.51	170.15	31.73
13	Curah Hujan Efektif Padi (Re)	mm/hari	5.00	4.30	5.79	2.69	3.11	6.27	7.18	6.27	4.85	4.23	4.85	5.70	4.69	1.69
14	Koefisien tanaman (Kc)	-	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0		0	1.1	1.1	1.05	0.95		
15	Penggunaan Lapisan Air (WLR)	mm/hari			3.33	3.33			3.33	3.33			3.33	3.33		
16	Penggunaan Konsumtif (ETc)	mm/hari														
17	Kebutuhan bersih air di sawah padi (NFR)	mm/hari	-3.06	0.00	0.98	4.30	4.67	4.67	4.21	0.00	-2.03	-2.23	1.90	4.78	4.17	4.17
18	Kebutuhan air irigasi untuk padi (DR)	lt/dtk/ha	-0.55	-0.41	0.31	0.77	1.23	2.30	0.42	-0.76	-0.37	-0.40	0.14	0.19	0.99	0.79

Sumber : Data Perhitungan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada beberapa periode, khususnya pada musim hujan, kebutuhan air irigasi bersih (NFR) dan kebutuhan air irigasi (WRD) bernilai negatif. Kondisi ini menunjukkan bahwa curah hujan efektif lebih besar daripada kebutuhan air tanaman, sehingga suplai irigasi tambahan tidak diperlukan. Sebaliknya, pada musim kemarau, terutama pada MT III (Juli–Oktober), nilai kebutuhan air irigasi meningkat secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya evapotranspirasi dan menurunnya curah hujan. Kebutuhan air irigasi tertinggi terjadi pada fase pertumbuhan maksimum tanaman padi, yang memerlukan pasokan air stabil untuk menjaga produktivitas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan

pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketersediaan air berdasarkan analisa menggunakan metode F.J Mock dan penentuan debit andalan dengan tingkat keandalan 80% (Q80) menunjukkan bahwa debit andalan Q80 mengikuti pola curah hujan yang terjadi, dengan nilai tertinggi terjadi pada musim hujan bulan Februari I dengan nilai 26.86 m³/detik dan nilai terendah terjadi pada musim kemarau bulan Juli II dengan nilai 9.78 m³/detik. Debit andalan Q80 ini mencerminkan debit minimum yang masih dapat diandalkan dan layak digunakan sebagai dasar evaluasi ketersediaan air irigasi di D.I. Cibanon.
2. Perhitungan kebutuhan air menggunakan pola tanam padi-padi-padi untuk 3 kali masa tanam yang

dimulai bulan November, Maret dan Juli menggunakan metode KP-01 menunjukkan bahwa pada masa tanam I mulai bulan November – Februari kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan Januari I dengan nilai 0.40 m³/detik, sedangkan untuk masa tanam II mulai bulan Maret – Juni kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan Juni I dengan nilai 0.40 m³/detik, dan untuk masa tanam III mulai bulan Juli – Oktober kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan September I dengan nilai 0.65 m³/detik. Pada periode tertentu kebutuhan air bernilai negatif seperti contoh bulan November I dengan nilai -0.18 m³/detik ini menunjukkan bahwa curah hujan efektif yang terjadi sudah mencukupi kebutuhan air tanaman.

- Perhitungan ketersediaan air dan kebutuhan air didapatkan hasil bahwa pola pertanaman padi-padi-padi dengan 3 masa tanam dalam 1 tahun masih dimungkinkan dilakukan pada keseluruhan area pelayanan D.I Cibanon seluas 324 Ha.

Daftar Pustaka

- BPS. Badan Pusat Statistik. 2019. Statistik Indonesia. <http://www.bogorkabbps.go.id>. Bogor.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. Standar Perencanaan Jaringan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01.
- Eunike, G.S., 2022. Analisis Ketersediaan Air Irigasi untuk Memenuhi Kebutuhan Tanaman Padi (studi kasus DI Tebing Tinggi Kabupaten Serdang Begadai. Skripsi.Unmera. Medan
- Hariati, F., & Nahrudin, M. (2017). Pemodelan Sistem Manajemen Pemberian Air pada Daerah Irigasi Cihoe-Cikumpeni Kabupaten Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 1(1).
- Heryani N, Adi SH, Kartiwa B. 2013.

Kriteria rancang bangun sistem panen hujan dan aliran permukaan: studi kasus DAS Cisadane Hulu. *Ris. Geo.Tam. Jurnal*. 23(2):139-152.

- Heryani N, Irianto G, Pujilestari N. 2002a. Upaya peningkatan ketersediaan air untuk menekan risiko kekeringan dan meningkatkan produktivitas lahan. Disampaikan pada Seminar Nasional Agronomi dan Pameran Pertanian 2002. Perhimpunan Agronomi Indonesia, 29-30 Oktober 2002. Bogor.
- Heryani N, Irianto G, Pujilestari N. 2002b. Pemanenan Air untuk Menciptakan Sistem Usaha tani yang Berkelanjutan (Pengalaman di Wonosari, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Bulletin Agronomi*. XXX(2):45-52.
- Heryani, N. et al. 2017. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi pada Lahan Sawah: Studi Kasus di Provinsi Sulawesi Selatan, *Jurnal Tanah dan Iklim*.
- Irianto G. 2000. Panen hujan dan aliran permukaan untuk meningkatkan produktivitas lahan kering DAS Kali Garang. *Jurnal Biologi LIPI*. 5(1):29-39.
- Mock, F.J, Land, 1973. *Capability Appraisal Indonesia Water Availability Appraisal*, Food and Agriculture Organization Of the United Nation : Bogor.
- Prijono, Sugeng. 2012. Irigasi dan Drainase (BAB IV. Aplikasi Cropwat 8.0). Fakultas Pertanian.
- Putra, M. 2021. Penerapan *Rain Water Harvesting* dalam Menyediakan Air Domestik dan Mengurangi Debit Drainase di Daerah Perkotaan. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 42-45.
- Rahayu, U. S., Hariati, F., Alimuddin, A., & Nandiasa, J. E. 2023. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi untuk Perluasan Daerah Irigasi (Studi Kasus: Daerah Irigasi Cisadeng II,

- Desa Leuwisadeng, Kecamatan Leuwisadeng, Kabupaten Bogor). Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil , Vol 7 No 1 , Hal 101-112.
- Rejekiningrum P. 2011. Pengembangan Model Alokasi Air Untuk Mendukung Optimal Water Sharing Kasus DAS Cicitih Cimandiri, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Thesis Doktoral. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 226 hal.
- Sahir, S., 2021. Buku Metodologi Penelitian. KBM Indonesia : Jogjakarta.
- Salsabila, Annisa dan Irma Lusi Nugraheni. 2020. Pengantar Hidrologi. Aura : Bandar Lampung.
- Siagian, D., & Putra, M. (2024). Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan. CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 55-60.
- Sosiawan H. 2005. Proportional Water Sharing: Tantangan dan Strategi Pemecahannya. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. 2(2):19-33.
- Sosrodarsono, suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Pradna Paramita : Jakarta.