

SISTEM OPERASIONAL BENDUNG BARAN DITINJAU DARI KETERSEDIAAN AIR

*Paska Wijayanti¹, Reki Arbianto², Sintia Kareri Laki³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

^{*}Email: paska.wijayanti@lecture.utp.ac.id

ABSTRACT

Indonesia's population majority depends on agriculture as food source, irrigation water availability from a weir can influence agricultural sector success level and determine national economy level. Baran Weir irrigates an irrigation area with 179 ha area. This research aims to determine Baran Weir operating system regarding water availability and irrigation water needs. The methods used are FJ.Mock method to calculate water availability, KP-01 method to calculate irrigation water needs, and water balance method to calculate operational simulations. Rainfall data used is Cengklik Reservoir Station for 10 years (2013-2022), climatology data, Baran Weir technical data, and irrigation network scheme/layout. Water availability calculation results is able to serve irrigation water needs with an average monthly discharge of 2,73 m³/s, where the largest discharge in January was 5,495 m³/s and the lowest discharge in August was 0,93 m³/s. The irrigation water needs calculating results show that the monthly average discharge is 0,44 m³/s, where the largest discharge was obtained at 0,60 m³/s in second period of June and the lowest discharge was obtained at 0,21 m³/s, namely in first period. March. Baran Weir operations simulation results show that water availability and irrigation water requirements during the rice planting period are not sufficient in July and August. This is due to minimal rainfall, there are several damaged irrigation networks, and rubbish accumulation, so that change in storage volume calculation result plus Baran Weir volume initial storage is below Baran Weir minimum storage volume.

Keywords: *water availability, water requirement, weir operation simulation*

ABSTRAK

Sebagian besar penduduk Indonesia bergantung pada pertanian sebagai sumber pangan, ketersediaan air irigasi dari suatu bendung dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan sektor pertanian serta menentukan tingkat ekonomi nasional. Bendung Baran mengairi daerah irigasi (D.I) dengan luas area 179 ha. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem operasi Bendung Baran terhadap ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi. Metode yang digunakan yaitu metode FJ.Mock untuk menghitung ketersediaan air, metode KP-01 untuk menghitung kebutuhan air irigasi, dan metode imbangan air untuk menghitung simulasi operasi. Data hujan yang digunakan adalah Stasiun Waduk Cengklik selama 10 tahun (2013-2022), data klimatologi, data teknis Bendung Baran, dan skema/layout jaringan irigasi. Hasil perhitungan ketersediaan air mampu melayani kebutuhan air irigasi dengan debit bulanan rerata sebesar 2,73 m³/detik, dimana debit terbesar dibulan Januari sebesar 5,495 m³/detik dan debit terendah dibulan Agustus sebesar 0,93 m³/detik. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi menunjukkan debit rerata bulanan sebesar 0,44 m³/detik, dimana debit terbesar diperoleh sebesar 0,60 m³/detik pada periode kedua bulan Juni dan debit terendah diperoleh sebesar 0,21 m³/detik yaitu pada periode pertama bulan Maret. Hasil perhitungan simulasi operasi Bendung Baran menunjukkan ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada masa tanam padi tidak memenuhi pada bulan Juli dan Agustus. Hal ini dikarenakan minimnya curah hujan, terdapat beberapa jaringan irigasi yang rusak, dan adanya penimbunan sampah, sehingga hasil perhitungan perubahan volume tampungan ditambah dengan volume tampungan awal Bendung Baran berada dibawah tampungan minimum Bendung Baran.

Kata kunci: ketersediaan air, kebutuhan air, simulasi operasi bendung

1. PENDAHULUAN

Air sangat penting karena tanpanya tidak ada kehidupan di Bumi. Karena makhluk hidup tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air, maka potensi air harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk penyediaan air dalam berbagai keperluan, salah satunya adalah untuk irigasi. Air irigasi sangat penting untuk kelangsungan produktivitas pertanian karena sebagai penunjang utama sumber pangan dan menentukan tingkat ekonomi nasional. Pengoperasian dan pengelolaan air irigasi masih menghadapi banyak tantangan untuk memastikan keberlanjutan air. Tantangannya seperti minimnya curah hujan akibat kemarau yang berkepanjangan, persaingan dalam penggunaan air untuk berbagai keperluan, penimbunan sampah, dan beberapa jaringan irigasi yang tidak layak. Oleh karena itu, ketersediaan dan kebutuhan air sangat memengaruhi produksi pertanian melalui sistem operasi air irigasi. Untuk memenuhi kebutuhan air di sektor pertanian, maka diperlukan sistem irigasi dan bangunan bendung. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui sistem operasi Bendung Baran terhadap ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi (D.I) Baran.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu keterbaruan penelitian ini memiliki karakteristik yang relative sama, dalam hal metode dan rumus yang digunakan. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu studi kasus, lokasi penelitian, permasalahan, dan pembahasan. Mizanuddin Sitompul, dkk (2018),

melakukan penelitian menganalisis ketersediaan air, kebutuhan air, dan mengevaluasi neraca air antara ketersediaan air dengan kebutuhan air masa mendatang di DAS Deli Kota Medan. Metode yang digunakan adalah FJ Mock. Hasil analisis menunjukkan jumlah ketersediaan air terhadap kebutuhan air di DAS Deli adalah surplus dalam kurun waktu satu tahun, *water balanced* tertinggi pada Bulan September pertengahan pertama sebesar 43,526 m³/det. Potensi defisit terjadi pada Bulan Maret pertengahan pertama (*water balanced* -1,425 m³/det) sehingga perlu dilakukan penanganan dalam menanggulangi defisit air tersebut oleh stakeholder atau pemerintah [1].

Prima Jaya Osly, dkk (2019), melakukan penelitian menganalisis seberapa besar potensi kebutuhan air dan ketersediaan air berdasarkan debit andalan di Kabupaten Monokwari Provinsi Papua Barat. Metode yang digunakan adalah FJ Mock. Debit bulanan pada periode waktu 2010-2018 dan rekapitulasi debit rata-rata bulanan didapatkan debit andalan minimum sebesar 7,07 m³/det. Sedangkan debit maksimum sebesar 24,08 m³/det dan debit andalan minimum tahunan sebesar 96,59 m³/det pada tahun 2010 dan debit andalan maksimum tahunan sebesar 211,18 m³/det pada tahun 2010. Ketersediaan air di Kabupaten Manokwari mengalami surplus dengan konsumsi kebutuhan terbesar didominasi sektor pertanian dan sektor peternakan memiliki permintaan konsumsi air terendah [2].

Leni Dwiwana, dkk (2019), melakukan penelitian untuk mengetahui besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air Daerah Irigasi (D.I) Terdu Anjongan di Desa Anjongan. Metode yang digunakan adalah Penman Modifikasi untuk perhitungan evapotranspirasi dan F.J.Mock untuk ketersediaan air irigasi. Hasil analisa ketersediaan air didapat debit andalan 80% Sungai Tangkit sebesar 0,028 m³/det (28 liter/detik). Analisa imbang air dengan membandingkan debit ketersediaan dan debit di pintu pengambilan diperoleh hasil dari kedua pola tanam yang dianalisa menunjukkan ketersediaan air memungkinkan penanaman dengan pola padi-padi dan pola tanam padi-padi jagung [3].

Novia Komala Sari, dkk (2023), melakukan penelitian untuk menganalisis kebutuhan air dan mengetahui neraca kesetimbangan air di D.I Cikunten II. Metode yang digunakan adalah KP01 dan program *Cropwat*. Hasil analisis diperoleh kebutuhan air pada pola tanam padi-padi-palawija dengan KP01 lebih besar dibandingkan dengan hasil *Cropwat* dengan persentase mencapai 277,42%. Ketersediaan air D.I Cikunten menggunakan *Cropwat* masih memenuhi kebutuhan air ditandai dengan factor k yang lebih stabil dibandingkan metode KP01 [4].

Puput Puji Susanti, dkk (2020), melakukan penelitian untuk menganalisis sistem operasi Bendung Arca dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi di D.I Kedung Limus Kabupaten Banyumas. Metode yang digunakan adalah membandingkan antara debit terbagi dengan kebutuhan air keseluruhan. Hasil analisis menunjukkan pada bulan April-Juni pengoperasian pemberian debit masih mencukupi kebutuhan airnya, namun debit yang diberikan semakin berkurang karena memasuki musim kemarau. Pada bulan Juli-Oktober pengoperasian debit tidak mencukupi kebutuhan airnya karena bertepatan dengan musim kemarau [5].

Irigasi merupakan upaya penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian dan memanfaatkan air irigasi yang tersedia secara efisien, efektif dan optimal agar produktivitas pertanian dapat meningkat sesuai yang diharapkan [6]. Bendung adalah bangunan air melintang sungai yang sengaja dibuat untuk meninggikan tingkat muka air dengan tujuan air sungai dapat disadap sesuai dengan kebutuhan/pemanfaatan [7].

Ketersediaan air dapat diartikan dalam berbagai cara, lokasi ketersediaan air dapat merujuk pada suatu tempat, seperti pos duga air, bendung tempat pengambilan air irigasi, dan sebagainya, dimana satuan yang kerap digunakan adalah berupa nilai debit aliran. [8]. Angka yang menunjukkan variabilitas ketersediaan air sekaligus menunjukkan seberapa besar debit yang dapat diandalkan disebut dengan debit andalan [8]. Kebutuhan air irigasi adalah volume air yang dialirkan dari suatu bangunan pengambilan irigasi untuk mengairi satu satuan luas sawah (1 Ha) secara fungsional untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan mempertimbangkan volume air yang diberikan oleh alam seperti hujan dan kontribusi air tanah [9]. Simulasi operasi bendung merupakan suatu teknik pemodelan pelepasan air pada bendung untuk menyuplai kebutuhan air di hilir berdasarkan fungsi dari *inflow* (ketersediaan air), *outflow* (kebutuhan air), dan kapasitas bendung [10].

2. LANDASAN TEORI

Evapotranspirasi (ET) adalah perpaduan proses penguapan air dari tanah (evaporasi) dan penguapan air dari tanaman (transpirasi). Apabila ketersediaan air tidak menjadi faktor pembatas, maka evapotranspirasi akan mencapai kondisi maksimal (evapotranspirasi potensial) atau evapotranspirasi potensial akan berlangsung bila

ketersediaan air tidak terbatas bagi stomata maupun permukaan tanah [11]. Persamaan untuk menghitung evapotranspirasi potensial (ET_o) menggunakan Metode Penman-Monteith sebagai berikut.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta R_n + \gamma \frac{900}{(T + 273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

Dimana: E_{to} adalah Evapotranspirasi potensial (mm/hari), R_n adalah radiasi matahari netto diatas permukaan tanaman (MJ/m²/hr), T adalah suhu udara rerata (oc), U₂ adalah kecepatan angin pada ketinggian 2 m dari atas permukaan tanah (m/s), E_s adalah tekanan uap air jenuh (Kpa), E_a adalah Tekanan uap air actual (Kpa), Δ adalah kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu (Kpa/°c), γ adalah konstanta psikometrik (Kpa/°c).

Evapotranspirasi aktual merupakan kemampuan air untuk menguap dan lebih dipengaruhi fisiologi tanaman dan faktor tanah, besarnya sangat berpengaruh pada kebutuhan air selama penyiapan lahan dan dapat dihitung dengan menghitung evaporasi terbuka (E_o). Pemodelan untuk penaksiran debit dengan interval waktu bulanan menggunakan metode F.J.Mock. baku. Model ini menggunakan data hujan, data luas DAS, evapotranspirasi potensial, evapotranspirasi terbatas, evaporasi aktual, dan keseimbangan air di permukaan tanah.

$$E_e = \left(\frac{m}{20}\right) \cdot (18 - n) \cdot ET_o$$

$$E_a = ET_o - E_e$$

Dimana: E_{to} adalah evapotranspirasi potensial (mm /bulan), E_e adalah evapotranspirasi terbatas (mm /bulan), m adalah singkapan lahan (*exposed surface*), n adalah jumlah hari hujan, E_a adalah evaporasi actual.

Perhitungan keseimbangan air diawali dengan mencari kelebihan hujan atau *excess rainfall*. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk perhitungan keseimbangan air.

$$\Delta S = R - E_a$$

$$SR = 0,5 \times R$$

$$WS = R - SR$$

$$I = if \times WS, (if = 40\%)$$

$$0,5(1+K) I, K = 60\%$$

$$\text{Water storage} = K \times (V_n - 1)$$

$$V_n = (0,8 \times i) + (k \times (V_n - 1))$$

$$\Delta V_n = V_n - (V_n - 1)$$

$$BF = I - \Delta V_n$$

$$DR = WS - I$$

$$RO = BF + DR + SR$$

$$Q_{\text{Bulan}} = \frac{RO \times A \times 1000}{60 \times 60 \times 24 \times 31}$$

Dimana: Δs adalah jumlah imbangan air (mm/bulan), SR adalah limpasan badai (mm/bulan), ER adalah air hujan yang sampai di permukaan, P adalah curah hujan bulanan, WS adalah *water surplus*/sisa dari air hujan (mm/bulan), I adalah air yang meresap kedalam tanah (mm/bulan), If adalah koefisien infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan tanah (0-1), K adalah faktor resesi aliran tanah (0-1), harga k yang tinggi akan memberikan resesi yang lambat seperti pada kondisi geologi yang sangat lulus air, sehingga diambil nilai k = 60 %, V_n adalah volume air tanah, V_{n-1} adalah selisih volume air tanah bulan ke n-1 dengan volume air tanah diawal bulan, RO adalah total limpasan (mm/bulan), Q adalah debit efektif (m³/det), A adalah luas daerah tadah hujan (m²).

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan termasuk kebutuhan air untuk persemaian. Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968) dan dalam perhitungannya perlu memperhatikan jenis tanaman, usia tanaman sampai dengan panen, pola tanam, efisiensi irigasi, dan lama penyinaran matahari. Penggunaan air konsumtif untuk tanaman adalah sejumlah air yang diperlukan untuk menggantikan air yang hilang akibat evapotranspirasi.

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

$$M = E_o + P$$

$$E_o = 1,1 ET_o$$

$$K = \frac{M \cdot T}{S}$$

$$ETc = Kc \cdot ET_o$$

Dimana: IR adalah kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari), M adalah kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari), Eo adalah evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hari), P adalah perkolasi, T adalah jangka waktu penyiapan lahan (hari), S adalah kebutuhan air untuk penjuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm yakni $200 + 50 = 250$ mm, ETc adalah penggunaan air/evaporasi konsumtif (mm/hari), Kc adalah koefisien tanaman, ETo adalah evapotransporasi potensial (mm/hari).

Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (Etc). Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat tanah. Penyelidikan perkolasi di lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui secara benar angka perkolasi yang terjadi. Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (2013), pada tanah lempung dengan karakteristik pengelolaan (*puddling*) yang baik, laju perlokasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Dalam penelitian ini, besar laju perkolasi ditetapkan 1 mm/hari. Penggantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan dan sesuai kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama 1/2 bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi [12].

Kebutuhan air untuk irigasi dihitung berdasarkan kebutuhan air untuk penyiapan tanaman, pertumbuhan tanaman, dan informasi pola tanam tahunan (sudah diketahui pada awal masa tanam dan luas daerah irigasi). Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian air, cara pengelolaan tanah, banyaknya turun hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran bangunan dan eksploitasi.

$$NFR_{padi} = ETc + P + WLR - Re$$

$$NFR_{palawija} = ETc - Re$$

$$DR = \frac{NFR}{e \times 8,64}$$

Dimana: NFR_{padi} adalah kebutuhan air untuk padi (mm/hari), $NFR_{palawija}$ adalah kebutuhan air untuk palawija (mm/hari), ETc adalah evaporasi tanaman (mm/hari), WLR adalah penggantian lapis air (mm/hari), P adalah perkolasi (mm/hari), Re adalah curah hujan efektif (mm/hari), DR adalah kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha), NFR adalah kebutuhan air untuk tanaman dilahan tersier (mm/hari), e adalah efisiensi irigasi secara keseluruhan (%).

Debit andalan merupakan debit minimal yang diharapkan selalu tersedia di sungai dengan probabilitas terpenuhi pada tingkat tertentu. Besarnya debit andalan yang digunakan yaitu 80%, yang berarti kemungkinan terpenuhinya debit minimal sebesar debit andalan itu sebesar 80%, yang juga berarti kemungkinan tidak terpenuhi atau kegagalan sebesar 20% untuk menilai tersedianya air terkait dengan kebutuhan pengambilan.

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat dipergunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya [12]. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil curah hujan yang probabilitasnya terpenuhi 80% (R80), sedangkan untuk tanaman palawija 50% (R50).

$$R_e = \frac{0,7 \times R_{80}}{15} \times 100\% \quad R_{80} = \frac{m}{n + 1} \times 100\%$$

$$R_e = \frac{0,7 \times R_{50}}{15} \times 100\% \quad R_{50} = \frac{m}{n + 1} \times 100\%$$

Dimana: Re adalah curah hujan efektif (mm), R_{50} adalah probabilitas 50% curah hujan efektif untuk tanaman palawija (%), R_{80} adalah probabilitas 80% curah hujan efektif untuk tanaman padi (%).

Untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang harus dipertimbangkan dan metode yang digunakan adalah imbalanced air. Imbalanced air (neraca air) adalah perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air sebagai dasar operasional pengelolaan air pada suatu daerah yang ditinjau, apakah dalam keadaan surplus atau defisit air. Dengan imbalanced air ini diharapkan dapat diketahui potensi air suatu daerah dan level kekritisannya.

$$\Delta S = Inflow - Outflow$$

Dimana: ΔS adalah perubahan tampungan (m^3), *Inflow* adalah debit ketersediaan air (m^3/s), *Outflow* adalah debit kebutuhan air (m^3/s).

Simulasi operasi bendung merupakan suatu teknik pemodelan pelepasan air pada bendung untuk menyuplai kebutuhan air di hilir (*outflow*) berdasarkan kapasitas bendung dan ketersediaan air yang masuk ke bendung. Prosedur simulasi operasional bendung adalah sebagai berikut.

1. Menentukan bulan periode operasional bendung dimana periode simulasi dilakukan satu kali dalam sebulan.
2. Menentukan jumlah hari dalam masing-masing bulan.
3. Menentukan *inflow* (ketersediaan air irigasi).
4. Menentukan *outflow* (kebutuhan air irigasi).
5. Menentukan luas genangan yang nilainya tergantung pada luas permukaan bendung.
6. Menentukan nilai evaporasi.
7. Menghitung nilai evaporasi di kali dengan luas permukaan air.
8. Menghitung kebutuhan air irigasi + evaporasi waduk.
9. Menghitung $(\Delta S) = \text{total } inflow - \text{total } outflow$.
10. Menentukan volume tampungan awal (volume yang ada di bendung), setelah beroperasi melayani total *outflow* tidak memperhatikan volume tampungan normal dan volume tampungan minimum.
11. Menghitung vol.tampungan awal (vol.awal) = $\Delta S + \text{Vol. tampungan awal bendung}$.
12. Menentukan volume tampungan minimum bendung (vol.min).
13. Menentukan memenuhi atau tidak memenuhinya hasil simulasi bendung yang dilakukan pada periode bulanan.
 - Jika vol.awal berada dibawah vol.min bendung, maka bendung mampu memenuhi kebutuhan area irigasinya,
 - Jika vol.awal berada dibawah vol.min bendung, maka bendung tidak dapat memenuhi kebutuhan area irigasinya.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan pada D.I Baran yang berlokasi di Desa Guwokajon, Kecamatan sawit, Kabupaten Boyolali mengairi D.I dengan luas area 179 ha. Pasokan air irigasi pada Bendung Baran diambil dari *intake* Kali Tempel.

Pengumpulan data pada penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan pendekatan kajian pustaka terhadap data yang diperoleh dari instansi pemerintah Balai PSDA Bengawan Solo (BPSDA-BS), meliputi data curah hujan, data klimatologi, data teknis Bendung Baran, dan skema/*layout* jaringan irigasi. Data curah hujan berupa data curah hujan bulanan pada 10 tahun terakhir (2013-2022) di Stasiun Waduk Cengklik. Data Klimatologi berupa data lama penyinaran matahari, kelembapan udara, temperatur udara rata-rata harian dan kecepatan angin.

Analisis pada penelitian ini dilakukan 3 tahap yaitu analisis ketersediaan air pada DI Baran terhadap kebutuhan air irigasi menggunakan metode FJ. Mock, analisis kebutuhan air irigasi pada DI Baran menggunakan metode KP-01, dan simulasi operasi Bendung Baran terhadap ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi.

4. PEMBAHASAN

Analisis Data Hujan

Sebelum data curah hujan digunakan dilakukan uji konsistensi dengan menggunakan metode RAPS. Hasil perhitungan RAPS menunjukkan bahwa data curah hujan yang digunakan selama 10 tahun (2013-2022) adalah konsisten. Data curah hujan bulanan selama 10 tahun disajikan pada Tabel 2 dan data jumlah hari hujan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Curah Hujan Bulanan

No	Tahun	Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	461	247	159	270	270	131	102	0	0	187	249	232
2	2014	276	209	239	169	115	149	70	0	0	2	194	303
3	2015	202	178	138	258	0	20	130	0	0	4	80	202
4	2016	155	310	198	82	200	135,3	123	44	165	219	374	247
5	2017	339	586	395	494	141	169	115	199	97	146	348	328
6	2018	397	461	239	105	11	58	0	0	94	0	56	158
7	2019	549	368	344	159	5	0	0	0	0	0	34	319
8	2020	341	173	411	176	83	9	87	20	15	171	164	355,5
9	2021	546	283	370	197	341	258	26	81	167	83	281	239
10	2022	483	292	288	274	283	265	0	64	105	261	149	229
	Jumlah	3749	3107	2781	2211	1449	1144	6430	4080	6430	1073	1929	2613
	Rerata	374,90	310,70	278,10	221,10	144,90	119,43	64,30	40,80	64,30	107,30	192,90	261,25

Tabel 3. Jumlah Hari Hujan Bulanan

No	Tahun	Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	19	13	11	13	8	7	4	0	0	7	8	12
2	2014	18	15	12	9	4	7	1	0	0	0	9	14
3	2015	8	14	9	19	0	2	10	0	0	1	7	8
4	2016	10	20	12	8	12	10	8	4	7	11	16	11
5	2017	14	20	15	12	6	8	6	5	5	5	19	13
6	2018	21	20	10	10	2	3	0	0	5	0	6	14
7	2019	21	13	17	5	1	0	0	0	0	0	2	13
8	2020	14	16	13	9	7	1	9	1	2	7	13	22
9	2021	23	23	22	14	9	14	2	4	6	8	19	16
10	2022	21	12	19	12	11	13	0	4	8	13	15	12
	Jumlah	169	166	140	111	60	65	40	18	33	52	114	135
	Rerata	16,9	16,6	14	11,1	6	6,5	4,0	1,8	3,3	5,2	11,4	13,5

Analisis Evapotranspirasi

Data klimatologi bulanan digunakan sebagai data input pada pengolahan analisis evapotranspirasi. Hasil perhitungan evapotranspirasi acuan pada rerata setengah bulanan pada bulan Januari tahun 2013-2022 dengan metode Penman-Monteith sebagai berikut.

1. Nilai tekanan uap air jenuh, $e_s = 4,39$ Kpa
2. Nilai tekanan uap aktual, untuk nilai RH dilihat pada bulan Januari sebesar 72%, $e_a = 3,18$ Kpa
3. Selisih tekanan uap, $e_s - e_a = 1,21$ Kpa
4. Kemiringan kurva, $\Delta = 0,25$ kpa/ $^{\circ}$ c
5. Panas laten untuk penguapan, $\lambda = 2,43$ MJ/kg
6. Konstanta psikometrik, $\gamma = 0,07$ kpa/ $^{\circ}$ c
7. Factor penutup awan, $f = 0,17$
8. Emisivitas, $\epsilon' = 0,09$
9. Sudut deklinasi, $\delta = -0,37$ rad
10. Jarak relative antara bumi dan matahari, $d_r = 1,03$ rad
11. Rudut saat matahari terbenam, $\omega_s = 1,62$ rad
12. Radiasi matahari ekstraterrestrial, $R_a = 38,79$ MJ/m²/hari
13. Radiasi matahari, $R_s = 11,154$ MJ/m²/hari
14. Radiasi gelombang pendek, $R_{ns} = 8,589$ MJ/m²/hari
15. Radiasi gelombang panjang, $R_{nl} = 0,63$ MJ/m²/hari
16. Radiasi matahari netto diatas permukaan tanaman, $R_n = 7,96$ MJ/m²/hari
17. Evapotranspirasi tanaman acuan, $E_{to} = 4,09$ mm/hari.

Adapun hasil perhitungan evapotranspirasi acuan bulanan tahun 2013-2022 untuk tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Analisis Ketersediaan Air Bendung Baran Dengan Metode FJ.Mock

Berdasarkan hasil perhitungan evapotranspirasi maka ketersediaan air dapat dihitung dengan menggunakan metode FJ. Mock selama 10 tahun (2013-2022). Berikut adalah perhitungan ketersediaan air di bulan Januari tahun 2013-2022.

1. Menentukan curah hujan bulanan
2. Menentukan jumlah hari hujan bulanan
3. Menentukan nilai evapotranspirasi potensial bulanan januari sebesar $E_{To} = 125,67$ mm/bulan.
4. Menentukan *Exposed Surface* (m) tata guna lahan untuk DAS Kali Tempel dengan nilai m yang digunakan 50 %.
5. Menghitung evapotranspirasi terbatas (Ee).

$$Ee = \left(\frac{m}{20}\right) \cdot (18 - n) \cdot E_{To} = \left(\frac{45\%}{20}\right) \cdot (18 - 16,90) \cdot 125,665 = 3,11$$
 mm/bulan
6. Menghitung nilai evapotranspirasi actual (Ea)

$$Ea = E_{To} - Ee = 125,665 - 3,110 = 122,555$$
 mm/bulan
7. Menghitung jumlah imbalanced air (Δs)

$$\Delta s = R - Ea = 374,900 - 122,555 = 252,345$$
 mm/bulan
8. Menghitung nilai limpasan badai (SR)

$$SR = Pf \times R = 0,50 \times 374,900 = 18,745$$
 mm/bulan
9. Menghitung nilai sisa dari air hujan (WS)

$$WS = R - SR = 374,900 - 18,745 = 356,155$$
 mm/bulan

10. Menghitung nilai air yang meresap kedalam tanah (I)
 $if = 40\%$
 $I = if \times WS = 0.4 \times 356,155 = 142,462 \text{ mm/bulan}$
11. Menghitung nilai volume air tanah $0.5(1+K) I$
 $0.5(1+K) I = 0,8 \times I = 0,8 \times 142,462 = 113,970 \text{ mm/bulan}$
12. Menghitung nilai selisih volume air tanah bulan ke n-1 dengan volume air tanah diawal bulan (V_n-1)
 $V_n-1 = 79,420 - 113,970 = -34,550 \text{ mm/bulan}$
13. Menghitung nilai penyimpanan air tanah (*Water storage*)
 $Water\ storage = K \times V_n-1 = 0,6 \times (-34,550) = -20,730 \text{ mm/bulan}$
14. Menghitung nilai volume air tanah (V_n)
 $V_n = (0,8 \times i) + (k \times V_n-1) = 113,970 + -20,730 = 93,240 \text{ mm/bulan}$
15. Menghitung nilai perubahan volume didalam tanah (ΔV_n)
 $\Delta V_n = V_n - (V_n-1) = 93,240 - (-20,730) = 113,970 \text{ mm/bulan}$
16. Menghitung nilai *base flow* (BF)
 $BF = I - \Delta V_n = 142,462 - 113,970 = 28,492 \text{ mm/bulan}$
17. Menghitung nilai air yang melimpas kesungai (DR)
 $DR = WS - I = 356,155 - 142,462 = 213,693 \text{ mm/bulan}$
18. Menghitung nilai total limpasan (RO)
 $RO = BF + DR + SR = 28,492 + 213,693 + 18,745 = 260,930 \text{ mm/bulan}$
19. Menghitung nilai debit bulanan (Q Bulan)

$$Q_{Bulan} = \frac{RO \times A \times 1000}{60 \times 60 \times 24 \times 31} = \frac{260,930 \times 56,400 \times 1000}{60 \times 60 \times 24 \times 31} = 5,495 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Hasil debit bulanan untuk 10 tahun (2013-2022) di bulan januari sebesar 5,495 m³/dt. Adapun hasil perhitungan debit selama 10 tahun (2013-2022) untuk seluruh bulan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

Bulan	J	Suhu Udara (°C)	Kec. Angin (m/s)	RH (%)	Lama Penyinaran (%)	Tekanan Udara (Kpa)	es (kPa)	ea	es-ea	Δ	λ	γ	f	z'	δ	dr	os	Ra	Rs	Rns	Rnl	Rn	ETo (mm/hr)	ETo (mm/year)	ETo (mm/bulan)
Jan	15	30,6	3,2	72	8	99,69	4,39	3,18	1,21	0,25	2,43	0,07	0,17	0,09	-0,37	1,03	1,62	38,79	11,15	8,59	0,63	7,96	4,05	1479,61	125,67
Feb	46	31,5	3,8	73	19	99,69	4,62	3,35	1,27	0,26	2,43	0,07	0,27	0,08	-0,23	1,02	1,60	38,96	13,36	10,29	0,94	9,34	4,71	1718,71	131,85
Mar	74	31,6	5,2	64	21	99,69	4,64	2,97	1,67	0,26	2,43	0,07	0,29	0,10	-0,05	1,01	1,58	37,97	13,51	10,41	1,21	9,20	6,02	2198,81	186,75
Apr	105	31,8	4,0	74	20	99,69	4,71	3,48	1,23	0,27	2,43	0,07	0,28	0,08	0,17	0,99	1,55	35,23	12,42	9,56	0,95	8,61	4,48	1635,38	138,90
May	135	32,1	4,9	73	26	99,69	4,80	3,52	1,28	0,27	2,43	0,07	0,33	0,08	0,33	0,98	1,53	32,09	12,20	9,40	1,10	8,30	4,78	1746,48	148,33
Jun	166	31,9	5,5	74	27	99,69	4,72	3,51	1,21	0,27	2,43	0,07	0,35	0,08	0,41	0,97	1,51	30,25	11,71	9,02	1,14	7,88	4,73	1727,04	146,68
Jul	196	31,1	4,0	65	19	99,69	4,52	2,92	1,60	0,26	2,43	0,07	0,27	0,10	0,38	0,97	1,52	30,88	10,60	8,16	1,13	7,03	4,83	1763,14	149,75
Aug	227	32,2	9,4	72	19	99,69	4,82	3,47	1,35	0,27	2,42	0,07	0,27	0,08	0,24	0,98	1,54	33,57	11,65	8,97	0,93	8,04	6,14	2239,48	190,20
Sep	258	32,2	7,8	72	25	99,69	4,82	3,49	1,33	0,27	2,42	0,07	0,32	0,08	0,04	0,99	1,57	36,62	13,69	10,54	1,08	9,46	5,98	2184,34	179,53
Oct	288	32,5	7,5	80	21	99,69	4,89	3,93	0,96	0,28	2,42	0,07	0,29	0,06	-0,17	1,01	1,59	38,35	13,64	10,50	0,77	9,73	4,91	1791,19	152,13
Nov	319	32,4	7,5	80	27	99,69	4,85	3,88	0,98	0,27	2,42	0,07	0,34	0,06	-0,33	1,02	1,62	38,66	14,83	11,42	0,94	10,48	5,12	1869,53	153,66
Dec	348	31,5	7,5	83	14	99,69	4,62	3,83	0,79	0,26	2,43	0,07	0,23	0,07	-0,41	1,03	1,63	38,53	12,31	9,48	0,63	8,85	4,24	1548,33	131,50

Tabel 5. Hasil Perhitungan Ketersediaan Air

No	Keterangan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec		
I Data Meteorologi																
1	Curah Hujan Bulanan (R)	mm/bulan	374,900	310,700	278,100	221,100	144,900	119,430	64,300	40,800	64,300	107,300	192,900	261,250		
2	Jumlah Hari hujan (n) Evapotranspirasi Actual (Ea)	hari	16,900	16,600	14,000	11,100	6,000	6,500	4,000	1,800	3,300	5,200	11,400	13,500		
3	Evapotranspirasi potensial (Eto)	mm/bulan	125,665	131,846	186,749	138,896	148,331	146,680	149,746	190,203	179,535	152,129	153,660	131,502		
III Limit Evapotranspirasi																
4	Permukaan Lahan Terbuka (m) (20-50%)	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%		
5	$E_e = (m/20) \times (18 - n)$		3,456	4,615	18,675	23,959	44,499	42,171	52,411	77,032	65,979	48,681	25,354	14,794		
6	$E_a = E_{to} - E_e$	mm/bulan	122,210	127,232	168,074	114,936	103,832	104,510	97,335	113,171	113,556	103,448	128,306	116,708		
7	$\Delta s = R - E_a$	mm/bulan	252,690	183,468	110,026	106,164	41,068	14,920	-33,035	-72,371	-49,256	3,852	64,594	144,542		
8	$SR = PF \times R$	PF = 5%	18,745	15,535	13,905	11,055	7,245	5,972	3,215	2,040	3,215	5,365	9,645	13,063		
9	Water Surplus (R-SR)	mm/bulan	356,155	295,165	264,195	210,045	137,655	113,459	61,085	38,760	61,085	101,935	183,255	248,188		
IV Limpasan dan Penyimpanan																
10	Infiltrasi (I)(0,40 XWS)	If (40%)	0,40	mm	142,462	118,066	105,678	84,018	55,062	45,383	24,434	15,504	24,434	40,774	73,302	99,275
11	$0.5(1+K)I = 0.8 \times I$	k = (0-1)	0,60	mm	113,970	94,453	84,542	67,214	44,050	36,307	19,547	12,403	19,547	32,619	58,642	79,420
12	Water Storage	$V_{n-1} = -34,550$	mm/bulan	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	-20,730	
13	Volume penyimpanan (Vn)		mm/bulan	93,240	73,723	63,813	46,485	23,320	15,577	-1,183	-8,327	-1,183	11,889	37,912	58,690	
14	$\Delta v_n = V_n - V_{n-1}$		mm/bulan	113,970	94,453	84,542	67,214	44,050	36,307	19,547	12,403	19,547	32,619	58,642	79,420	
15	$BF = I - \Delta v_n$		mm/bulan	28,492	23,613	21,136	16,804	11,012	9,077	4,887	3,101	4,887	8,155	14,660	19,855	
16	DRO (Direct Run Off)		mm	213,693	177,099	158,517	126,027	82,593	68,075	36,651	23,256	36,651	61,161	109,953	148,913	
17	Luas Daerah Tadah Hujan		km2	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4		
18	Run Off = BF + DR + SR		mm	260,930	216,247	193,558	153,886	100,850	83,123	44,753	28,397	44,753	74,681	134,258	181,830	
19	Debit bulanan rata-rata	(m ³ /dt)		5,495	5,041	4,076	3,240	2,124	1,750	0,942	0,935	0,942	1,573	2,827	3,829	

Analisis Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air dilakukan dengan tahapan analisis curah hujan efektif dengan metode KP-01, analisis kebutuhan air penyiapan lahan, dan analisis nilai kebutuhan air untuk masa tanam padi.

1. Analisis curah hujan efektif dengan metode KP-01

Berdasarkan data curah hujan bulanan dan data jumlah hari hujan, dilakukan perhitungan probabilitas curah hujan. Data curah hujan diurutkan dari terbesar ke terkecil kemudian diinterpolasikan untuk mendapatkan probabilitas 80% untuk tanaman padi dan 50% untuk palawija. Curah hujan efektif dapat diperkirakan sebesar 70% dari curah hujan minimum bulanan dengan periode ulang 10 tahunan.

$$\text{Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi: Januari I} = \frac{0,7 \times R_{80}}{\text{Periode pengamatan}} = \frac{0,7 \times 79,52}{15} = 5,30 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman palawija: Januari I} = \frac{0,7 \times R_{50}}{\text{Periode pengamatan}} = \frac{0,7 \times 106,40}{15} = 7,09 \text{ mm/hari}$$

2. Kebutuhan air penyiapan lahan

Persiapan lahan dimulai pada bulan November Periode I dengan nilai ETo sebesar 4,42 mm/hari dengan tabel pemenuhan (S) 250 mm. Nilai perkolasi sebesar 2 mm/hari dan lama penyiapan lahan (T) 30 hari.

a. Mencari perhitungan kebutuhan air pengganti evaporasi (Eo)

$$E_o = 1,1 \times E_{to} = 1,1 \times 4,42 = 4,87 \text{ mm/hari}$$

b. Mencari perhitungan kebutuhan air perkolasi (M)

$$M = E_o + P = 4,87 + 1 = 5,87 \text{ mm/hari}$$

c. Mencari Perhitungan Nilai k

$$k = \frac{M \times T}{S} = \frac{5,87 \times 30}{250} = 0,70 \text{ mm/hari}$$

d. Mencari perhitungan kebutuhan air di sawah (IR)

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)} = \frac{5,87 \cdot e^{0,70}}{(e^{0,70} - 1)} = 11,61 \text{ mm/hari}$$

e. Mencari perhitungan NFR pada saat penyiapan lahan Bulan November periode 1

$$NFR = IR - R_e = 11,61 - 1,85 = 9,76 \text{ mm/hari} = 1,13 \text{ lt/dt/ha}$$

f. Menghitung nilai kebutuhan air di intake (DR).

Digunakan efisiensi irigasi sebesar 55%, berikut perhitungan bulan November.

$$DR = \frac{NFR}{E_f} = \frac{1,13}{0,55} = 2,05 \frac{\text{lt}}{\text{dt/ha}}$$

g. Menghitung nilai kebutuhan air irigasi (KAI)

$$KAI = DR \times \text{Luas areal irigasi} = 2,05 \times 179 = 367,49 \text{ lt/dt} = 0,36 \text{ m}^3/\text{dt}$$

3. Menghitung nilai kebutuhan air untuk masa tanam padi
 - a. Masa tanam dimulai pada periode pertama bulan Desember dengan nilai ETo 3,72 mm/hari, Hujan Efektif 3,58 mm/hari, Perkolasi 1 mm/hari, dan WLR dipakai 1,7 mm/hari
 - b. Koefisien tanaman menggunakan FAO dengan Varietas Unggul yang diinterpolasikan untuk mendapatkan nilai koefisien tanaman pada periode setengah bulanan atau 15 harian, berikut perhitungannya.
 $Kc = 0 + ((15-0)/(15-0) \times (1,1-0)) = 1,10 \text{ mm/hari}$
 - c. Menghitung kebutuhan konsumtif tanaman Padi (ETc)
 $Etc = ETo \times Kc = 3,72 \times 1,10 = 4,09 \text{ mm/hari}$
 - d. Menghitung nilai NFR untuk Masa Tanam bulan Desember periode pertama
 $NFR = ETc + P + WLR - Re = 4,09 + 1 + 1,70 - 3,58 = 13,35 \text{ mm/hari} = 1,54 \text{ lt/dt/ha}$
 - e. Menghitung kebutuhan air di intake (DR).
 $DR = \frac{NFR}{Ef} = \frac{1,54}{0,55} = 2,81 \frac{\text{lt}}{\text{dt}}/\text{ha}$
 - f. Menghitung kebutuhan air irigasi (KAI)
 $KAI = DR \times \text{Luas areal irigasi} = 2,81 \times 179 = 502,64 \text{ lt/dt} = 0,50 \text{ m}^3/\text{dt}$

Adapun hasil analisis kebutuhan air irigasi dengan metode KP-01 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan Air Irigasi

No	Uraian	Satuan	Masa Tanam Padi																							
			Nov		Dec		Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Evapotranspirasi (Eto)	mm/hari	4,42	4,42	3,72	3,72	1,68	3,37	3,95	3,95	4,11	4,11	3,66	3,66	3,60	3,60	3,46	3,46	3,17	3,17	3,81	3,81	4,23	4,23	4,13	4,13
2	Koef. Tanaman (Kc)		0,00	0,00	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,95	0,00	0,00	1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
3	Keb. Air Konsumtif Etc = Eto * Kc Eo = 1.1 * Eto	mm/hari	0,00	0,00	4,09	4,09	1,85	3,70	3,75	3,75	0,00	0,00	4,03	4,03	3,78	3,78	3,28	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,41
4	Perkolasi	mm/hari	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Keb. Air Penyiapan Lahan M = Eo + P k = M * (T/S)	mm/hari	5,87	5,87	5,09	5,09	2,85	4,70	5,34	5,34	5,52	5,52	5,03	5,03	4,96	4,96	4,80	4,80	4,48	4,48	5,19	5,19	5,65	5,65	5,54	5,54
5	a = e ^k b = e ^k -1 R	mm/hari	0,70	0,70	0,61	0,61	0,34	0,56	0,64	0,64	0,66	0,66	0,60	0,60	0,60	0,60	0,58	0,58	0,54	0,54	0,62	0,62	0,68	0,68	0,67	0,67
		mm/hari	2,02	2,02	1,84	1,84	1,41	1,76	1,90	1,90	1,94	1,94	1,83	1,83	1,81	1,81	1,78	1,78	1,71	1,71	1,86	1,86	1,97	1,97	1,94	1,94
		mm/hari	1,02	1,02	0,84	0,84	0,41	0,76	0,90	0,90	0,94	0,94	0,83	0,83	0,81	0,81	0,78	0,78	0,71	0,71	0,86	0,86	0,97	0,97	0,94	0,94
		mm/hari	1,98	1,98	2,19	2,19	3,45	2,32	2,11	2,11	2,06	2,06	2,21	2,21	2,23	2,23	2,28	2,28	2,40	2,40	2,16	2,16	2,03	2,03	2,06	2,06
6	Penggantian Lap. Air (RW)	mm/hari	11,61	11,61	11,14	11,14	9,84	10,90	11,29	11,29	11,40	11,40	11,10	11,10	11,06	11,06	10,96	10,96	10,77	10,77	11,19	11,19	11,48	11,48	11,41	11,41
7	Keb. Air Bruto	mm/hari	11,61	11,61	16,93	16,93	11,69	14,61	16,74	16,74	11,40	11,40	16,82	16,82	14,84	14,84	15,95	15,95	12,47	12,47	11,19	11,19	11,48	11,48	13,52	13,52
8	Hujan Ef (KP 01)	mm/hari	1,85	1,62	3,58	4,00	5,30	2,84	5,11	4,02	5,70	3,53	2,99	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	0,66	0,00	0,00	0,00	1,05	0,00	1,36
9	Keb. Air Netto (KP 01)	mm/hari	9,76	9,98	13,35	12,93	6,39	11,76	11,62	12,72	5,70	7,87	13,84	15,56	14,84	14,84	15,95	15,95	10,65	11,82	11,19	11,19	11,48	10,43	13,52	12,17
10	Konversi satuan Keb. Air Netto (KP 01)	ltr/dt/ha	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
11	Efisiensi Irigasi (IE)	%	1,13	1,16	1,54	1,50	0,74	1,36	1,34	1,47	0,66	0,91	1,60	1,80	1,72	1,72	1,85	1,85	1,23	1,37	1,30	1,30	1,33	1,21	1,56	1,41
12	Keb. Air Intake (KP 01)	ltr/dt/ha	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
13	Luas Areal Irigasi	ha	2,05	2,10	2,81	2,72	1,34	2,47	2,44	2,68	1,20	1,66	2,91	3,27	3,12	3,12	3,35	3,35	2,24	2,49	2,35	2,35	2,41	2,19	2,84	2,56
14	KAI (KP 01)	ltr/dt	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00	179,00
15	KAI (KP 01)	m ³ /dt	367,49	375,92	502,64	487,03	240,60	442,92	437,62	478,96	214,48	296,43	521,01	586,03	558,89	558,89	600,53	600,53	401,19	445,02	421,54	421,54	432,18	392,64	509,19	458,12
		m ³ /dt	0,367	0,376	0,503	0,487	0,241	0,443	0,438	0,479	0,214	0,296	0,521	0,586	0,559	0,559	0,601	0,601	0,401	0,445	0,422	0,422	0,432	0,393	0,509	0,458

Analisis Simulasi Operasi Bendung

Perhitungan simulasi operasi Bendung Baran didasarkan pada jumlah hari, *inflow*, kebutuhan air irigasi, kebutuhan air baku, dan kebutuhan air gelontor. Adapun data efisiensi operasi Bendung Baran yang digunakan antara lain:

1. Volume tampungan maksimum sebesar 136,60 m dpi
2. Volume tampungan normal sebesar 128,80 m dpi
3. Volume tampungan minimum sebesar 114,00 m dpi
4. Volume tampungan awal sebesar 113,880 m³
5. Luas genangan digunakan luas permukaan air bendung, yaitu sebesar 1,35 km

Berdasarkan data-data diatas didapatkan hasil simulasi operasional bendung Baran dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Simulasi Operasi Bendung Baran

Bulan	Jumlah hari	Inflow	KAI	Evaporasi Bendung	Luas Genangan	Kehilangan air Bendung	T.outflow	$\Delta s = in-out$	Vol.Tamp awal Bendung	Vol. Tampung minimum	Ket M/TM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									113,880		
Jan	31	5,495	0,684	4,000	135,000	0,000	0,684	4,811	118,691	114,000	MEMENUHI
Feb	28	5,041	0,917	10,359	135,000	0,000	0,917	4,125	118,005	114,000	MEMENUHI
Mar	31	4,076	0,511	13,253	135,000	0,000	0,511	3,565	117,445	114,000	MEMENUHI
Apr	30	3,240	1,107	9,857	135,000	0,000	1,107	2,133	116,013	114,000	MEMENUHI
May	31	2,124	1,118	10,527	135,000	0,000	1,118	1,006	114,886	114,000	MEMENUHI
Jun	30	1,750	1,201	10,410	135,000	0,000	1,201	0,549	114,429	114,000	MEMENUHI
Jul	31	0,942	0,846	10,627	135,000	0,000	0,846	0,096	113,976	114,000	TIDAK MEMENUHI
Aug	31	0,935	0,843	13,498	135,000	0,000	0,843	0,092	113,972	114,000	TIDAK MEMENUHI
Sep	30	0,942	0,825	13,166	135,000	0,000	0,825	0,118	113,998	114,000	TIDAK MEMENUHI
Oct	31	1,573	0,967	10,796	135,000	0,000	0,967	0,605	114,485	114,000	MEMENUHI
Nov	30	2,827	0,990	11,268	135,000	0,000	0,990	1,837	115,717	114,000	MEMENUHI
Dec	31	3,829	0,990	9,332	135,000	0,000	0,990	2,839	116,719	114,000	MEMENUHI

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air, Bendung Baran mampu melayani kebutuhan air irigasi dengan rata-rata debit bulanan sebesar 2,73 m³/detik, dimana debit terbesar dibulan Januari sebesar 5,495 m³/detik, sedangkan debit terendah dibulan Agustus sebesar 0,93 m³/detik. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan air irigasi, menunjukkan bahwa debit bulanan rata-rata sebesar 0,44 m³/detik, dimana debit tertinggi sebesar 0,60 m³/detik pada periode kedua bulan Juni, sedangkan debit terendah sebesar 0,21 m³/detik yaitu pada periode pertama bulan Maret. Berdasarkan hasil simulasi operasi, pada bulan Juli dan Agustus ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada masa tanam padi tidak memenuhi, hal ini dikarenakan minimnya curah hujan, terdapat beberapa jaringan irigasi yang rusak, dan penimbunan sampah. Hasil perhitungan perubahan volume tampungan (Δs) ditambah dengan volume tampungan awal Bendung Baran berada dibawah tampungan minimum Bendung Baran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sitompul and R. Efrida, "Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli Terhadap Kebutuhan Air (Wtaer Balanced)," *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*, vol. 14, pp. 121-129, 2018.
- [2] P. J. Osly, I. Ihsani, R. E. Ririhena and F. D. Araswat, "Analisis Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air Kabupaten Monokwari Dengan Model Mock," *Jurnal Infrastruktur*, vol. 5 (2), pp. 59-67, 2019.
- [3] L. Dwiwanan, N. and U. , "Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Terdu," *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, dan Tambang*, vol. 6, pp. 215-223, 2019.
- [4] N. K. Sari and G. R. Prima, "Evaluasi Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Dalam Rangka Peningkatan Hasil Pertanian (Studi Kasus: Daerah Irigasi Cikunten II)," *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 18, pp. 49-58, 2023.
- [5] P. P. Susanti, T. Marhendi and I. , Sistem Operasi Bendung Arca Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Kedung Limus, Skripsi. Program Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2020.
- [6] A. Priyonugroho, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, pp. 457-470, 2014.
- [7] E. Mawardi, Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis, Bandung: Alfabeta, 2002.
- [8] Kementerian PUPR, Modul 5 Hidrologi Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air, Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air, 2017.
- [9] S. Sosrodarsono and K. Takeda, Hidrologi Untuk Pengairan, Jakarta: Pradna Paramita, 2003.
- [10] D. Swastika, D. A. Wulandari and I. Sriyana, "Simulasi Operasi Waduk Batutege Provinsi Lampung," *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 11, pp. 81-91, 2023.
- [11] J. Wiraman, M. Idkham and S. Chairani, "Analisis Evapotranspirasi dengan Menggunakan Metode Thornthwaite, Blaney Criddle, Hargreaves, dan Radiasi," *Rona Teknik Pertanian*, vol. 6, pp. 451-457, 2013.
- [12] Y. Sutopo and K. S. Utomo, "Kebutuhan air untuk irigasi," in *Irigasi dan Bangunan Air*, Semarang, LPPM, Universitas Negeri Semarang, 2019, pp. 110-128.
- [13] Kementerian PUPR, Standar perencanaan Irigasi KP-01, Jakarta: Kementerian PUPR, 2013.