



ANALISIS LUAS POTENSI LAHAN IRIGASI BERDASARKAN NERACA AIR EMBUNG KEMBANGAN

POTENTIAL IRRIGATED LAND ANALYSIS BASED ON KEMBANGAN RESERVOIR WATER BALANCE

Iman Muhardiono¹⁾* Diva Arthamefia²⁾

¹⁾Balai Pengujian Standar Instrumen Agroklimat dan Hidrologi Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No.1, Cimanggu, Bogor, Indonesia

²⁾Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding email: imanmuhardiono@gmail.com

Diterima: 18 Januari 2024; Direvisi: 21 Maret 2024; Disetujui: 20 Mei 2024

ABSTRACT

Pule District, Trenggalek Regency, East Java Province has only 42% of rice fields with irrigated status, and 58% of non-irrigated land. With the presence of a reservoir, the area of non-irrigated rice fields can be served and the planting index of rice fields can be increased. To be able to meet the target area of irrigated land diverted by reservoir, a hydrological and water balance approach is needed. The aim of this study is to analyze the water balance of reservoir to obtain the volume of water and the area of rice fields that can be irrigated each month. By using F.J. Mock to analyse water balance and calculate mainstay discharge. Evapotranspiration is calculated by Penman Modified method. The highest mainstay discharge Q80 is occurred about 3.25 m³/s in January, meanwhile the lowest is 0.22 m³/s in October. Reservoir capacity is determined from maximum volume based on height of reservoir. The height is 13.20 m which referenced to elevation 552.20 m.s.l. Maximum volume of reservoir is 56,437 m³. Analysis results show the highest inflow discharge is occurred in January about 7.46 million m³/month, the lowest in August about 0.45 million m³/month. Those condition of discharge if utilized for irrigation 11 Ha around 44,533 m³/month and raw water 2,560 people around 11,904 m³/month, so the reservoir is still in a fulfilled condition. The lowest inflow discharge can be referenced to determine maximum potential irrigation covered area into 112 Ha in dry season.

Keywords: reservoir, irrigation, water balance, water harvesting, land large

ABSTRAK

Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur memiliki luas lahan sawah yang berstatus irigasi hanya 42%, dan lahan berstatus non irigasi 58%. Adanya embung luas sawah non irigasi dapat terlayani dan indeks pertanaman sawah dapat ditingkatkan. Untuk dapat memenuhi target luasan lahan irigasi yang diari oleh embung diperlukan pendekatan hidrologis dan neraca air. Tujuan dari studi ini adalah melakukan analisis neraca air embung sehingga didapatkan volume air dan luas areal sawah yang dapat diari setiap bulannya. Metode yang digunakan dalam analisis neraca air tersebut adalah metode F. J. Mock dengan menghitung debit andalan. Evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan metode Penman Modifikasi. Debit andalan Q80 terbesar terjadi pada bulan Januari dengan nilai sebesar 3,25 m³/detik sedangkan debit andalan Q80 terkecil terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar 0,22 m³/detik. Kapasitas embung ditentukan dari volume maksimum embung berdasarkan tinggi maksimum embung. Tinggi maksimum rencana yang digunakan adalah 13,20 m yang terletak pada elevasi 552,20 mdpl. Volume maksimum embung yang didapatkan adalah 56.437 m³. Hasil analisis menunjukkan debit inflow terbesar terjadi pada bulan Januari sebesar 7,46 juta m³/bulan, terendah bulan Oktober sebesar 0,45 juta m³/bulan. Kondisi debit inflow tersebut apabila dipergunakan untuk kebutuhan irigasi seluas 11 Ha sebesar 44.533 m³/bulan dan air baku 2.560 jiwa atau 11.904 m³/bulan, maka tampungan masih dapat dalam kondisi terpenuhi. Debit inflow terendah tersebut dapat dijadikan acuan untuk menentukan potensi cakupan lahan irigasi yang dapat dimanfaatkan maksimal sebesar 112 Ha di musim kemarau.

Kata Kunci: embung, irigasi, neraca air, panen air, luas lahan

PENDAHULUAN

DAS Ngrowo Ngasinan yang terletak di Kabupaten Trenggalek merupakan sub DAS Brantas. Kondisi aliran permukaan DAS bagian hulu Brantas ini pada musim kemarau sangat kering (Soimah *et al.*, 2024), namun pada musim hujan sering terjadi banjir (Atika *et al.*, 2022). Kondisi anomali hidrologis tersebut memberikan dampak negatif bagi lahan pertanian, sehingga diperlukan upaya penanganan fisik dengan infrastruktur air agar mengurangi dampak banjir saat musim hujan sekaligus memenuhi kekurangan air pada musim kemarau. Pada studi awal Embung Kembangan yang dilakukan (Mahardika *et al.* 2021), luas layanan yang direncanakan untuk pertanian sebesar 20 Ha dari potensi air tampungan embung sebesar 38.219.40 m³, namun luasan tersebut masih belum akurat untuk ukuran rencana embung dengan ketinggian 13 m, sehingga diperlukan analisis lanjut untuk menganalisis luasan maksimal yang dapat diairi. Berdasarkan Peraturan Bupati Trenggalek No 14 Tahun 2016 tentang sebaran luas lahan pertanian berkelanjutan (LP2B) dari total luas area sawah, lahan yang berstatus irigasi hanya 42%, dan lahan berstatus non irigasi 58%, sehingga dengan adanya embung luas sawah non irigasi dapat terlayani dan Indeks Pertanaman (IP) sawah meningkat.

Studi neraca air embung Kembangan ini bertujuan untuk mengetahui potensi luasan maksimal sawah non irigasi eksisting yang dapat diairi setiap bulannya berdasarkan kondisi debit andalan embung sehingga jumlah luas lahan berstatus irigasi dapat bertambah dan IP padi meningkat dari satu kali tanam (IP100) menjadi dua kali (IP200) atau tiga kali tanam (IP300).

Embung merupakan infrastruktur air berbentuk cekungan yang dapat terususun dari material urugan tanah, urugan batu, atau *geomembrane*. Embung berfungsi untuk menampung air baik dari air hujan, air sungai, air tanah yang bermanfaat untuk mengurangi dampak banjir dari besarnya volume air pada musim hujan serta menyimpan cadangan air sebagai sumber untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di musim kemarau pada lahan pertanian (Heryani *et al.*, 2021). Dalam merencanakan dimensi bangunan embung, diperlukan analisis hidrologi serta neraca air untuk menentukan tinggi tubuh embung dan kapasitasnya (Budiyanto & Suharyanto, 2022; Dewi & Wahidin, 2020)

Kebutuhan air dalam irigasi pertanian merupakan komponen utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, sehingga diperlukan kondisi penilaian suatu sistem agar terpenuhi keseimbangan melalui

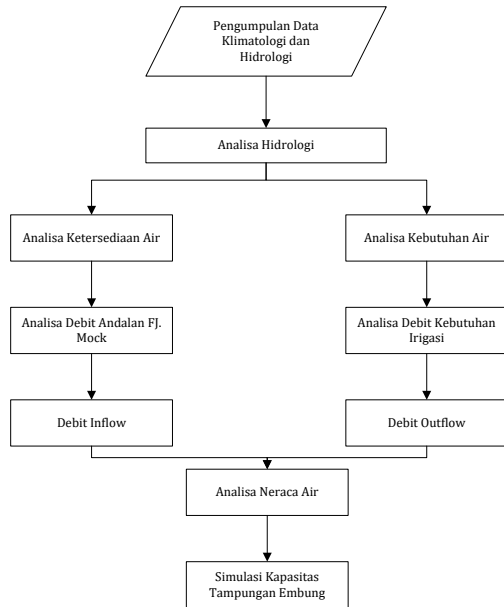
pendekatan konsep neraca air. Neraca air merupakan metode pendekatan hidrologis suatu wilayah untuk mendeskripsikan pola keseimbangan air terhadap parameter masukan (hujan) dengan keluaran (evaporasi, transpirasi tanaman, infiltrasi) dalam satuan unit tertentu. Dalam skala pertanian, kesetimbangan air dapat memberikan gambaran kebutuhan air irigasi tanaman dan debit air yang tersedia pada bagian sumber (Nadjamuddin *et al.*, 2014). Neraca air embung dapat membantu para pengelola sumber daya air untuk memantau dan mengukur jumlah air yang masuk dan keluar dari embung, serta menghitung kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan irigasi, pertanian, dan konsumsi manusia dan hewan. Pada neraca keseimbangan air, total input air sama dengan total keluaran air ditambah perubahan jumlah air cadangan. Input meliputi presipitasi dan *runoff* sedangkan *output* meliputi *evapotranspirasi*, *surface outflow*, dan *baseflow* (Muhardiono *et al.*, 2021).

Studi terkait neraca air untuk memaksimalkan layanan irigasi salah satunya dilakukan (Qarinur *et al.* 2022), dimana kebutuhan air di D.I. Sei Betutu seluas 5.025 Ha lebih besar daripada ketersediaan air di tingkat pintu sehingga areal tidak semua dapat terairi dan membutuhkan tampungan lainnya. (Fakhrurazi & Fahrudin, 2021), melakukan studi neraca air polder liang menghasilkan luas lahan yang dapat ditingkatkan 845 Ha dari semula 638 Ha. Neraca air merupakan komponen penting dalam perencanaan pertanian, terutama berkaitan dengan waktu tanam dan areal yang dapat dilayani sehingga berpengaruh terhadap produksi tanaman (Fathnur *et al.*, 2021). Metode NRECA digunakan untuk debit masukan ke embung Jongkong, Kabupaten Bangka Tengah, sedangkan analisis imbang menggunakan metode *Standar Operation Rules* (SOR). Hasil yang diperoleh debit optimum tidak mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat sebesar 48% hingga tahun 2039 (Maini & Mashuri, 2019).

METODOLOGI

Embung Kembangan terletak di Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam analisis neraca air adalah yakni pengumpulan data hidrologi dan iklim yang terdiri dari data suhu, kelembaban relatif, penyinaran matahari, kecepatan angin, jumlah curah hujan bulanan, dan rerata jumlah hari hujan dari stasiun meteorologi BMKG terdekat yaitu Stasiun Geofisika Nganjuk pada tahun 2008-2012, Data umum hidrologi yang diperlukan meliputi permukaan lahan terbuka, kapasitas kelembaban tanah, koefisien infiltrasi (i), faktor resesi aliran air

tanah (k), dan luas DAS. Desain tubuh embung diperlukan untuk mengetahui tinggi embung, elevasi, dan lebar pelimpah embung. Data Rupabumi Indonesia diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), data Luas Baku Sawah diambil dari (BBSDLP, Kementan), sedangkan peta batas DAS diperoleh dari analisa geospasial mandiri.



Gambar 1. Bagan Alir Simulasi Tampung

Analisis neraca air dilakukan dengan menghitung ketersediaan air Daerah Aliran Sungai (DAS) metode *F. J. Mock* dan dilanjutkan hingga menentukan debit andalan. Menentukan kebutuhan air dengan pendekatan metode evapotranspirasi potensial dilakukan dengan menggunakan metode *Penman* Modifikasi.

Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial berhubungan dengan kebutuhan air tanaman yang besarnya dipengaruhi oleh iklim. Evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan rumus empiris modifikasi *Penman* Modifikasi (Doorenbos & Pruitt, 1977) dengan rumus.

$$ET_o = [W \cdot R_n + (1 - w) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)] \cdot c \dots \dots (1)$$

Dimana:

- ET_o : Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- c : Angka koreksi
- W : Faktor bobot
- R_n : Radiasi penyinaran matahari (mm/hari)
- (1-w) : Faktor bobot yang dipengaruhi oleh angin dan kelembaban
- f(u) : Fungsi kecepatan angin

- ea = Tekanan uap aktual (mbar)
- ed = Tekanan uap jenuh
- (ea-ed) = Selisih tekanan uap jenuh dan aktual pada temperatur rata-rata udara

Debit Andalan F.J. Mock

Metode *F. J. Mock* telah banyak digunakan pada berbagai literatur untuk debit aliran dalam suatu DAS (Chandrasasi *et al.*, 2020; Jihad, 2018; Osly *et al.*, 2019). Metode *F. J. Mock* menghitung prediksi debit aliran sungai bulanan dengan menggunakan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik DAS. Metode *F. J. Mock* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menunjukkan analisis neraca air dari perhitungan debit andalan berdasarkan data curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah, dan air tanah. Metode *F. J. Mock* memiliki prinsip yang menyatakan bahwa hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian akan hilang karena evapotranspirasi, sebagian akan menjadi limpasan langsung, dan sebagian lagi masuk ke dalam tanah (Setiadi *et al.*, 2022).

Perhitungan debit bulanan *F. J. Mock* menggunakan data luas DAS, *soil moisture capacity* (SMC), koefisien infiltrasi (i), faktor resesi aliran air tanah (k) yang secara berturut bernilai 43,060 km, 200 mm; 0,40; dan 0,60. Selain itu, dibutuhkan pula data curah hujan dan hari hujan bulanan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung evapotranspirasi terbatas (Et). Et didapatkan dengan mengurangi nilai E_{to} dengan E yang didapatkan dari rumus sebagai berikut.

$$E = \left(\frac{m}{20}\right) x (18 - n) x ET_o / bulan \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- m : permukaan lahan yang terbuka;
- n : jumlah hari hujan.

Setelah menghitung Et, kemudian dihitung keseimbangan air dengan mengurangi curah hujan (P) dengan nilai Et. Nilai *water surplus* (WS) didapat dengan membandingkan nilai Et dengan SMC. Pada aliran dan penyimpanan air tanah dihitung aliran dasar (BF) dan aliran langsung (DR) yang didapatkan dari pengurangan infiltrasi dengan perubahan volume tampungan (DV_n) dan kelebihan air (WS). Penjumlahan aliran dasar dan aliran langsung kemudian akan menghasilkan aliran/debit sungai.

$$Debit (m^3/s) = \frac{Luas DAS \times 1000}{(31 \times 24 \times 3600) \times R} \dots \dots \dots (3)$$

Analisis kemudian dilakukan untuk menghitung debit andalan. Debit andalan merupakan besarnya

debit yang tersedia di lokasi sumber air yang dapat dimanfaatkan dalam penyediaan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Debit andalan digunakan sebagai patokan ketersediaan debit air yang masuk ke embung pada saat pengoperasian. Ketersediaan air dinyatakan dalam debit andalan atau debit minimum embung yang kemungkinan terpenuhi 20% (Q20), 50% (Q50), dan 80% (Q80)(Fachrunnisa *et al.*, 2019).

Penentuan debit andalan menggunakan metode *plotting position Weibull* dengan cara mengurutkan data dari yang besar ke kecil, memberikan urutan r dari 1 sampai dengan N, probabilitas urutan ke r adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{r}{N+1} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- P : probabilitas
- r : rangking
- N : jumlah data

Interpolasi untuk mendapatkan probabilitas 80%. Metode ini digunakan dalam perhitungan yang kemungkinan terlampaui sebesar 80% serta kegagalan dapat terjadi sebesar 20%, atau nilai P yakni 0,8.

Neraca Air Embung

Neraca air embung menggambarkan kondisi keseimbangan antara aliran air masuk (*inflow*) dengan aliran keluar (*outflow*) ditambah perubahan

jumlah air cadangan. Neraca air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\Delta V_s = V_r + V_{pcp} + V_{Gin} - V_{sp} - V_{evap} - V_{inf} - V_{wd}$$

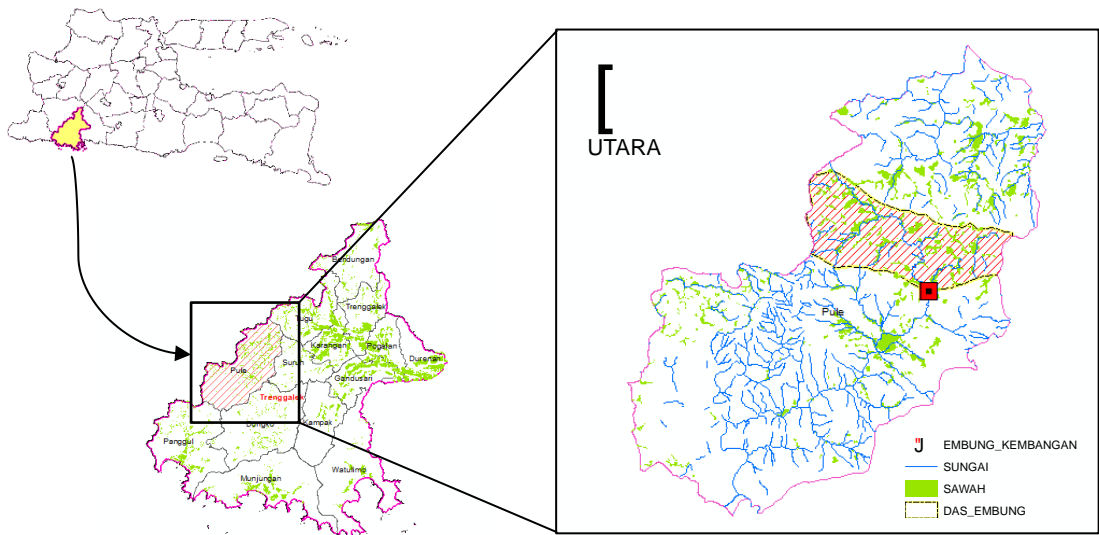
$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = (I - O) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan

- ΔV_s : perubahan penyimpanan air di embung pada langkah waktu
- V_r : limpasan ke waduk
- V_{Gin} : aliran air tanah dari akuifer ke embung
- V_{sp} : limpahan dari embung
- V_{wd} : kebutuhan air
- V_{pcp} dan V_{evap} : hujan dan evaporasi dari area permukaan embung
- V_{inf} : kehilangan akibat infiltrasi dari embun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Embung Kembangan terletak di Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Kabupaten Trenggalek terletak pada 8° 2' 49,38" LS dan 111° 34' 12,43" BT. Sebagian besar wilayah kabupaten ini memiliki topografi pegunungan meliputi 65% dari total luas wilayah kabupaten tersebut, dan 35% berupa dataran terjal. Dataran tinggi di Trenggalek cukup subur dan didominasi oleh kegiatan pertanian. Pertanian merupakan salah satu mata pencaharian utama di Kecamatan Pule. Menurut penggunaannya, total dari luas tanah yaitu 13.703 Ha, yang terdiri dari lahan sawah seluas 730 Ha, dan lahan kering 12.975 Ha. Lokasi studi tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2 Lokasi Studi Embung Kembangan, Kab.Trenggalek

Tabel 1 Rekapitulasi Data Klimatologi Bulanan Tahun 2008-2012

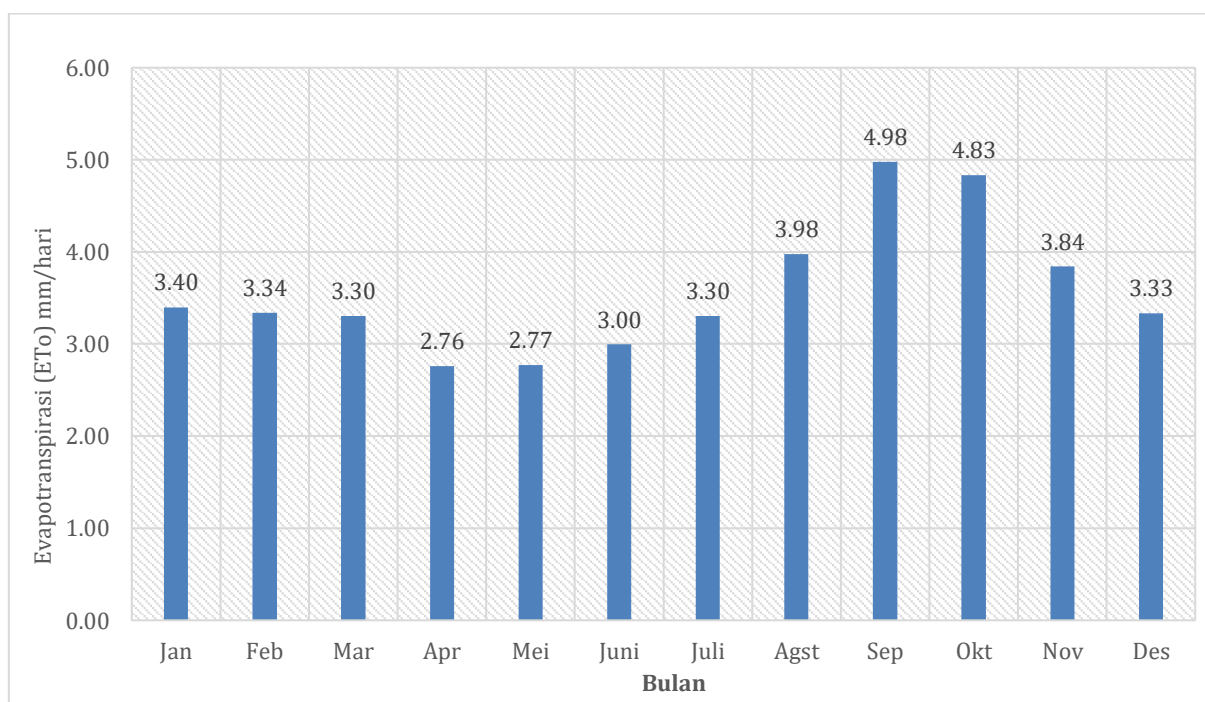
Bulan	Suhu	RH	Radiasi	Kec.Angin
Satuan	°C	%	%	m/detik
Jan	22,94	85,31	2,84	2,93
Feb	22,87	85,67	3,74	2,51
Mar	23,20	82,64	3,36	2,73
Apr	23,46	82,68	4,67	2,13
Mei	23,61	80,41	5,09	2,16
Jun	23,41	75,50	5,65	2,35
Jul	22,97	71,34	6,49	2,50
Agu	23,13	69,65	6,80	2,53
Sep	24,23	66,14	6,66	2,73
Okt	24,89	69,86	5,92	2,72
Nov	24,31	77,99	3,56	2,31
Des	23,50	83,03	2,86	2,12

Berdasarkan Tabel 1, Wilayah Embung Kembangan memiliki suhu rata-rata bulanan antara 22°C - 24 °C dengan suhu tertinggi berada pada bulan Oktober dan suhu terendah terjadi pada bulan Februari, Kelembapan relatif tertinggi juga berada pada bulan Februari yaitu sebesar 85,67%, Rata-rata lama penyinaran matahari sebesar 4,8%, Kecepatan angin terbesar terjadi pada bulan Januari sebesar 2,93 m/detik dan terkecil pada bulan Desember sebesar 2,12 m/detik.

Evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan metode modifikasi Penman Modifikasi. Nilai evapotranspirasi potensial berfluktuatif namun relatif tidak terlalu jauh

berbeda setiap bulannya, Nilai evapotranspirasi potensial terendah terjadi pada bulan April yaitu sebesar 2,76 mm/hari dan terbesar terjadi pada bulan September yaitu sebesar 4,98 mm/hari (Gambar 3). Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Nadjamuddin *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa nilai evapotranspirasi berkisar antara 3 - 8 mm/hari, Nilai evapotranspirasi ini akan mempengaruhi jumlah debit *inflow* yang dimasukkan ke dalam embung, Dalam neraca air, evapotranspirasi harus dihitung sebagai keluaran air karena merupakan bagian dari air yang hilang dari sistem.

Debit minimum yang dapat terpenuhi untuk debit andalan ditetapkan sebesar 80% kemudian ditentukan berdasarkan pada urutan dari yang paling kecil ke paling besar. Debit andalan yang digunakan adalah debit yang mendekati atau sama dengan nilai probabilitas 80%. Berdasarkan (Gambar 4), rerata debit bulanan terbesar terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 3,25 m³/detik. Sedangkan rerata debit bulanan terkecil terjadi pada bulan Oktober sebesar 0,22 m³/detik, Hal tersebut terjadi karena debit andalan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti curah hujan, Oktober memiliki rerata jumlah curah hujan yang paling rendah dan bulan Januari memiliki jumlah curah hujan yang tertinggi di antara 12 bulan. Jika curah hujan tinggi maka debit andalan akan cenderung meningkat.



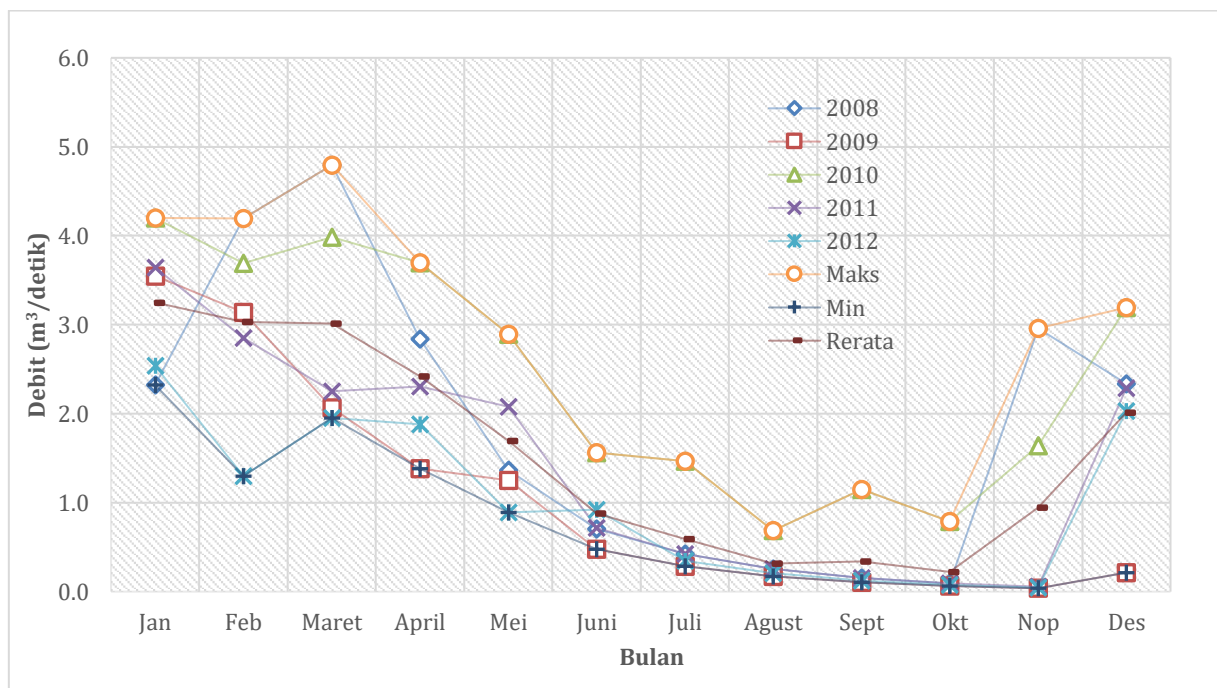
Gambar 3 Histogram Evapotranspirasi Rata-Rata Harian Setiap Bulan

Analisis debit andalan dilakukan untuk mengetahui besarnya debit yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Debit andalan dihitung dengan menggunakan metode *basic year* dengan keadalan 80%, Debit andalan Q80 digunakan karena kemungkinan resiko debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20%. Debit andalan Q80 terbesar terjadi pada bulan Januari dengan nilai sebesar 2,53 m³/dt sedangkan debit andalan Q80 terkecil terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 0,07 m³/detik (Gambar 5). Hasil tersebut menunjukkan potensi ketersediaan air yang akan digunakan dalam perhitungan neraca air. Tingginya debit andalan yang terjadi di bulan Januari dapat disebabkan oleh faktor curah hujan yang tinggi pula pada bulan tersebut.

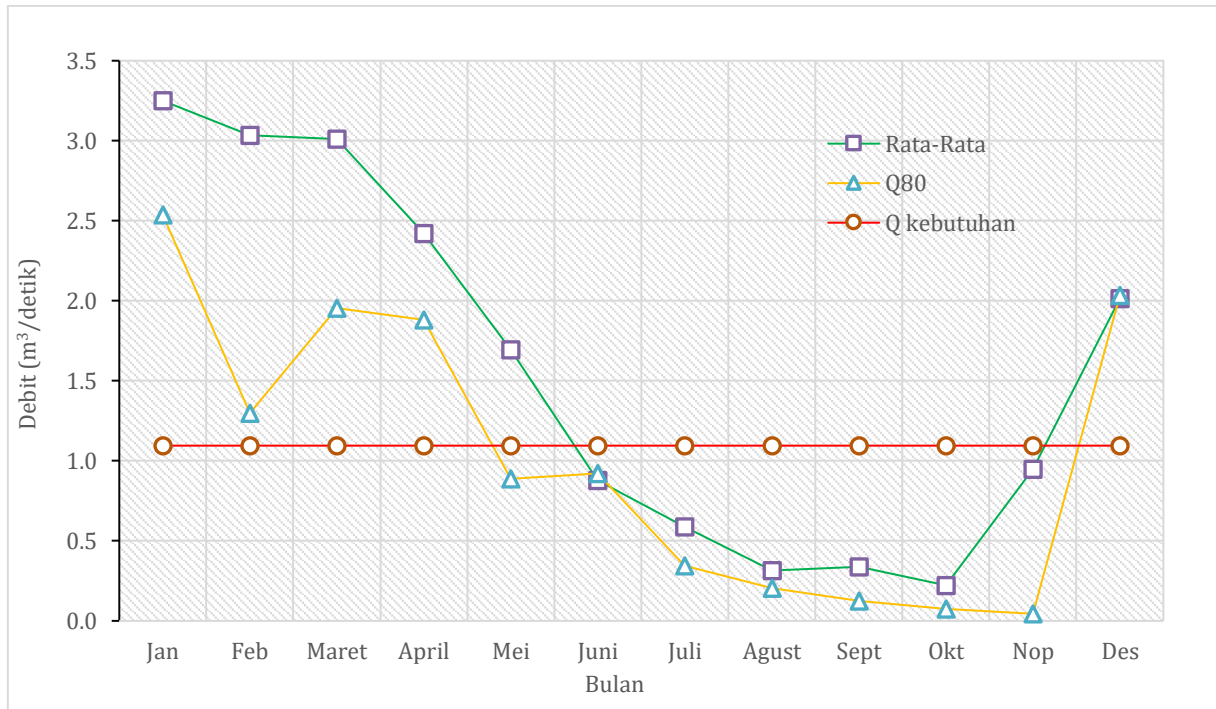
Kapasitas embung ditentukan dari volume maksimum embung berdasarkan tinggi maksimum embung. Tinggi maksimum yang digunakan adalah 13,20 m yang terletak pada elevasi 552,20 mdpl (Mahardika *et al.*, 2021). Volume maksimum embung yang didapatkan adalah 56,437 m³. Volume embung berhubungan dengan elevasi. Volume tampungan akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya elevasi. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi elevasi maka semakin besar volume air yang dapat ditampung oleh embung, Luas juga mempengaruhi volume tampungan

embung, karena semakin luas permukaan embung maka semakin besar kemampuannya untuk menampung. Luas berpengaruh terhadap elevasi dimana semakin luas embung maka semakin banyak air yang perlu diisi untuk mencapai elevasi yang sama. Apabila melihat ukuran volume efektif dan tinggi rancangan embung Kembangan. Menurut (Zevri, 2021), masuk dalam klasifikasi ukuran embung besar.

Selanjutnya dapat diklasifikasikan berdasarkan lama embung dapat menyimpan air, diklasifikasikan menjadi embung dengan tampungan sebentar (kemampuan simpan air 0-2 bulan), embung tampungan menengah (kemampuan simpan 3 – 5 bulan), dan embung tampungan panjang (kemampuan simpan 6-8 bulan). Berdasarkan hasil analisis kapasitas efektif embung yakni 56.437 m³ dan neraca air volume *inflow* (V_r) atau air masuk pada periode bulan kering oktober (Gambar 6) sebesar 595.108.12 m³/bulan, maka tampungan masih dalam kondisi penuh sepanjang tahun. Sehingga kemampuan simpan embung masuk dalam tampungan panjang.. Menurut (Nunes *et al.* 2022), embung kapasitas tampungan panjang dapat memenuhi kebutuhan air lebih dari setahun serta jika tampungan diakumulasikan di akhir periode setahun dapat dimanfaatkan untuk tahun selanjutnya.



Gambar 4 Debit bulanan m³/detik



Gambar 5 Histogram Debit Andalan Q80

Pada bulan Januari (Gambar 5), *inflow* berangsur menurun menghadapi bulan April s.d. Oktober dan mulai meningkat lagi di bulan November. Defisit debit *inflow* terhadap kebutuhan irigasi terjadi di bulan Juni sd November. Volume air masuk atau V_r tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 8.704.669,04 m³/bulan (Tabel 2), sedangkan V_r terendah terjadi di bulan Oktober sebesar 595.108.12 m³/bulan.

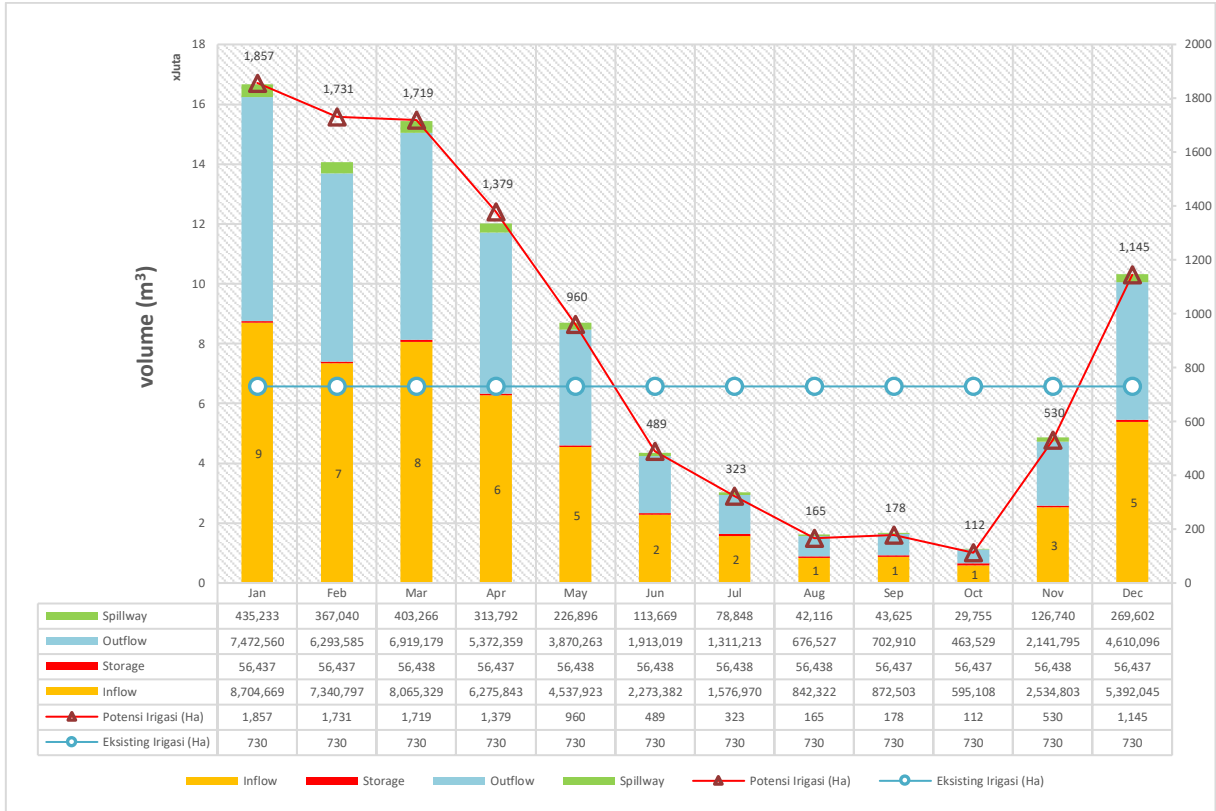
Perhitungan kebutuhan air selain irigasi untuk kebutuhan air baku (V_{wd} air baku) sebanyak 2.560 jiwa populasi penduduk dengan rata-rata konsumsi 150 lt/jiwa/hari maka setiap bulannya dibutuhkan volume air sebesar 11.904 m³/bulan. Volume air

V_{wd} digunakan untuk dapat memperkirakan potensi luasan irigasi yang dapat dipenuhi dalam satuan waktu bulanan. Sedangkan untuk dapat mengkondisikan jumlah air yang keluar dari *spillway* atau V_{sp} menggunakan pendekatan besaran volume air untuk pemeliharaan sungai sebesar 5% dari ketersediaan air (Sekardonya *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil neraca air embung (Tabel 2), pada bulan Januari volume *outflow* dari V_{wd} irigasi yakni sebesar 7.460.656 m³/bulan atau dapat berpotensi mengairi seluas 1.857 Ha sedangkan di bulan Oktober hanya mencapai 451.625 m³/bulan atau berpotensi mengairi seluas 112 Ha.

Tabel 2 Rekapitulasi Neraca Air Embung

Bulan	V_r	V_{pcp}	V_{Gin}	V_{evap}	V_{inf}	V_{sp}	V_{wd} Irigasi	V_{wd} Air Baku	V_w Total	ΔS	Potensi Luas Irigasi
	(m ³ /bulan)										(Ha)
Jan	8.704.669	6.662	190	34	1.190	435.233	7.460.656	11.904	7.472.560	56.437	1.857
Feb	7.340.797	5.468	190	34	1.075	367.040	6.282.833	10.752	6.293.585	56.437	1.731
Mar	8.065.329	5.315	190	33	1.190	403.266	6.907.275	11.904	6.919.179	56.437	1.719
Apr	6.275.843	3.820	190	28	1.152	313.792	5.360.839	11.520	5.372.359	56.437	1.379
May	4.537.923	2.538	190	28	1.190	226.896	3.858.359	11.904	3.870.263	56.437	960
Jun	2.273.382	886	190	30	1.152	113.669	1.901.499	11.520	1.913.019	56.438	489
Jul	1.576.970	494	190	33	1.190	78.848	1.299.309	11.904	1.311.213	56.438	323
Aug	842.322	262	190	40	1.190	42.116	664.623	11.904	676.527	56.438	165
Sept	872.503	622	190	50	1.152	43.625	691.390	11.520	702.910	56.437	178
Oct	595.108	826	190	49	1.190	29.755	451.625	11.904	463.529	56.438	112
Nov	2.534.803	4.199	190	39	1.190	126.740	2.129.891	11.904	2.141.795	56.438	530
Dec	5.392.045	4.944	190	34	1.190	269.602	4.598.192	11.904	4.610.096	56.438	1.145



Gambar 6 Neraca Air Embung Kembangan

Jika dibandingkan potensi areal irigasi yang dapat diairi dengan luasan sawah eksisting sebesar 730 Ha, maka pada berturut-turut mengalami penurunan persentase luasan yakni Juni 489 Ha (67%); Juli 323 Ha (44%), Agustus 165 Ha (23%), September 178 Ha (24%), Oktober 112 Ha (15%), November 530 Ha (73%). Adapun jika memanfaatkan volume embung 56.437,5 m³/bulan untuk kebutuhan irigasi dan air baku hanya mampu penambahan untuk 11 Ha irigasi sawah.

Banyaknya *outflow* atau aliran air yang keluar dari embung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan, penguapan, permintaan air, dan kapasitas embung. Menurut (Mudjiatko *et al.*, 2015), kehilangan air (*outflow*) diartikan sebagai air yang keluar dari embung secara alami atau sengaja (*outlet spillway*) dan *outlet intake* irigasi, jika curah hujan, penguapan, dan permintaan air tinggi tidak sebanding dengan kapasitas embung maka dapat mengakibatkan banyak *outflow* yang terjadi sehingga dalam perencanaan pembangunan embung perlu memperhatikan kapasitas embung. Berdasarkan hasil analisis tersebut, rancangan pembuatan Embung Kembangan tersebut cukup banyak *outflow* yang terjadi, sungai dengan fluktuasi debit yang tinggi memerlukan embung dengan kapasitas efektif yang lebih besar (Kustamar, 2018).

Embung dapat dialihkan ke skala yang lebih besar yang dapat memenuhi kebutuhan air irigasi lebih luas pemanfaatan tidak hanya lahan basah namun lahan kering, air baku, serta reduksi banjir, Utamanya dalam memenuhi defisit air irigasi lahan sawah di bulan Juni hingga November. Dengan adanya skala lebih besar produksi di lahan sawah dapat dioptimalkan menjadi IP300 atau indeks pertanian tiga kali tanam dalam setahun. Keberadaan embung dilihat dari berbagai aspek fisik lingkungan, ekonomi, sosial, budaya, dan kelembagaan berbanding lurus dengan kesejahteraan petani salah satunya peningkatan produktivitas tanam semula satu kali setahun menjadi dua kali setahun (Dangna *et al.*, 2019).. Selain itu, sebagai langkah mitigasi kekeringan untuk pertanian lahan kering khususnya Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek yang memiliki dominasi tingkat kekeringan meteorologi ekstrim kering (Santoso *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Debit andalan *F. J. Mock* dihitung dengan keandalan 80% dan dihasilkan debit andalan Q80 tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai sebesar 3,25 m³/detik sedangkan debit andalan Q80 terendah terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar 0,22 m³/detik. Kondisi pada bulan Januari, volume *outflow* dari V_wd irigasi sebesar 7.460.656 m³/bulan

atau dapat berpotensi mengairi seluas 1.857 Ha sedangkan di bulan Oktober hanya mencapai 451.625 m³/bulan atau berpotensi mengairi seluas 112 Ha. Adapun jika memanfaatkan volume embung, 56.437,5 m³/bulan, untuk kebutuhan irigasi dan air baku hanya mampu penambahan untuk 11 Ha irigasi sawah.

Upaya pemenuhan kebutuhan irigasi 730 Ha sawah saat periode bulan kering, disarankan untuk menambah jumlah embung agar dapat memenuhi target areal terairi keseluruhan dan meningkatkan indeks pertanaman menjadi dua kali atau tiga kali tanam dalam setahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada dan Balai Pengujian Standar Instrumen Agroklimat dan Hidrologi Pertanian yang telah membantu dalam proses kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka sehingga tulisan ini dapat diwujudkan,

DAFTAR PUSTAKA

- Atika, Y., Wahyuni, S., & Limantara, L. M. (2022). Rasionalisasi Kerapatan Stasiun Hujan di Sub DAS Ngasinan Hulu Menggunakan Data Hujan Pengukuran dan Satelit. *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(2), 232–244. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.09>
- Budiyanto, M. A., & Suharyanto, I. (2022). Optimalisasi Kapasitas Volume Tampungan Embung Tugu Kabupaten Kebumen. *Civil Engineering and Technology Journal (Civitech)*, IV(2), 31–38. <https://jurnal.ucy.ac.id/index.php/CivETech/issue/archive>
- Chandrasasi, D., Limantara, M. L., & Juni, W. R. (2020). Analysis using the F. J. Mock Method for calculation of water balance in the Upper Konto Sub-Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012019>
- Dangna, M. S., Haliman, A. S., & Asnian. (2019). Dampak Pembangunan Embung Bagi Usaha Tani Padi Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Galung Tropika*, 8(3), 224–234. <https://doi.org/10.31850/jgt.v8i3.499>
- Dewi, R., & Wahidin. (2020). Embung Sebagai Alternatif Cadangan Air Pada Sawah Tadah Hujan (Studi Kasus Kecamatan Kroya Kabupaten Indramayu). *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 4(1), 1–6.
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). *Guidelines for predicting crop water requirements* (Vol. 24).
- Fachrunnisa, Fauzi, M., & Trimajon. (2019). Perbandingan Debit Andalan Hasil Tank Model terhadap Debit. *Jurnal Teknik*, 13(2), 177–185. <https://doi.org/10.31849/2622-710X>
- Fakhrurazi, & Fahrudin, M. (2021). Analisa Pengembangan Lahan Pertanian Berdasarkan Neraca Air pada Polder Liang Menggunakan Debit Aliran Permukaan dengan Metode NRECA. *GRADASI TEKNIK SIPIL*, 5(1), 39–44.
- Fathnur, Kunta, T., & Musyadik. (2021). Peran Analisis Neraca Air untuk Perencanaan Pertanian di Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(1), 45–54. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n1.2021.45-54>
- Heryani, N., Kartiwa, B., Hamdani, A., Muhandiono, I., Rahayu, B., & Purwaningsih. (2021). Rainwater Harvesting Technology to Increase Cropping Index Under Perennial Crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012101>
- Jihad. (2018). Prediksi Debit Andalan Pada Das Cisadane Hulu Dengan Model Mock. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 17(1), 62–75. <https://doi.org/10.35760/dk.2018.v17i1.1927>
- Kustamar. (2018). *Pengendalian Banjir Berbasis Konservasi Sumber Daya Air (Bagian II) Optimasi Desain Tubuh Embung Pengendali Banjir: Vol. II* (E. Pujo & W. S. Fauzi, Eds.; I). C.V. Dream Litera Buana. www.dreamlitera.com
- Mahardika, T. T., Sisingih, D., & Suprijanto, H. (2021). Studi Perencanaan Embung Kembangan Kecamatan Pule Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(2), 368–378.
- Maini, M., & Mashuri. (2019). Analisis Imbangan air Embung Jongkong Kabupaten Bangka Tengah Melalui Kapasitas Tampungan. *Jurnal Fropil*, 7(1), 33–46.
- Mudjiatko, Mardani, Bambang, & Frester, J., A. (2015). Simulasi Potensi dan Kapasitas Embung Sungai Paku Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Air bagi Masyarakat. *Annual Civil Engineering Seminar*, 73–80.
- Muhandiono, I., Sosiawan, H., & Aprilyanto, A. (2021). Water balance analysis in perennial river flow: case study Pulau Laut, South Kalimantan. *E3S Web of Conferences*, 306, 04001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130604001>
- Nadjamuddin, D., Soetopo, W., & Sholichin, M. (2014). Rencana Penjadwalan Pembagian Air Irigasi Daerah Irigasi Paguyaman Kanan Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(2), 158–165.

- Nunes, A. de A., Reis, M., Pruski, F. F., de Paula, M. H., & Cristina, B. (2022). Optimization of sizing of annual water storage reservoirs considering return period association. *Acta Scientiarum - Technology*, 44. <https://doi.org/10.4025/ACTASCITECHNOL.V44I1.57835>
- Osly, P. J., Ihsani, I., Ririhena, R. E., & Araswati, F. D. (2019). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Kabupaten Manokwari Dengan Model Mock. *J.Infras*, 5(2), 59–67.
- Peraturan Bupati Trenggalek No 14 Tahun 2016 tentang Sebaran Luas Lahan Pertanian Berkelanjutan (LP2B).
- Qarinur, M., Silitonga, E. M. R., Sibuea, D. T. A., & Rahayu, T. (2022). Evaluasi Neraca Air Daerah Irigasi Sei Belutu Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(1), 89–100. <https://doi.org/10.29244/jsil.7.1.89-100>
- Santoso, R., Waspodo, B., Ayu, V., Dewi, K., Bhekti, G., & Pratama, S. (2019). Drought Effect Mitigation in Trenggalek Regency. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana* (Vol. 14, Issue 2).
- Sekardonya, K., Mananoma, S. T., & Sumarauw, J. S. F. (2020). Analisis Neraca Air Sungai Alo di Titik Bendung Alo Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 565–578.
- Setiadi, P. A., Wijayanti, Y., Cahyono, C., & Juliastuti. (2022). FJ.Mock Method for Hydrological model in Water Reliability Study at Jatiluhur Estate, Purwakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012003>
- Soimah, D., Harisuseno, D., & Wahyuni, S. (2024). Pemanfaatan Data Hujan Satelit Untuk Pemetaan Kekeringan Dengan Metode Percent Normal Indeks (PNI) di Sub Das Ngasinan. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 742–753. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.063>
- Zevri, A. (2021). Analisis Kebutuhan Kapasitas Tampungan Embung Danau Asam Kabupaten di Kotawaringin Barat. *Jurnal Sumber Daya Air*, 17(2), 83–94. <https://doi.org/10.32679/jsda.v17i2.719>