

ANALISIS KEBUTUHAN AIR PADA DAERAH IRIGASI LAKBOK UTARA BENDUNG PATARUMAN KOTA BANJAR

Syifa Khoirunnisa¹ dan Sulwan Permana²

¹Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Garut, Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut
1911002@itg.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Garut, Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut
sulwanpermana@itg.ac.id

Masuk: 23-08-2023, revisi: 17-10-2023, diterima untuk diterbitkan: 22-11-2023

ABSTRACT

North Lakbok is an irrigation area which is the authority of the Citanduy River Region Center. The water source that flows into this irrigation is taken from Pataruman Dam, which covers 6,219.00 ha of irrigation land. Evaluation of the need and availability of water in the North Lakbok irrigation area is the research objective, aimed at implementing effective patterns in planting. The mainstay discharge with a probability of 80% (Q_{80}) from Pataruman Dam is 132.67 m^3 /second using the NRECA method, the watershed area is 1308.11 km^2 . In early November, the calculation process began based on the rice-paddy-palawija planting pattern. Using a manual calculation method that refers to the KP-01 Irrigation Planning Standard and is 2.19 lt/sec/ha in the form of maximum water requirements resulting from the Van de Goor and Zijlstra equations. The minimum water requirement is 0.13 lt/sec/ha, while the CROPWAT 8.0 Software method produces a maximum water requirement of 2.91 lt/sec/ha. Likewise, the minimum water requirement is 0.05 lt/sec/ha. Based on the calculation of the K factor and the implementation of the paddy-paddy-secondary crops planting pattern, water availability is quite adequate, especially in September period II.

Keywords – Weir; CROPWAT 8.0; Water Needs; Water Availability, NRECA

ABSTRAK

Lakbok Utara adalah daerah irigasi yang merupakan kewenangan dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy. Sumber air yang mengalir ke irigasi ini diambil dari Bendung Pataruman, yang mencakup lahan irigasi seluas 6.219,00 ha. Evaluasi terhadap kebutuhan, serta tersedianya air di daerah irigasi Lakbok Utara merupakan tujuan penelitian, bertujuan dengan menerapkan pola efektif dalam bertanam. Debit andalan dengan probabilitas 80% (Q_{80}) dari Bendung Pataruman sebesar 132,67 m^3 /detik dengan menggunakan metode NRECA, luas DAS sebesar 1308,11 km^2 . Pada November awal, dimulai proses perhitungan berdasarkan pola tanam padi-padi-palawija. Menggunakan metode perhitungan manual yang merujuk pada Standar Perencanaan Irigasi KP-01 dan sebesar 2,19 lt/dt/ha berupa kebutuhan air maksimum yang dihasilkan dari persamaan Van de Goor dan Zijlstra. Kebutuhan air minimum adalah 0,13 lt/dt/ha, sementara metode Software CROPWAT 8.0 menghasilkan kebutuhan air maksimum sebesar 2,91 lt/dt/ha. Demikian pula, kebutuhan air minimum adalah 0,05 lt/dt/ha. Berdasarkan perhitungan faktor K dan penerapan pola tanam padi-padi-palawija, ketersediaan air cukup memadai, terutama pada bulan September periode II.

Kata Kunci – Bendung; CROPWAT 8.0; Kebutuhan Air; Ketersediaan Air, NRECA

1. PENDAHULUAN

Terletak di Provinsi Jawa Barat, Indonesia, Kota Banjar berbatasan dengan Kabupaten Cilacap di Provinsi Jawa Tengah. Karena posisinya ini, kota ini sering dijuluki sebagai “Gerbangnya Jawa Barat”. Dengan luas wilayah mencapai 113,49 km^2 , Kota Banjar memiliki penduduk sekitar 203,4 ribu jiwa, menurut data Badan Kependudukan Catatan Sipil dan Keluarga Berencana. Selain itu, Daerah Irigasi Lakbok Utara, yang meliputi luas area sebesar 6.219,00 ha dan disuplai oleh Bendung Pataruman yang bersumber dari Sungai Citanduy. Kota Banjar adalah daerah irigasi yang penting di sini, karena mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani.

Pada bulan September tahun 2022 terjadi penutupan suplai atau pasokan air irigasi oleh pihak BBWS Citanduy karena adanya Pekerjaan Rehabilitasi Paket 1 dan Paket 2 *Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program (IPDMIP)*. Namun, waktu yang ditentukan dalam penutupan pasokan air irigasi bertepatan dengan masa tanam padi yang sangat membutuhkan pasokan air yang cukup. Para petani terancam gagal panen, Wali Kota berupaya melakukan koordinasi dengan pihak BBWS meminta agar pasokan air kembali dibuka agar lahan pertanian tersebut dapat kembali terairi.

Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian dalam penggunaan air, salah satunya untuk keperluan irigasi. Hal ini dilakukan untuk mengatur atau mengetahui kebutuhan air agar tidak terjadi kekurangan air pada musim kemarau, dan tidak terjadi kelebihan air saat musim hujan yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk menunjang produksi pertanian (Afwan, 2021)

Irigasi merujuk pada sistem pengaliran air ke sebuah lahan pertanian dengan cara mengendalikan sumber airnya. Dalam konteks lain, irigasi diartikan sebagai bentuk pengelolaan serta mengalirkan air guna mendukung pertanian, rawa, bawah tanah, pompa, tambak serta pertanian permukaan. Irigasi berupa penyediaan air bagi pertanian merupakan langkah penting yang perlu ditempuh manusia (Sumadriansyah, 2019)

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah air yang diperlukan untuk mengairi Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar dengan metode perhitungan manual berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013)?
2. Berapa jumlah kebutuhan air dengan *Software CROPWAT 8.0* untuk mengairi Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar?
3. Bagaimana menerapkan pola tanam secara efektif di Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar?

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi sejauh mana keperluan air guna mengairi Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar dengan metode perhitungan manual berdasarkan pada Standar Perencanaan Irigasi KP-01(Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).
2. Mengestimasi jumlah air yang diperlukan untuk mengairi Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar dengan menggunakan metode *Software CROPWAT 8.0*.
3. Mencari pola tanam yang optimal untuk penerapan di Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman Kota Banjar.

Kondisi Irigasi Lakkok Utara

Sesuai dengan hasil survey lapangan, kondisi irigasi Lakkok Utara dengan setiap bangunan status kelengkapannya lengkap dan kondisinya hampir seluruhnya baik seperti pada Gambar 1 – Gambar 9.



Gambar 1. Bendung Pataruman



Gambar 2. Pelimpah



Gambar 3. Bagi sadap



Gambar 4. Bagi sadap



Gambar 5. Bagi sadap



Gambar 6. Pelimpah



Gambar 7. Jembatan



Gambar 8. Gorong-gorong silang



Gambar 9. Kantong lumpur

Irigasi

Irigasi secara umum didefinisikan sebagai cara-cara pengelolaan dan pemanfaatan air yang ada pada tanah untuk keperluan dalam mencukupi pertumbuhan dan tumbuhnya tanaman-tanaman terutama bagi tanaman pokok yang mana di Indonesia yang utama ditujukan untuk tanaman padi (Kementerian Pekerjaan Umum, 2018). Atau irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2015)

Analisis Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dalam penelitian ini digunakan metode Penman-Monteith. Perhitungan besarnya evapotranspirasi tanaman acuan diperlukan, misalnya untuk menentukan kebutuhan air bagi tanaman. Kebutuhan air bagi tanaman dihitung dari perkalian nilai koefisien tanaman (k_c) dengan besarnya evapotranspirasi tanaman acuan (BSN, 2012). Berdasarkan penelitian di daerah basah (*humid*) yang dimuat dalam *FAO Paper 56*, metode *Penman-Monteith* sebagai metode terbaik dibandingkan dengan metode lainnya dalam menghitung besarnya evapotranspirasi tanaman acuan (Wiguna, 2019).

Analisis Curah Hujan Efektif

Penetapan curah hujan setengah bulanan digunakan metode *Polygon Thiessen* untuk periode sepuluh tahun terakhir, yakni dari tahun 2013 hingga 2022. Selanjutnya, estimasi curah hujan efektif setengah bulanan dengan tingkat kepercayaan (probabilitas) 80% (R_{80}) untuk tanaman padi, dan curah hujan efektif untuk palawija dihitung dengan tingkat kepercayaan 50% (R_{50}) (Permana & Ramadhan, 2022)

Kebutuhan Air Irigasi

Sebagian langkah perlu dilakukan guna menentukan keperluan pasokan air irigasi, seperti (Balqis et al., 2022)

1. Menggunakan pendekatan Van de Goor dan Zijlstra dalam persiapan lahan.
2. Perhitungan keperluan pasokan air untuk tanaman (penggunaan konsumtif atau *consumptive use*), termasuk keperluan bersih air di lahan sawah (NFR) dan keperluan untuk mengambil air dari pintu pengambilan/*intake* (DR) (Sagita et al., 2020)

Analisis Debit Andalan

Pengukuran debit andalan dengan memanfaatkan pendekatan *NRECA* berperan sebagai landasan dalam menganalisis debit berdasarkan prinsip keseimbangan air dalam DAS (Junior, 2020). Proses perhitungan debit andalan dengan tingkat kepercayaan 80% (Q_{80}) diterapkan melalui metode *Weibull*.

Analisis Pola Tanam

Pada tahap analisis berikut, dilakukan percobaan alternatif pola tanam padi-padi-palawija, lalu setelah itu mengidentifikasi bentuk pola tanam yang paling efisien untuk dapat diterapkan pada daerah irigasi yang ditinjau (Sahrudin, et al., 2016) dalam penelitian ini yaitu Daerah Irigasi Lakkok Utara Bendung Pataruman, Kota Banjar.

Analisis *Water Balance*

Keseimbangan air dihitung guna mengidentifikasi faktor K. Saat terdapat cukup pasokan air, nilai faktor K akan sama dengan 1. Sebaliknya, jika pasokan air terbatas, nilai faktor K akan kurang dari 1, dan jika pasokan air berlimpah, nilai faktor K akan melebihi 1 (Sahrudin, et al., 2016).

Analisis Menggunakan Metode *CROPWAT 8.0*

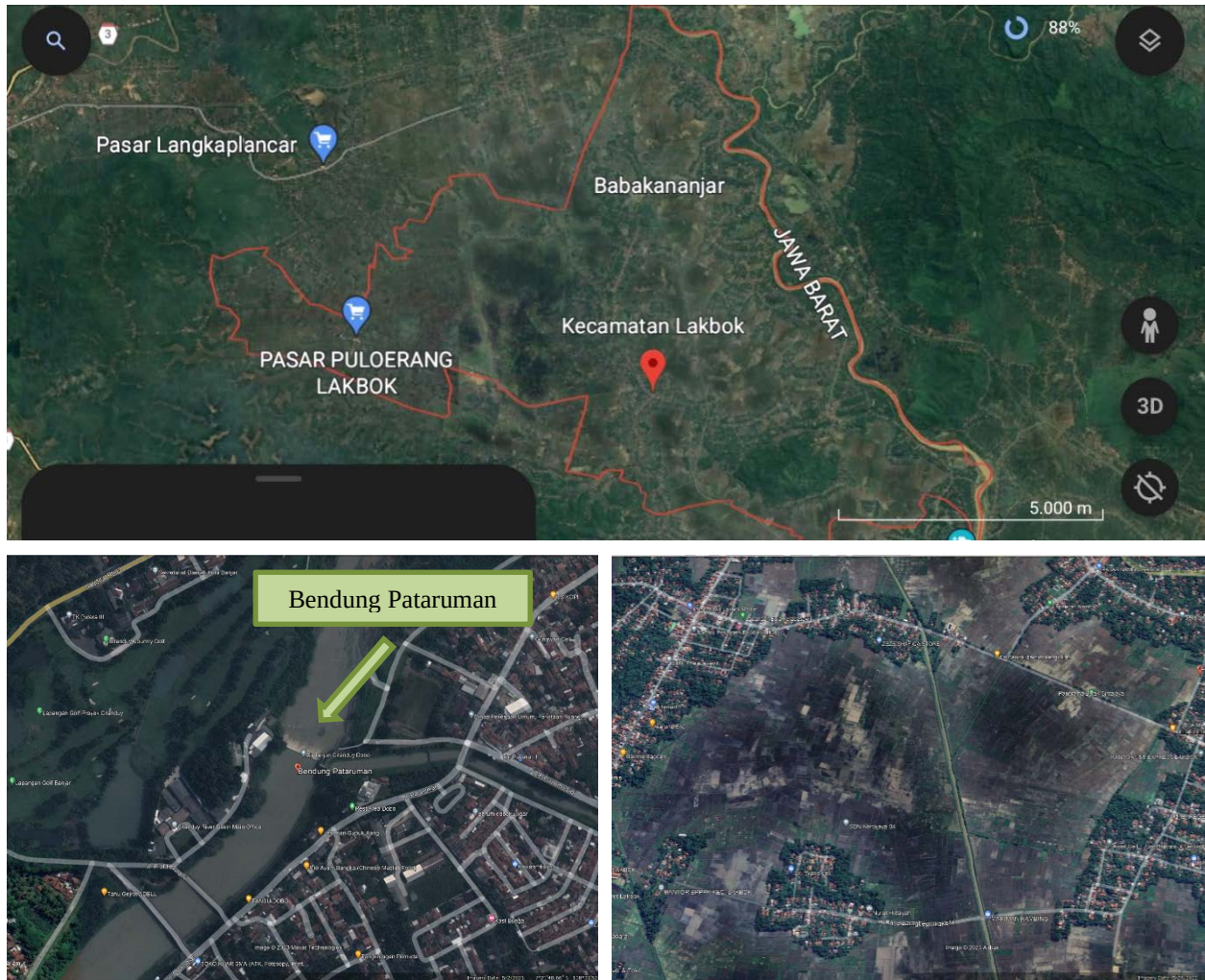
Analisis dengan memanfaatkan *Software CROPWAT 8.0*, melibatkan serangkaian langkah, yakni:

1. Buka *Software CROPWAT 8.0*.
2. Gunakan ikon "*Climate/ETo*" yaitu tahapan memasukkan data klimatologi, termasuk data negara, stasiun pencatat klimatologi, ketinggian stasiun, koordinat lintang Utara/Selatan, temperatur, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari. Setelah itu, pilih ikon "*Calculate ETo*" untuk menghitung ETo secara otomatis.
3. Selanjutnya, pilih ikon "*Rain*" untuk memasukkan data curah hujan, termasuk total hujan bulanan dari Januari hingga Desember. Pilih metode perhitungan, yaitu "*Fixed Percentage*" dengan padi sebesar 80% dan "*USDA soil conservation service*" untuk perhitungan palawija, lalu pilih "*Ok*" untuk menghitung curah hujan efektif.
4. Gunakan ikon "*Crop*" untuk memasukkan data tanaman, yang bersumber dari *database FAO-Rice*, dan masukkan tanggal awal tanam (Shalsabillah et al., 2018)
5. Lanjutkan dengan mengklik ikon "*Soil*" untuk memasukkan data tanah dari *database FAO-Medium*.
6. Setelah itu, gunakan ikon "*CWR*" guna mengetahui hasil analisis kebutuhan air irigasi.
7. Terakhir, gunakan ikon "*Crop Pattern*" untuk menyusun pola tanam.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif-kuantitatif. Metode deskriptif dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pemantauan yang mendeskripsikan kondisi saluran irigasi pada lokasi penelitian. Sedangkan metode kuantitatif dalam metode ini adalah dengan menganalisis kebutuhan air pada Daerah Irigasi Lakkok Utara.

Penelitian berada di Bendung Pataruman, Kota Banjar, dengan penekanan pada Daerah Irigasi Lakkok Utara yang memiliki luas lahan sekitar 6.219,00 ha. Bendung Pataruman terletak pada koordinat 7°22'3.19" LS dan 108°33'34.84" BT. Irigasi menggunakan air dari Sungai Citanduy yang dikendalikan oleh Bendung Pataruman, yang terletak di Kota Banjar. Daerah Irigasi Lakkok Utara ini berada di bawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citanduy tepatnya bagian Operasi dan Pemeliharaan Irigasi. Peta lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Peta lokasi penelitian

Data Penelitian dan Sumber

Dalam melakukan penelitian ini sistem pengambilan data yang digunakan adalah data primer, yaitu dengan cara melakukan survei langsung ke lapangan dan pengambilan sampel disertakan dengan dokumentasi. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Wilayah Sungai Citanduy, Kota Tasikmalaya, dan dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citanduy, Kota Banjar. Data sekunder terkait dengan Kebutuhan Air Irigasi di Bendung Pataruman seperti pada Tabel 1.

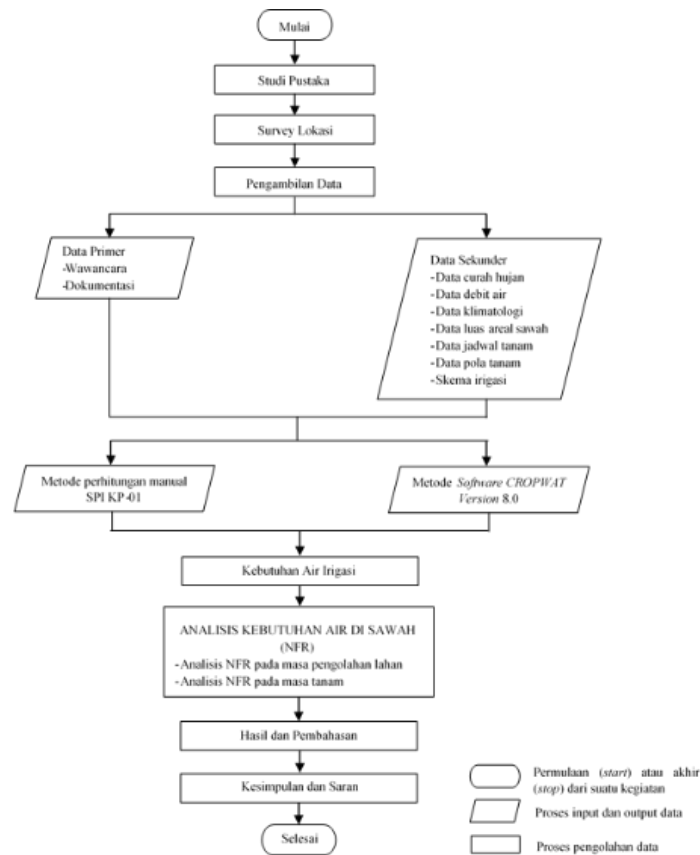
Tabel 1. Data sekunder penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data	Durasi
1	Data curah hujan	UPTD PSDA Wilayah Sungai Citanduy dan BBWS Citanduy	2013-2022
2	Data debit air	BBWS Citanduy	2013-2022
3	Data klimatologi	BBWS Citanduy	2013-2022
4	Data luas areal sawah	BBWS Citanduy	2022
5	Data jadwal tanam	BBWS Citanduy	2023
6	Data pola tanam	BBWS Citanduy	2023
7	Skema irigasi	BBWS Citanduy	2022
8	Data tanah	BBWS Citanduy	2023

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian merupakan langkah-langkah pekerjaan yang dilaksanakan pada penelitian ini. Penulis melakukan studi pustaka dari sumber literatur dan website referensi yang relevan. Selanjutnya, dilakukan survey lokasi di Bendung Pataruman di Kota Banjar, termasuk wawancara dan dokumentasi. Data yang diperoleh mencakup curah

hujan, debit air, klimatologi, luas area Daerah Irigasi Lakkok Utara, jadwal tanam, pola tanam, dan skema irigasi. Kemudian, dilakukan analisis kebutuhan air menggunakan metode manual berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 dan *Software CROPWAT* 8.0. Hasil analisis ini membantu menjawab rumusan masalah penelitian, bagan alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Evapotranspirasi

Pendekatan *Penman-Monteith* digunakan dalam persamaan evapotranspirasi potensial (E_{To}) guna menentukan nilai evapotranspirasi yang melibatkan perhitungan (BSN, 2012). Untuk analisis evapotranspirasi diperlukan data yang mendukung yaitu data klimatologi Stasiun Majenang yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dalam periode 10 tahun terakhir yaitu tahun 2013-2022. Persamaan 1 digunakan untuk menghitung nilai E_{To} , dan Tabel 2 memperlihatkan hasil rekapitulasi perhitungan evapotranspirasi.

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta R_n + \gamma \frac{900}{(T+273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,3 U_2)} \quad (1)$$

Dimana:

- E_{To} = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari).
- R_n = Radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman ($MJ/m^2/hari$).
- T = Suhu udara rata-rata ($^{\circ}C$).
- U_2 = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m dari atas permukaan tanah (m/s).
- e_s = Tekanan uap air jenuh (kPa).
- e_a = Tekanan uap air aktual (kPa).
- Δ = Kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu ($kPa/^{\circ}C$).
- γ = Konstanta psikrometrik ($kPa/^{\circ}C$)

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pehitungan evapotranspirasi

No	Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	T (°K)	294,70	298,59	297,69	297,76	302,86	302,22	302,22	302,01	303,00	304,60	303,31	303,12
2	J	15,00	46,00	74,00	105,00	135,00	166,00	166,00	227,00	258,00	288,00	319,00	349,00
3	Suhu Udara (°C)	21,70	25,59	24,69	24,76	29,86	29,22	29,22	29,01	30,00	31,60	30,31	30,12
4	Kec Angin (m/s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
5	RH (%)	85,21	85,53	87,40	88,16	89,70	88,85	88,85	83,01	82,43	79,69	84,29	87,12
6	Lama Penyinaran (%)	34,98	49,41	51,95	53,14	58,49	51,62	58,98	56,6	49,07	58,75	40,03	38,7
7	Tekanan Atmosfer (kPa)	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21
8	es (kPa)	2,60	3,28	3,11	3,12	4,21	4,06	4,06	4,01	4,24	4,65	4,32	4,27
9	ea (kPa)	2,21	2,81	2,72	2,75	3,78	3,61	3,61	3,33	3,50	3,71	3,64	3,72
10	Δ (kPa/°C)	0,16	0,19	0,19	0,19	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26	0,25	0,24
11	λ (MJ/kg)	2,45	2,44	2,44	2,44	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
12	γ (kPa/°C)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
13	ε' (kPa)	0,13	0,11	0,11	0,11	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
14	f	0,41	0,54	0,57	0,58	0,63	0,56	0,56	0,61	0,54	0,63	0,46	0,45
15	δ (rad)	-0,37	-0,23	-0,05	0,17	0,33	0,41	0,41	0,24	0,04	-0,17	-0,33	-0,41
16	dr	1,03	1,02	1,01	0,99	0,98	0,97	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03
17	ωs (rad)	1,62	1,60	1,58	1,55	1,53	1,52	1,52	1,54	1,57	1,59	1,61	1,62
18	Ra (MJ/m2/hari)	38,63	38,87	37,99	35,36	32,29	30,48	30,48	33,73	36,68	38,30	38,52	38,35
19	Rs (MJ/m2/hari)	16,41	19,32	19,36	18,24	17,52	15,49	15,49	17,98	18,17	20,83	17,34	17,01
20	Rns (MJ/m2/hari)	12,64	14,88	14,91	14,04	13,49	11,92	11,92	13,84	13,99	16,04	13,35	13,10
21	Rnl (MJ/m2/hari)	2,02	2,24	2,38	2,40	1,75	1,71	1,71	2,10	1,75	1,87	1,39	1,30
22	Rn (MJ/m2/hari)	10,62	12,64	12,53	11,64	11,73	10,21	10,21	11,74	12,24	14,17	11,96	11,80
23	ETo (mm/hari)	3,04	3,83	3,75	3,49	3,74	3,23	3,23	3,71	3,91	4,60	3,83	3,77

Analisis Curah Hujan Efektif

Dalam perhitungan peringkat curah hujan efektif, pendekatan yang diterapkan adalah metode *Harza* dengan cara pengurutan curah hujan dari terbesar hingga terkecil merupakan bentuk langkah awal (Junior, 2020). Dengan demikian, peringkat untuk curah hujan efektif dapat ditentukan menggunakan persamaan 2-5.

Untuk Tanaman Padi (R_{80})

$$n = \frac{N}{5} + 1 \quad (2)$$

$$Re = (R_{80} \times 0,7)/\text{periode pengamatan} \quad (3)$$

Untuk Tanaman Palawija (R_{50})

$$n = \frac{N}{5} + 1 \quad (4)$$

$$Re = (R_{50} \times 0,7)/\text{periode pengamatan} \quad (5)$$

Keterangan:

n = Urutan nomor dari terkecil

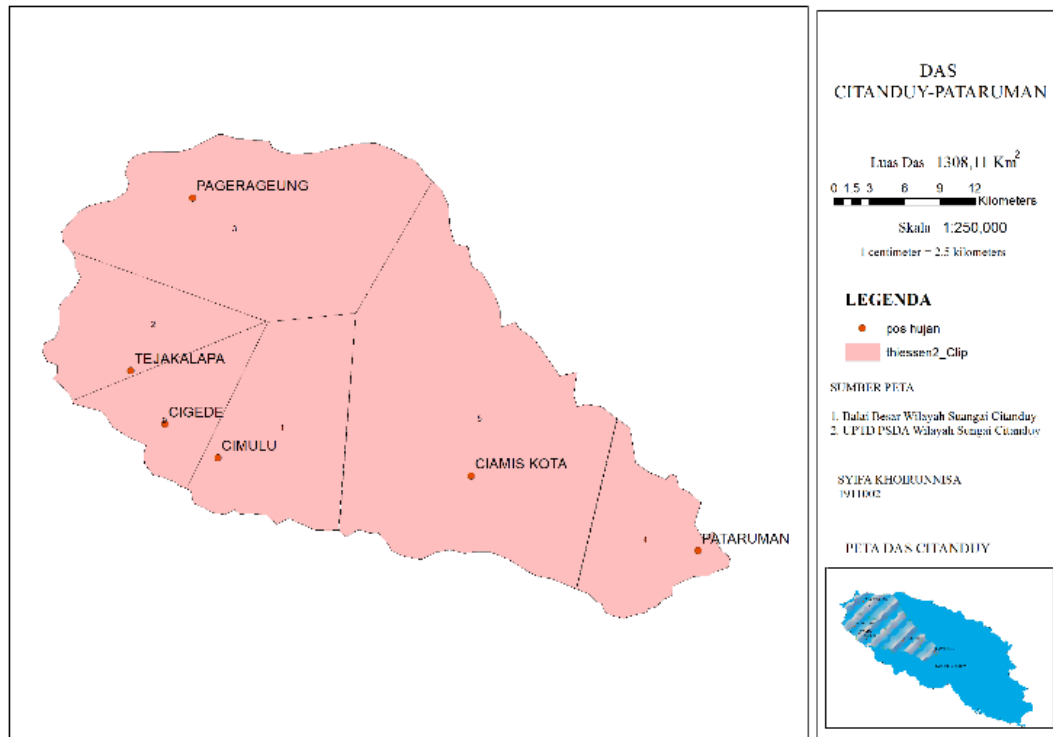
N = Total data

Re = Curah hujan efektif

Tabel 3. Rekapitulasi curah hujan rata-rata

Bulan	Tahun									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Jan	130,78	80,09	126,38	167,90	238,69	131,15	124,48	190,71	258,38	245,79
Peb	229,06	151,43	236,86	298,70	218,67	239,30	302,16	207,64	154,81	271,71
Mar	165,11	233,06	242,85	235,81	189,02	229,23	211,13	173,18	125,49	235,82
Apr	271,29	185,07	181,46	149,14	260,22	173,19	298,89	198,58	156,30	273,41
Mei	96,73	60,86	109,34	145,19	272,78	20,40	130,27	94,98	31,66	169,43
Jun	92,09	56,05	75,37	92,93	142,74	14,11	16,18	109,13	86,08	148,74
Jul	192,79	117,01	5,73	116,62	144,89	6,51	9,13	61,75	35,72	108,91
Ags	20,20	80,73	1,66	184,40	70,36	5,65	4,68	41,81	103,01	100,53
Sep	21,56	3,52	2,71	209,29	26,93	15,57	6,50	20,74	106,24	171,26

Bulan	Tahun									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Okt	28,52	23,76	0,00	216,63	557,45	0,33	5,38	199,49	130,74	352,83
Nop	123,03	124,33	238,60	240,63	387,52	238,33	47,35	166,96	275,09	292,29
Des	372,26	203,41	293,26	252,87	157,30	213,45	142,22	233,10	141,00	172,23



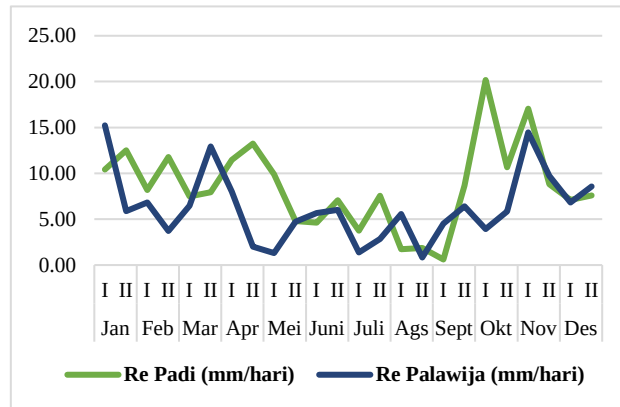
Gambar 12. DAS Citanduy-Pataruman

Dalam mengelola curah hujan rata-rata diperlukan luas pengaruh setiap pos curah hujan yang diambil, untuk luas pengaruh tersebut dapat diketahui dan diperhitungkan dengan metode *Polygon Thiessen*. Terdapat enam pos pengamatan curah hujan digunakan sebagai kelengkapan penelitian data curah hujan, yakni Pataruman, Ciamis Kota, Tejakalapa, Cimulu, Cigede, dan Pagerageung, dengan kurun waktu 10 tahun terakhir, dari 2013 hingga 2022. Tabel 3 memperlihatkan hasil perhitungan curah hujan rata-rata. Data curah hujan ini diperoleh berdasarkan pengukuran di lapangan dengan alat ukur penakar hujan. Tabel 4 berikut adalah hasil analisis dari curah hujan efektif untuk tanaman padi dan tanaman palawija.

Tabel 4. Curah hujan efektif padi dan palawija

Bulan	Periode	Padi (R80)	Palawija (R50)	Re Padi (mm)	Re Palawija (mm)	Jumlah hari setengah bulan	Re Padi (mm/hari)	Re Palawija (mm/hari)
Jan	I	223.17	326.33	156.22	228.43	15	10.41	15.23
	II	286.00	134.17	200.20	93.92	16	12.51	5.87
Feb	I	175.17	146.33	122.62	102.43	15	8.17	6.83
	II	218.50	69.17	152.95	48.42	13	11.77	3.72
Mar	I	160.50	138.50	112.35	96.95	15	7.49	6.46
	II	181.33	295.67	126.93	206.97	16	7.93	12.94
Apr	I	245.50	171.67	171.85	120.17	15	11.46	8.01
	II	283.67	42.67	198.57	29.87	15	13.24	1.99
Mei	I	211.67	27.67	148.17	19.37	15	9.88	1.29
	II	109.67	108.00	76.77	75.60	16	4.80	4.73
Jun	I	99.33	121.17	69.53	84.82	15	4.64	5.65
	II	151.50	129.17	106.05	90.42	15	7.07	6.03
Jul	I	80.17	29.33	56.12	20.53	15	3.74	1.37
	II	172.67	64.83	120.87	45.38	16	7.55	2.84
Ags	I	36.83	119.17	25.78	83.42	15	1.72	5.56
	II	42.83	18.83	29.98	13.18	16	1.87	0.82

Bulan	Periode	Padi (R80)	Palawija (R50)	Re Padi (mm)	Re Palawija (mm)	Jumlah hari setengah bulan	Re Padi (mm/hari)	Re Palawija (mm/hari)
Sep	I	13.00	97.00	9.10	67.90	15	0.61	4.53
	II	186.00	137.17	130.20	96.02	15	8.68	6.40
Okt	I	432.33	84.00	302.63	58.80	15	20.18	3.92
	II	244.00	133.67	170.80	93.57	16	10.68	5.85
Nov	I	365.33	309.83	255.73	216.88	15	17.05	14.46
	II	189.17	208.17	132.42	145.72	15	8.83	9.71
Des	I	152.00	145.83	106.40	102.08	15	7.09	6.81
	II	173.67	195.50	121.57	136.85	16	7.60	8.55



Gambar 13. Grafik curah hujan efektif tanaman padi dan palawija

Dari Gambar 13 dapat dilihat hasil perbandingan kebutuhan curah hujan efektif antara tanaman padi dan tanaman palawija, sesuai dengan hasil rekapitulasi yang telah dihitung. Perlu diperhatikan bahwa dari grafik tersebut, terlihat dengan jelas bahwa tanaman padi memiliki kebutuhan curah hujan efektif yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan tanaman palawija. Artinya, tanaman padi dapat tumbuh dan berkembang dengan memerlukan curah hujan yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman palawija. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah probabilitas yang diterapkan pada kedua jenis tanaman ini dalam mengelola curah hujan. Tanaman palawija, sebagai contoh, memiliki probabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman padi, yaitu sekitar 50%. Probabilitas ini mencerminkan seberapa sering tanaman palawija mengandalkan curah hujan dalam pertumbuhannya. Tanaman padi cenderung memiliki kebutuhan air yang lebih tinggi daripada tanaman palawija, terutama pada fase pembentukan malai dan pembentukan bulir padi. Kebutuhan air yang lebih tinggi ini bisa menjelaskan mengapa curah hujan efektif padi harus lebih tinggi daripada palawija.

Hasil Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Metode *Van de Goor* dan *Zijlstra* digunakan sebagai pendekatan guna menghitung serta mengetahui kebutuhan air dalam tahap penyiapan lahan. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan diperlihatkan pada Tabel 5.

$$IR = \frac{Me^k}{(e^k - 1)} \quad (6)$$

$$M = Eo + P \quad (7)$$

$$Eo = 1,1 \times Eto \quad (8)$$

$$k = \frac{MT}{S} \quad (9)$$

Dimana:

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

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi pada di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)

Eo = Evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan sebesar 200 mm + 50 mm untuk lapisan genangan

e = Bilangan alam (natural) = 2,718

Tabel 5. Kebutuhan air dalam tahap penyiapan lahan

Bulan	ET _o	E _o = 1.1*ET _o	P	M = E _o + P	K = M T / S		IR = M * e ^k / (e ^k - 1)	
					T = 30 hari		T = 30 hari	
					S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
Jan	3.71	4.08	2	6.08	0.73	0.61	11.74	13.35
Feb	3.98	4.37	2	6.37	0.76	0.64	11.92	13.52
Mar	3.90	4.29	2	6.29	0.75	0.63	11.87	13.47
Apr	4.02	4.43	2	6.43	0.77	0.64	11.96	13.56
Mei	3.56	3.91	2	5.91	0.71	0.59	11.64	13.24
Jun	3.18	3.50	2	5.50	0.66	0.55	11.39	13.00
Jul	3.34	3.67	2	5.67	0.68	0.57	11.49	13.10
Ags	3.63	4.00	2	6.00	0.72	0.60	11.69	13.30
Sep	3.91	4.30	2	6.30	0.76	0.63	11.88	13.48
Okt	4.22	4.64	2	6.64	0.80	0.66	12.09	13.68
Nov	3.94	4.34	2	6.34	0.76	0.63	11.90	13.50
Des	3.84	4.22	2	6.22	0.75	0.62	11.83	13.43

Dalam tahap menganalisis kebutuhan air yang diperlukan di sawah (NFR) dan yang diperlukan pada pintu pengambilan/*intake* (DR) (Hasmianti, L, 2022), maka penyiapan lahan (T) dapat ditentukan selama 30 hari dengan jumlah kebutuhan air penjenahan (S) sebesar 300 mm. Setelah itu menganalisis untuk memperoleh kebutuhan air tanaman (*Consumptive Use*):

Kebutuhan bersih air di sawah

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR} \quad (10)$$

Kebutuhan bersih air di pintu pengambilan

$$\text{DR} = \frac{\text{NFR}}{8,64 \times \text{ef}} \quad (11)$$

Kebutuhan total air di sawah

$$\text{GFR} = \text{ETc} + \text{P} + \text{WLR} \quad (12)$$

Sehingga dapat memperoleh curah hujan efektif dengan hasil bahwa musim hujan yang terjadi dimulai pada periode I bulan November. Di daerah irigasi Lakkok Utara, diterapkan pola tanam gabungan padi-padi-palawija, serta budidaya palawija berupa tanaman jagung.

Tabel 6. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi pola tanam padi-padi-palawija dimulai awal bulan November dengan luas daerah irigasi 6.219,00 ha

MT	Bulan	Kebutuhan Air Di Sawah						
		Minggu ke-	Padi	Palawija	Total Kebutuhan (lt/dt/ha)	Kebutuhan Air (NFR)		DR (lt/dt/ha)
						(lt/dt)	(m3/dt)	
MT I	Nov	I	0,23		0,23	1419,17	1,42	0,16
		II	0,60	0,60	1,19	7416,85	7,42	0,86
	Des	I	0,09	0,09	0,19	1165,87	1,17	0,13
		II	0,56	0,56	1,12	6945,12	6,95	0,80
	Jan	I	0,45	0,45	0,91	5647,59	5,65	0,65
		II	0,56	0,56	1,13	7000,52	7,00	0,81
	Feb	I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mar	I	0,26		0,26	1603,75	1,60	0,19
		II	0,88	0,88	1,77	10996,85	11,00	1,27
MT II	Apr	I	0,20	0,20	0,39	2429,25	2,43	0,28
		II	0,38	0,38	0,77	4774,62	4,77	0,55
	Mei	I	0,95	0,95	1,90	11786,92	11,79	1,36
		II	0,38	0,38	0,77	4776,08	4,78	0,55
	Jun	I	0,99	0,99	1,98	12283,01	12,28	1,42
		II	0,34	0,34	0,68	4211,86	4,21	0,49
	Jul	I	1,40		1,40	8712,36	8,71	1,01
		II	1,52	1,52	3,04	18902,01	18,90	2,19
	Ags	I	1,08	1,08	2,16	13440,78	13,44	1,56
		II	1,11	1,11	2,21	13759,20	13,76	1,59
MT III	Sep	I	1,03	1,03	2,06	12797,40	12,80	1,48
		II	0,96	0,96	1,93	11989,43	11,99	1,39
	Okt	I	1,12	1,12	2,25	13962,04	13,96	1,62
		II	0,95	0,95	1,90	11829,89	11,83	1,37

Hasil perhitungan yang diperlihatkan pada Tabel 6 memberikan gambaran yang sangat berharga dalam hal kebutuhan air irigasi selama periode tertentu. Pada bulan Juli, terutama dalam periode kedua, dapat diamati bahwa terjadi kebutuhan air irigasi yang paling tinggi, mencapai 2,19 lt/dt/ha. Ini menandakan bahwa pada bulan ini, tanaman yang ada di lahan tersebut memerlukan suplai air yang cukup besar untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebaliknya, jika diamati kebutuhan air terendah dalam perhitungan ini, ditemukan pada bulan Desember, khususnya pada periode pertama. Pada bulan ini, kebutuhan air irigasi mencapai 0,13 lt/dt/ha. Ini menunjukkan bahwa pada saat itu, tanaman yang ditanam memerlukan jumlah air yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya.

Analisis Debit Andalan

Data yang terkumpul mencakup luas tangkapan Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy sebesar 1308,11 km². Perhitungan debit air menggunakan pendekatan metode *Natural Rural Electrical Cooperation Agency (NRECA)* (Widyaningsih et al., 2021), yang kemudian diikuti dengan analisis untuk menentukan debit andalan dengan probabilitas 80% (Q_{80}) (Rahman. A.L et al., 2019) menggunakan metode *Weibull*. Tabel 7 memperlihatkan hasil perhitungan debit dengan metode *NRECA*.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil perhitungan debit metode *NRECA*

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
1	2013	235,55	221,50	144,91	175,48	98,76	64,02	85,94	45,09	27,96	16,23	25,01	142,29
2	2014	68,46	81,20	100,94	95,89	50,43	31,27	33,38	18,04	11,19	6,49	23,89	64,67
3	2015	44,97	101,06	117,69	103,69	64,46	38,90	22,56	13,54	8,39	4,87	63,74	115,22
4	2016	88,45	151,21	137,82	97,86	78,88	52,49	43,55	63,18	84,64	88,39	112,11	125,58
5	2017	132,21	145,12	112,00	142,09	160,67	118,00	94,71	52,91	32,81	237,47	259,45	164,33
6	2018	113,95	148,98	131,04	111,00	59,69	37,01	21,49	12,89	7,99	4,64	72,26	89,66
7	2019	58,40	141,68	121,21	164,74	103,10	61,26	35,57	21,34	13,23	7,68	4,76	19,66
8	2020	53,07	87,25	76,98	86,73	50,45	43,08	23,43	14,06	8,72	57,65	64,70	99,21
9	2021	132,67	112,95	68,45	69,53	36,76	28,35	15,76	15,43	17,27	25,69	105,50	73,05
10	2022	111,03	162,41	140,87	167,75	123,76	107,12	70,95	48,01	67,81	157,52	182,51	132,81

Debit andalan dengan probabilitas 80% (Q_{80}) dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan:

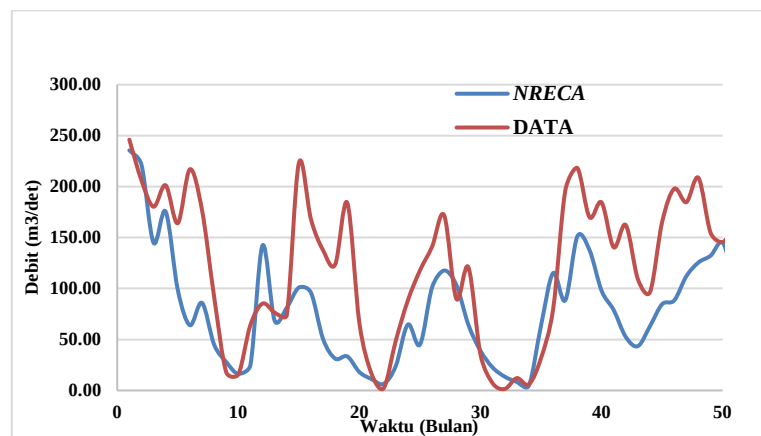
m = Urutan Nomor

n = Total data

Maka dari hasil perhitungan menggunakan pemodelan *NRECA* didapatkan dari 120 data debit dengan hasil debit andalan dengan probabilitas 80% (Q_{80}) sebesar 132,67 m³/detik, dan debit andalan terbesar adalah 259,45 m³/detik. Tabel 8 memperlihatkan nilai debit andalan.

Tabel 8. Debit andalan probabilitas 80%

Nomor Urut	Tahun	Bulan	Debit m ³ /s	Probabilitas
97	2021	Januari	132,67	0,80



Gambar 14. Grafik pemodelan data debit dengan metode *NRECA*

Berdasarkan Gambar 14, dapat dilihat hasil dari data debit dan debit perhitungan dengan metode *NRECA* dimana hasilnya sebagian data debit melebihi nilai dan hasil *NRECA*, maka hasil dari *NRECA* dapat diambil sebagai debit andalan dalam penelitian ini dengan probabilitas 80% (Q_{80}). Dalam proses analisis debit andalan ini diperlukan data yang menunjang, data yang digunakan adalah data debit dari Bendung Pataruman Kota Banjar. Data debit tersebut diperoleh berdasarkan hasil pengukuran di lapangan menggunakan pengukuran *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) atau pos duga air.

Analisis Faktor K

Faktor K adalah perbandingan antara debit yang tersedia dengan debit yang dibutuhkan seperti pada persamaan 14. Ketersediaan air mencukupi untuk mengairi areal pesawahan jika faktor $K \geq 1$, sedangkan jika faktor $K < 1$ ketersediaan air tidak mencukupi. Tabel 9 memperlihatkan hasil rekapitulasi faktor K.

$$K = \frac{\text{Ketersediaan Debit Air}}{\text{Kebutuhan Debit Air}} \quad (14)$$

Tabel 9. Rekapitulasi faktor K

No	Bulan	Periode	Kebutuhan Air		Ketersediaan air		Faktor K
			(lt/dt)	(m3/dt)	(lt/dt)	(m3/dt)	
1	Jan	I	1419.17	1.42	103877.09	103.88	73.20
		II	7416.85	7.42	103877.09	103.88	14.01
2	Feb	I	1165.87	1.17	135336.32	135.34	116.08
		II	6945.12	6.95	135336.32	135.34	19.49
3	Mar	I	5647.59	5.65	115190.76	115.19	20.40
		II	7000.52	7.00	115190.76	115.19	16.45
4	Apr	I	0.00	0.00	121476.68	121.48	-
		II	0.00	0.00	121476.68	121.48	-
5	Mei	I	1603.75	1.60	82696.66	82.70	51.56
		II	10996.85	11.00	82696.66	82.70	7.52
6	Juni	I	2429.25	2.43	58150.49	58.15	23.94
		II	4774.62	4.77	58150.49	58.15	12.18
7	Juli	I	11786.92	11.79	44735.28	44.74	3.80
		II	4776.08	4.78	44735.28	44.74	9.37
8	Ags	I	12283.01	12.28	30448.93	30.45	2.48
		II	4211.86	4.21	30448.93	30.45	7.23
9	Sept	I	8712.36	8.71	27999.58	28.00	3.21
		II	18902.01	18.90	27999.58	28.00	1.48
10	Okt	I	13440.78	13.44	60664.80	60.66	4.51
		II	13759.20	13.76	60664.80	60.66	4.41
11	Nov	I	12797.40	12.80	91393.55	91.39	7.14
		II	11989.43	11.99	91393.55	91.39	7.62
12	Des	I	13962.04	13.96	102646.76	102.65	7.35
		II	11829.89	11.83	102646.76	102.65	8.68

Analisis Perhitungan Menggunakan CROPWAT 8.0

1. Analisis Evapotranspirasi

Pengumpulan data iklim mencakup informasi mengenai suhu udara, kelembapan rata-rata, kecepatan angin rata-rata, serta intensitas sinar matahari rata-rata (Laurentia & Arlensietami, 2022). Semua data tersebut bersumber dari stasiun klimatologi di Majenang. Tabel 10 memperlihatkan nilai evapotranspirasi.

Tabel 10. Nilai evapotranspirasi menggunakan CROPWAT 8.0

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
ETo (mm/hari)	3,69	3,94	3,85	3,98	3,55	3,20	3,34	3,61	3,86	4,10	3,93	3,85

2. Analisis Curah Hujan Efektif

Data curah hujan yang dimasukkan dalam menu “*Rain*” digunakan untuk menganalisis curah hujan efektif padi (R_{80}) dan palawija (R_{50}) (Sumadriansyah, 2019) seperti pada Tabel 11. Selanjutnya, dalam opsi “*Fixed Percentage*,” melakukan perubahan menjadi 80% dan 50% sesuai dengan parameter yang diperlukan.

Tabel 11. Analisis curah hujan efektif tanaman padi dan palawija menggunakan CROPWAT 8.0

Bulan	R80 eff	R50 eff
	mm/bulan	mm/bulan
Jan	138,2	86,4
Feb	185,4	115,9
Mar	172,7	108
Apr	171,7	107,3
Mei	90,4	56,5
Jun	69	43,1
Jul	62,4	39
Ags	50,9	31,8
Sep	48,3	30,2
Okt	112,2	70,1
Nov	174,7	109,2
Des	178,7	111,7
Total	1454,7	909,2

3. Analisis Kebutuhan Air

Input data koefisien tanaman, awal tanam, dan tanah (Laurentia & Arlensietami, 2022). Data tanaman dapat diperoleh dari *data base* FAO. Berdasarkan data waktu persiapan lahan (LP) untuk padi musim tanam I dimulai pada bulan November periode I dan padi musim tanam II dimulai pada bulan Maret periode I. Untuk padi I masukan tanggal 1 dan bulan 11 dan padi 2 tanggal 1 bulan 3 pada kolom *Sowing date*. Tahap awal (*initial*) 25 hari, tahap perkembangan (*development*) 25 hari, tahap pertengahan musim (*mid-season*) 45 hari, dan tahap akhir musim (*late season*) 25 hari (Sagita et al., 2020).

Untuk melengkapi sebagian data tanaman palawija, digunakan data dari FAO (*Open-FAO-Maize*). Pada kolom *Sowing date* masukan tanggal awal penanaman yaitu 15 Juli. Tahap awal (*initial*) 20 hari, tahap perkembangan (*development*) 25 hari, tahap pertengahan musim (*mid-season*) 25 hari, dan tahap akhir musim (*late season*) 10 hari. Menurut Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy bagian Unit Pengelolaan Irigasi bidang Operasional dan Pemeliharaan, karakteristik tanah Daerah Irigasi Lakbok Utara merupakan tanah lempung, maka diambil *Medium loam* (Sumadriansyah, 2019). Tabel 12 memperlihatkan besar kebutuhan air padi dan palawija.

Tabel 12. Kebutuhan air padi dan palawija menggunakan Software CROPWAT 8.0

Musim Tanam	Bulan	Periode	IR = NFR	DR
			mm/dec	lt/dt/ha
MT I	Nov	1	0,00	0,00
	Nov	2	0,00	0,00
	Nov	3	0,00	0,00
	Des	1	0,00	0,00
	Des	2	0,00	0,00
	Des	3	0,00	0,00
	Jan	1	0,00	0,00
	Jan	2	0,00	0,00
	Jan	3	0,00	0,00
	Feb	1	0,00	0,00
	Feb	2	0,00	0,00
	Feb	3	0,00	0,00
MT II	Mar	1	0,00	0,00
	Mar	2	0,00	0,00
	Mar	3	0,00	0,00
	Apr	1	0,00	0,00
	Apr	2	0,00	0,00
	Apr	3	0,00	0,00
	Mei	1	0,00	0,00
	Mei	2	7,70	0,89
	Mei	3	11,30	1,31

Musim Tanam	Bulan	Periode	IR = NFR	DR
			mm/dec	lt/dt/ha
	Jun	1	7,20	0,83
	Jun	2	6,80	0,79
	Jun	3	0,40	0,05

Tabel 12. Kebutuhan air padi dan palawija menggunakan *Software CROPWAT 8.0* (lanjutan)

Musim Tanam	Bulan	Periode	IR = NFR	DR
			mm/dec	lt/dt/ha
MT III	Jul	1	14,50	1,68
	Jul	2	15,70	1,82
	Jul	3	21,50	2,49
	Ags	1	18,90	2,19
	Ags	2	19,70	2,28
	Ags	3	23,70	2,74
	Sep	1	22,90	2,65
	Sep	2	25,10	2,91
	Sep	3	18,00	2,08
	Okt	1	9,20	1,06
	Okt	2	0,70	0,08
	Okt	3	0,00	0,00

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan area luas Daerah Irigasi Lakbok Utara Kota Banjar mencapai 6.219,00 ha dan penerapan pola tanam padi-padi-palawija yang dimulai pada awal pengolahan pada bulan November, melakukan perhitungan kebutuhan air. Ini dilakukan dengan metode manual yang merujuk pada Standar Perencanaan Irigasi KP-01, dan menggunakan persamaan dari *Van de Goor* dan *Zijlstra*. Dalam perhitungan ini, didapatkan nilai kebutuhan air maksimum sebesar 2,19 lt/dt/ha, dengan kebutuhan air minimum sebesar 0,13 lt/dt/ha.
2. Daerah Irigasi Lakbok Utara Kota Banjar, dengan luas wilayah mencapai 6.219,00 ha dan pola tanam padi-padi-palawija dimulai pada awal bulan November, melakukan perhitungan kebutuhan air menggunakan *Software CROPWAT 8.0*. Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan air maksimum sebesar 2,91 lt/dt/ha, sedangkan kebutuhan air minimum adalah 0,05 lt/dt/ha.
3. Hasil perhitungan ketersediaan air di Bendung Pataruman menggunakan metode *NRECA*, dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy yang memiliki luas 1308,11 km², menunjukkan bahwa debit andalan dengan probabilitas 80% (Q₈₀) adalah sekitar 132,67 m³/detik. Hasil ini didasarkan pada perhitungan faktor K dengan mempertimbangkan pola tanam padi-padi-palawija. Kesimpulannya, terdapat ketersediaan air yang mencukupi, terutama pada bulan September periode II, dengan sejumlah area yang memiliki surplus air.

Saran

Untuk menyalurkan kelebihan dari ketersediaan air pada setiap petak-petak tersier atau untuk saluran sekunder maka perlu adanya koordinasi yang baik sehingga pasokan air dapat merata secara opsional dalam pemanfaatannya, tidak kurang maupun tidak lebih. Dan untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar bisa melakukan analisis perbandingan untuk perbedaan hasil dari perhitungan secara manual dan dengan *Software CROPWAT 8.0*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afwan, M. (2021). Pengaruh Pengelolaan Jaringan Irigasi Terhadap Produktivitas Kawasan Pertanian dan Perikanan di Desa Koto Pangean Kecamatan Pangean Kabupaten Kuantan Singingi. 4(1), 693–702.
- Balqis, E. I., Yupi, H. M., & Suyanto, H. (2022). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi. Jurnal Transukma, 04(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.36277/transukma.v4i2.102>
- BSN. (2012). “Sni 7745:2012 Tata cara penghitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode Penman-Monteith”: Vol. RSNI T-01 (p. 17).

- Hasmianti, L, A. A. (2022). Analisis Ketersediaan Air Untuk Kebuthan Daerah Irigasi Bulucenrana Pada DAS Bila – Walanae (Issue Augst). Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Junior, S. A. A. (2020). Debit Aliran Di Pintu Intake Dan Dimensi Saluran Ditinjau Dari Pola dan Masa Tanam di Daerah Irigasi Rambut. Uniiversitas Negeri Semarang.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). Standar Perencanaa Irigasi (KP-01). In Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2018). Program Pengembangan Dan Pengelolaan Sistem Irigasi Di Indonesia 2018. In Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2015). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Nomor 12/PRT/M/2015,
- Laurentia, S. C., & Arlensietami, L. (2022). Aplikasi Cropwat 8.0 Untuk Merencanakan Pola Tanam Optimal Dan Memaksimalkan Hasil Pertanian Di Kecamatan Gunungpati. Jurnal Sumber Daya Air, 18(2), 121–132. <https://doi.org/10.32679/jsda.v18i2.772>
- Permana, S., & Ramadhan, D. P. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Citameng II Kabupaten Garut. Jurnal Konstruksi, 20(1), 103–114. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1020>
- Rahman. A.L, A., Fauzi, M., & Sujatmoko, B. (2019). Sistem Pemberian Air secara Rotasi Daerah Irigasi Kaiti Samo di Kabupaten Rokan Hulu. Jurnal Teknik, 13(1), 43–51. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2931>
- Sagita, D., Oksana, O., & Septirosya, T. (2020). Estimasi Kebutuhan Air Irigasi Padi (*Oryza sativa* L.) di Desa Koto Perambahan Kecamatan Kampar Timur Berdasarkan Model Software Cropwat 8.0. Jurnal Agroteknologi, 11(1), 17. <https://doi.org/10.24014/ja.v11i1.9988>
- Sahrudin, Permana, S., & Farida, I. (2016). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Untuk Daerah Irigasi Cimanuk Kabupaten Garut. Jurnal Konstruksi, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.12-1.270>
- Shalsabillah, H., Amri, K., & Gunawan, G. (2018). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode Cropwat Version 8.0 (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan). Jurnal Inersia Oktober, 10(2), 61–68.
- Sumadriansyah, A. A. (2019). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Cropwat 8.0 (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Persawahan Daerah Mamburungan Timur). Skripsi, 0, 1–105.
- Widyaningsih, K. waasiu, Harisuseno, D., & Soetopo, W. (2021). Perbandingan Metode FJ. Mock dan NRECA untuk Transformasi Hujan Menjadi Debit pada DAS Metro Kabupaten Malang, Jawa Timur. Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air, 1(1), 52–61. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.05>
- Wiguna, P. P. K. (2019). Metode Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi. In Universitas Udayana. Universitas Udayana.

