

Evaluasi Neraca Air Irigasi sebagai Dasar Peningkatan Indeks Pertanian (IP) dan Pengembangan Infrastruktur Irigasi di Desa Gedung Karya Jitu

Miskar Maini^{1✉}, Tera Melya Patrice Sihombing², M. Gilang Indra Mardika³, Zulqadri Ansar⁴, Zunanik Mufidah⁵, Junita Eka Susanti⁶

(1,2,3,6) Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

(4) Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

(5) Program Studi Teknik Biosistem, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Abstrak: Peningkatan Indeks Pertanian (IP) merupakan strategi untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian melalui optimalisasi pemanfaatan sumber daya air tanpa perluasan areal. Namun, peningkatan IP tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan air, tetapi juga oleh kemampuan jaringan irigasi dalam menyalurkan dan mendistribusikan air secara efektif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi neraca air irigasi sebagai dasar peningkatan IP dan pengembangan infrastruktur irigasi di Desa Gedung Karya Jitu, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. Metode penelitian dilakukan melalui analisis perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada setiap periode tanam, evaluasi pola tanam eksisting, serta analisis kapasitas hidraulik saluran untuk menentukan kebutuhan pengembangan infrastruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air sangat mencukupi untuk melayani lahan seluas 499 ha, dengan debit rata-rata 41,89 m³/s dan kebutuhan air rata-rata 0,45 m³/s. Neraca air menunjukkan surplus sepanjang tahun dengan rata-rata 41,44 m³/s. Pola tanam Padi-Padi-Bera dengan IP 150% masih layak dan berpotensi ditingkatkan menjadi IP 250%. Namun, kondisi saluran yang belum dinormalisasi dan pengaruh backwater akibat pasang berpotensi mengurangi kapasitas pengaliran. Normalisasi saluran menghasilkan kapasitas 1,36–2,20 m³/s dengan kecepatan rata-rata 0,52 m/s. Dengan demikian, pengembangan infrastruktur melalui normalisasi saluran dan peningkatan bangunan air diperlukan untuk mendukung peningkatan IP secara berkelanjutan.

Abstract: Increasing the Cropping Index (CI) is a strategy to improve agricultural productivity by optimizing available water resources without expanding cultivated areas. However, increasing CI depends not only on water availability but also on the capacity of irrigation networks to convey and distribute water effectively. This study aims to evaluate the irrigation water balance as a basis for increasing the Cropping Index and developing irrigation infrastructure in Gedung Karya Jitu Village, Tulang Bawang Regency, Lampung Province. The research method involved comparing irrigation water availability and requirements for each planting period, evaluating the existing cropping pattern, and analyzing the hydraulic capacity of irrigation channels to determine infrastructure development needs. The results show that water availability is sufficient to serve 499 ha of agricultural land, with an average discharge of 41.89 m³/s compared with an average irrigation water requirement of 0.45 m³/s. The water balance remains in surplus throughout the year, with an average surplus of 41.44 m³/s. The existing Rice-Rice-Fallow cropping pattern with a CI of 150% remains feasible and has the potential to increase to 250%. However, unnormalized channels and tidal-induced backwater may reduce conveyance capacity. Channel normalization provides a conveyance capacity of 1.36–2.20 m³/s with an average velocity of 0.52 m/s. Therefore, irrigation infrastructure development through channel normalization and improvement of hydraulic structures is required to support a sustainable increase in the Cropping Index.

Article history:

Received: 08 September 2026

Revised: 27 September 2026

Accepted: 30 September 2026

Published: 04 October 2026

Kata kunci:

neraca air irigasi, indeks pertanian, infrastruktur irigasi, normalisasi saluran, ketersediaan air

Keyword:

irrigation water balance, cropping index, irrigation infrastructure, channel normalization, water availability

This is an open-access article under the [CC-BY-SA License](#).



How to cite: Maini, M., Sihombing, T. M. P., Mardika, M. G. I., Ansar, Z., Mufidah, Z., & Susanti, J. E. (2026). Evaluasi Neraca Air Irigasi sebagai Dasar Peningkatan Indeks Pertanian (IP) dan Pengembangan Infrastruktur Irigasi di Desa Gedung Karya Jitu. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 4(4), 1427–1446. <https://doi.org/10.70716/reswara.v4i4.874>

PENDAHULUAN

Irigasi merupakan komponen penting dalam peningkatan produktivitas lahan pertanian karena berperan dalam menjamin ketersediaan air sesuai kebutuhan tanaman dan waktu pertumbuhan. Salah satu strategi peningkatan produksi pertanian tanpa perluasan lahan adalah peningkatan Indeks Pertanaman (IP) melalui optimalisasi pola tanam. Namun, peningkatan IP sangat dipengaruhi oleh kemampuan sumber daya air dalam memenuhi kebutuhan tanaman sepanjang musim tanam. Ketersediaan air yang tidak sesuai dengan kebutuhan dapat menyebabkan periode defisit, mengurangi luas areal yang dapat ditanami, serta meningkatkan risiko kegagalan produksi. Oleh karena itu, pengelolaan air irigasi perlu mempertimbangkan keseimbangan antara ketersediaan air, kebutuhan tanaman, pola tanam, dan kemampuan jaringan irigasi (Allen et al., 1998; Bos et al., 2005; Pereira et al., 2002, 2020; Perry et al., 2009).

Analisis neraca air irigasi merupakan pendekatan penting untuk mengetahui tingkat kecukupan air pada setiap periode tanam melalui perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Kebutuhan air tanaman dapat dihitung berdasarkan evapotranspirasi referensi, koefisien tanaman, curah hujan efektif, perkolasi, dan kebutuhan pengolahan lahan, dengan metode FAO Penman-Monteith sebagai salah satu pendekatan yang banyak digunakan (Allen et al., 1998; Praveen et al., 2025). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa analisis kebutuhan dan neraca air menggunakan CROPWAT 8.0 dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan air tanaman, mengevaluasi pola tanam, serta mengidentifikasi periode surplus dan defisit pada daerah irigasi (Dasril et al., 2021; Ferdi Aferta et al., 2023; Hadie & Hanifa, 2024; Jayantari et al., 2024; Putra, 2025; Sari & Prima, 2023; Shalsabillah et al., 2019). Penelitian Putra (2025) pada Daerah Irigasi Sekampung Batanghari juga menunjukkan bahwa analisis kebutuhan air dan neraca air dapat digunakan sebagai dasar evaluasi pola tanam dan kecukupan suplai air irigasi.

Kecukupan sumber air belum sepenuhnya menjamin keberhasilan peningkatan IP karena distribusi air juga ditentukan oleh kondisi dan kapasitas infrastruktur irigasi. Saluran yang mengalami sedimentasi, kerusakan, kebocoran, atau memiliki kapasitas hidraulik yang lebih kecil dari kebutuhan dapat mengurangi keandalan pelayanan air, terutama pada areal hilir. Evaluasi kinerja sistem irigasi karena itu perlu mempertimbangkan aspek kecukupan, keandalan, efisiensi distribusi, serta kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan tanaman (Bos et al., 2005; Burt et al., 1997; Clemmens & Molden, 2007; Ferdi Aferta et al., 2023; Hadie & Hanifa, 2024; Maini & Mashuri, 2019; Sari & Prima, 2023). Penelitian Sandoval et al., (2025) menunjukkan bahwa evaluasi kinerja irigasi perlu menggunakan beberapa indikator yang mencerminkan kemampuan sistem dalam menyediakan dan mendistribusikan air secara efektif. Di Indonesia, integrasi analisis kebutuhan air dengan evaluasi kapasitas jaringan juga telah digunakan untuk menilai kemampuan saluran dalam mendukung kebutuhan irigasi (Afandi et al., 2024; Praveen et al., 2025; Taufik et al., 2025; Tirtalistyani et al., 2022).

Penelitian terdahulu umumnya membahas kebutuhan air, neraca air, pola tanam, atau kinerja jaringan irigasi secara terpisah. Kondisi tersebut menunjukkan adanya research gap dalam mengintegrasikan hasil neraca air dengan target peningkatan IP dan kebutuhan pengembangan infrastruktur irigasi pada skala wilayah lokal. Peningkatan IP tidak hanya membutuhkan volume air yang mencukupi, tetapi juga kemampuan jaringan untuk menyalurkan air secara tepat waktu dan merata. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan terintegrasi dengan menggunakan hasil evaluasi neraca air sebagai dasar untuk menentukan peluang peningkatan IP sekaligus mengidentifikasi

kebutuhan pengembangan infrastruktur irigasi. Pendekatan tersebut diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih aplikatif karena menghubungkan aspek hidrologis, kebutuhan pertanian, dan aspek teknis jaringan irigasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan di Desa Gedung Karya Jitu Kabupaten Tulang Bawang Provinsi Lampung untuk mengevaluasi ketersediaan dan kebutuhan air irigasi serta hubungannya dengan pola tanam dan kondisi jaringan irigasi. Tujuan penelitian adalah (1) menganalisis neraca air irigasi dan mengidentifikasi periode surplus serta defisit; (2) mengevaluasi peluang peningkatan Indeks Pertanaman berdasarkan ketersediaan air; dan (3) menentukan kebutuhan pengembangan infrastruktur irigasi untuk mendukung peningkatan IP. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar teknis dalam optimalisasi pemanfaatan sumber daya air dan penentuan prioritas pengembangan jaringan irigasi, sehingga peningkatan produktivitas lahan dapat dilakukan secara efektif, efisien, dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Gedung Karya Jitu, Kecamatan Rawa Jitu Selatan, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung, dengan fokus pada sistem irigasi dan areal persawahan yang dilayaninya. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei kondisi fisik dan operasional jaringan irigasi, sedangkan data sekunder meliputi curah hujan, klimatologi, debit, luas areal layanan, pola dan kalender tanam, jenis tanaman, karakteristik tanah, serta data teknis jaringan irigasi.

Data curah hujan bulanan periode 2010–2024 dan data klimatologi berupa temperatur, kelembapan, kecepatan angin, dan penyinaran matahari digunakan untuk menghitung evapotranspirasi referensi dengan metode FAO Penman–Monteith dengan bantuan software CROPWAT. Selanjutnya, ketersediaan debit dianalisis menggunakan metode Mock secara bulanan berdasarkan neraca air yang mencakup curah hujan, evapotranspirasi, kelembapan tanah, infiltrasi, water surplus, aliran dasar (base flow), dan limpasan langsung (direct runoff). Parameter metode Mock meliputi kapasitas kelembapan tanah, koefisien infiltrasi, faktor resesi aliran dasar, tampungan awal, dan kondisi tutupan lahan. Ketersediaan air di bangunan pengambilan adalah air yang tersedia disuatu bangunan pengambilan. Untuk mengetahui besarnya debit aliran rendah (ketersediaan air) perlu dilakukan analisa simulasi aliran rendah. Mengingat data debit di sungai tidak ada, maka besarnya debit aliran rendah (ketersediaan air) ditentukan berdasarkan hubungan hujan dengan debit. Metode yang dipakai untuk menentukan debit aliran rendah dalam kajian ini menggunakan metode Mock, karena memiliki data-data yang lebih spesifik seperti data-data klimatologi.

Untuk keperluan analisis debit aliran rendah dibutuhkan beberapa masukan data-data yaitu Luas karakteristik daerah aliran sungai (DAS), Curah hujan rata-rata wilayah dan jumlah hari hujan dan Evapotranspirasi berdasarkan analisis data klimatologi menggunakan Metode Penman Monteith yang telah modifikasi .

Metode yang dipakai untuk menghitung nilai evapotranpirasi potensial (ET₀) adalah Metode Penman Monteith yang telah modifikasi. Adapun debit andalan metode MOCK dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = (BF + RO)A \quad (1)$$

Keterangan :

Q	=	debit andalan (m ³ /detik)
BF	=	base flow / aliran dasar
RO	=	direct run off / aliran langsung
A	=	catchment area / daerah tangkapan hujan (Km ²)

Analisis Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dihitung berdasarkan evapotranspirasi referensi (ET_o), koefisien tanaman (K_c), curah hujan efektif, dan kebutuhan tambahan sesuai karakteristik tanaman. Evapotranspirasi referensi dihitung menggunakan metode FAO Penman-Monteith, sedangkan evapotranspirasi tanaman dihitung menggunakan hubungan:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2)$$

dengan:

ET_o	=	evapotranspirasi referensi (mm/hari)
Δ	=	kemiringan kurva tekanan uap (kPa/°C)
R_n	=	radiasi netto (MJ/m ² /hari)
G	=	fluks panas tanah (MJ/m ² /hari)
γ	=	konstanta psikrometrik (kPa/°C)
T	=	suhu udara rata-rata (°C)
u_2	=	kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)
e_s	=	tekanan uap jenuh (kPa)
e_a	=	tekanan uap aktual (kPa).

Kebutuhan evapotranspirasi tanaman dihitung menggunakan koefisien tanaman:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (3)$$

dengan ET_c adalah evapotranspirasi tanaman (mm/hari) dan K_c adalah koefisien tanaman. Untuk tanaman padi, kebutuhan air irigasi memperhitungkan evapotranspirasi, perkolasi, kebutuhan penggenangan, dan curah hujan efektif. Secara umum dapat dituliskan:

$$NFR = ET_c + P + W_L - P_e \quad (4)$$

dengan:

NFR	=	kebutuhan irigasi bersih (mm/hari)
ET_c	=	kebutuhan evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
P	=	kehilangan akibat perkolasi (mm/hari)
W_L	=	kebutuhan penggantian lapisan air/penggenangan (mm/hari)
P_e	=	curah hujan efektif (mm/hari).

Selanjutnya, kebutuhan air irigasi bruto memperhitungkan efisiensi jaringan irigasi:

$$DR = \frac{NFR}{\eta} \quad (5)$$

dengan:

DR = kebutuhan irigasi bruto (mm/hari)

η = efisiensi irigasi.

Konversi kebutuhan air dari satuan tinggi air menjadi debit dilakukan dengan:

$$Q_{pengambilan} = \frac{DR \times A}{T} \quad (6a)$$

atau apabila DR dalam mm:

$$Q_{pengambilan} = \frac{DR \times A \times 10^{-3}}{T} \quad (6b)$$

dengan:

$Q_{pengambilan}$ = debit kebutuhan irigasi (m^3/s)

DR = kebutuhan air bruto (mm)

A = luas lahan yang diairi (m^2)

T = waktu periode (detik).

Untuk tanaman padi, kebutuhan air juga memperhitungkan kebutuhan pengolahan lahan, penjemuran tanah, perkolasi, dan pembentukan lapisan air. FAO menjelaskan bahwa kebutuhan irigasi padi perlu memasukkan komponen evapotranspirasi, penjemuran lahan, perkolasi, lapisan air, dan curah hujan efektif.

Analisis Neraca Air

Neraca air irigasi dihitung dengan membandingkan antara debit air yang tersedia (debit tersedia menggunakan debit andalan 80% pada Sungai Tulang Bawang dengan menggunakan model Mock) dan debit air yang dibutuhkan:

$$NA = Q_{andalan} - Q_{pengambilan} \quad (7)$$

Keterangan:

NA = neraca air (m^3/s)

$Q_{tersedia}$ = debit air yang tersedia (m^3/s)

$Q_{kebutuhan}$ = debit kebutuhan irigasi (m^3/s).

Interpretasinya: $NA > 0 \rightarrow$ surplus, $NA = 0 \rightarrow$ seimbang, $NA < 0 \rightarrow$ deficit

Nilai neraca air selanjutnya digunakan untuk menentukan periode yang memungkinkan dilakukan peningkatan indeks pertanian.

Perhitungan Indeks Pertanaman (IP)

Indeks Pertanaman dihitung berdasarkan jumlah luas tanam dalam satu tahun dibandingkan dengan luas lahan yang tersedia, kondisi eksisting luas lahan irigasi desa Gedung Karya Jitu seluas 499 Ha:

$$IP = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{L} \times 100\% \quad (8)$$

dengan:

L_1 = luas tanam musim pertama (ha)

L_2 = luas tanam musim kedua (ha)

L_3 = luas tanam musim ketiga (ha)

L = luas lahan tersedia (ha).

Skenario perhitungan IP eksisting berdasarkan survey lapangan menggunakan IP 150% adalah kondisi terukur di lapangan:

$$IP_{eksisting} = \frac{L_{Padi-I} + (L_{Padi-II} \times 50\%)}{L} \times 100\% \quad (9)$$

Sedangkan untuk skenario (simulasi) peningkatan direncanakan menggunakan IP 200% menggunakan Persamaan (9) dan skenario IP 250% menggunakan Persamaan (10) dasar menentukan peningkatan IP 250% berdasarkan program optimasi lahan dari Kementerian Pertanian:

$$IP_{skenario\ 1} = \frac{L_{MT-I} + L_{MT-II}}{L} \times 100\% \quad (10)$$

$$IP_{skenario\ 2} = \frac{L_{MT-I} + L_{MT-II} + (L_{MT-III} \times 50\%)}{L} \times 100\% \quad (11)$$

Dengan demikian, peningkatan IP tidak hanya ditentukan berdasarkan ketersediaan lahan, tetapi harus memenuhi kecukupan air pada setiap periode tanam.

Evaluasi Kapasitas Infrastruktur Irigasi

Evaluasi infrastruktur dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan debit hasil analisis neraca air dengan kapasitas jaringan irigasi eksisting. Komponen yang dievaluasi meliputi kapasitas saluran irigasi desa Gedung Karya Jitu memiliki 18 jalur/trase saluran teriser irigasi yaitu dibagi menjadi 2 bagian, 9 jalur berada pada area sisi barat dan 9 jalur lainnya berada di wilayah timur dengan total panjang saluran 30,78 Km, untuk mengvaluasi kapasitas infrastruktur saluran irigasi dihitung menggunakan persamaan Manning (Chow, 1959; Kiranaratri et al., 2025; Kiranaratri & Maini, 2025; Maini, 2024; Maini et al., 2023, 2024, 2025; Maini & Susanti, 2025):

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (12)$$

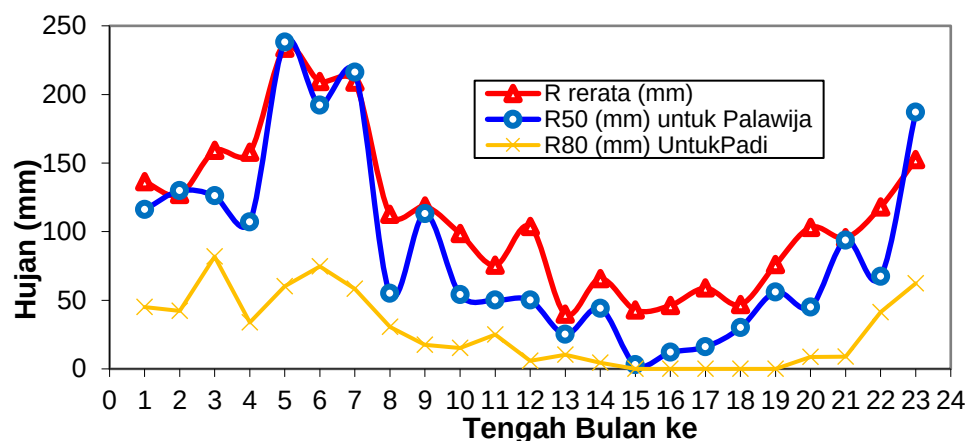
dengan (Q) adalah kapasitas debit saluran (m^3/s), (n) adalah koefisien kekasaran Manning, (A) adalah luas penampang aliran (m^2), (R) adalah jari-jari hidraulik (m), dan (S) adalah kemiringan dasar saluran.

Kapasitas saluran kemudian dibandingkan dengan debit kebutuhan $Q_{\text{kapasitas}} \geq Q_{\text{kebutuhan}}$ menunjukkan bahwa kapasitas saluran mencukupi. Sebaliknya $Q_{\text{kapasitas}} < Q_{\text{kebutuhan}}$ maka diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap peningkatan kapasitas, normalisasi, rehabilitasi, atau pengembangan jaringan. Hasil evaluasi digunakan untuk menentukan prioritas pengembangan infrastruktur berdasarkan tingkat kekurangan kapasitas dan kontribusinya terhadap peningkatan pelayanan air. Dengan demikian, rekomendasi infrastruktur diarahkan pada komponen jaringan yang menjadi bottleneck dalam pencapaian target IP, bukan semata-mata berdasarkan kondisi fisik bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Hidrologi

Data hidrologi yang digunakan berupa curah hujan harian periode 2010–2024 dari Stasiun Purwa Jaya, Kabupaten Tulang Bawang. Curah hujan tahunan berkisar 634–11.130 mm, dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2010. Rata-rata curah hujan bulanan berkisar 47,1–293,8 mm, masing-masing pada Juli dan Maret. Kondisi tersebut menunjukkan ketersediaan air yang relatif tinggi, sementara karakteristik lahan rawa pada daerah irigasi Gedung Karya Jitu menyebabkan genangan sekitar 20–30 cm pada lokasi lahan rendah.



Gambar 1. Hujan rerata dan hujan probabilitas 80% untuk Padi dan 50% untuk Palawija pada lahan irigasi Desa Gedung Karya Jitu

Hasil analisis curah hujan andalan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa R80 untuk tanaman padi memiliki rata-rata 28,91 mm, dengan nilai maksimum 81,80 mm pada Februari I dan minimum 0 mm pada Agustus–Oktober. Sementara itu, R50 untuk palawija memiliki rata-rata 89,74 mm, dengan nilai maksimum 238 mm pada Maret I dan minimum 3 mm pada Agustus I. Berdasarkan kondisi tersebut, periode tanam yang sesuai untuk padi adalah Desember–April, sedangkan palawija pada Mei–Juli atau Oktober–November. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam penetapan kalender tanam dan strategi pengelolaan air irigasi.

Kebutuhan Air Irigasi Desa Gedung Karya Jitu

Analisis kebutuhan air irigasi diawali dengan pengolahan data klimatologi berupa temperatur, kelembaban relatif, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin untuk menghitung evapotranspirasi acuan (ET_o) menggunakan metode Penman-Monteith dengan bantuan *CropWat* 8.0. Nilai ET_o selanjutnya digunakan dalam perhitungan Model Mock untuk menentukan debit andalan.

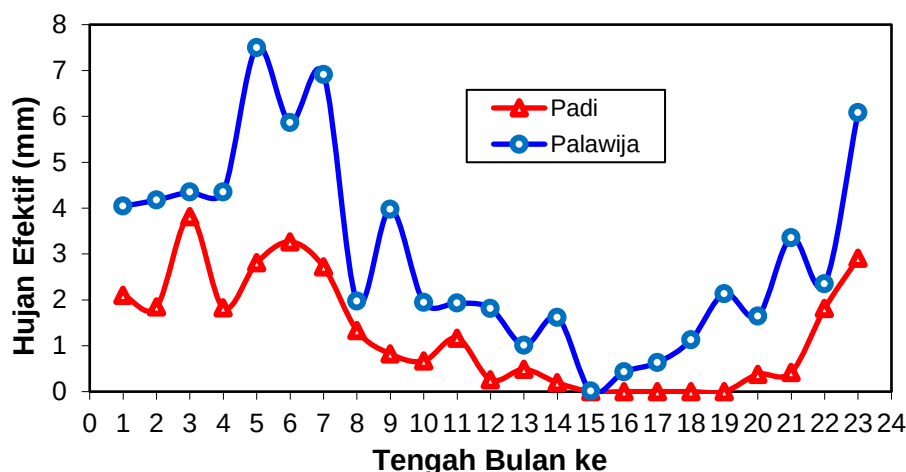
Hasil analisis menunjukkan ET_o di Kabupaten Tulang Bawang bervariasi antara 2,28–4,30 mm/hari atau 71–133 mm/bulan. Nilai tertinggi terjadi pada Mei sebesar 4,30 mm/hari, sedangkan terendah pada November sebesar 2,28 mm/hari. Pola ET_o cenderung meningkat pada Maret–Agustus dan menurun pada akhir tahun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi lebih tinggi pada musim kemarau akibat meningkatnya kehilangan air melalui evapotranspirasi.

Analisis curah hujan efektif (Re) menunjukkan pola musiman yang ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu tanaman padi, Re berkisar 0,00–3,82 mm/hari, sedangkan pada palawija berkisar 0,01–7,50 mm/hari. Curah hujan efektif relatif tinggi pada Desember–April dan sangat rendah pada Agustus–September. Dengan demikian, periode Desember–April lebih sesuai untuk budidaya padi, sementara palawija dapat dikembangkan pada periode transisi dengan kebutuhan irigasi yang lebih rendah. Pada musim kemarau, diperlukan dukungan irigasi dan pengaturan pola tanam untuk mengurangi risiko kekurangan air. Kondisi lapangan menunjukkan bahwa petani cenderung tidak melakukan penanaman pada MT III karena kondisi pasang di wilayah rawa serta rendahnya curah hujan efektif, terutama pada Agustus–September.

Perhitungan kebutuhan air dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap penyiapan lahan dan tahap pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air untuk tanaman (ET_c) dihitung berdasarkan besarnya evapotranspirasi tanaman rujukan (ET_o) dan koefisien tanaman (K_c). Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi 1986, evapotranspirasi (ET_o) dapat dihitung dari nilai panci evaporasi (E_{pan}) dikalikan dengan koefisien panci (K_{pan}).

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan air irigasi pada areal seluas 499 Ha di Desa Gedung Karya Jitu yang ditunjukkan pada Tabel 1, diperoleh variasi kebutuhan debit irigasi yang dipengaruhi oleh pola tanam, kondisi iklim, evapotranspirasi, serta curah hujan efektif pada setiap periode setengah bulanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi (Q_{keb}) berkisar antara 0,00–1,77 lt/s/ha atau setara dengan 0,00–0,88 m³/s untuk keseluruhan area irigasi. Debit kebutuhan maksimum terjadi pada Mei periode II, yaitu sebesar 1,77 lt/s/ha atau 881,41 lt/s (0,88 m³/s). Tingginya kebutuhan air pada periode tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya evapotranspirasi serta rendahnya kontribusi curah hujan efektif pada awal musim kemarau, sehingga kebutuhan suplai air irigasi menjadi lebih besar.

Kebutuhan air yang tinggi juga terjadi pada Mei periode I sebesar 1,74 lt/s/ha (0,87 m³/s), April periode II sebesar 1,60 lt/s/ha (0,80 m³/s), serta Agustus periode I sebesar 1,46 lt/s/ha (0,73 m³/s). Kondisi ini menunjukkan bahwa periode April hingga Agustus merupakan fase dengan kebutuhan air irigasi paling kritis sehingga memerlukan pengaturan distribusi air yang lebih optimal.



Gambar 2. Hujan Efektif untuk Padi dan Palawija Irigasi Desa Gedung Karya

Sebaliknya, kebutuhan air minimum terjadi pada April periode I, dimana kebutuhan irigasi tercatat 0,00 lt/s/ha. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kebutuhan air tanaman pada periode tersebut masih dapat dipenuhi sepenuhnya oleh curah hujan efektif tanpa tambahan suplai irigasi. Nilai kebutuhan yang sangat rendah juga terjadi pada November periode I dan II, masing-masing sebesar 0,07 lt/s/ha dan 0,09 lt/s/ha, yang menunjukkan tingginya kontribusi hujan terhadap kebutuhan air tanaman pada awal musim hujan.

Secara umum, kebutuhan air irigasi mulai meningkat sejak April periode II, mencapai puncaknya pada Mei, kemudian tetap relatif tinggi hingga Agustus sebelum menurun kembali pada periode musim hujan. Pola ini sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi iklim musiman di wilayah Kabupaten Tulang Bawang, khususnya penurunan curah hujan dan peningkatan evapotranspirasi selama musim kemarau.

Dari hasil rekapitulasi diperoleh debit kebutuhan rata-rata sebesar 0,91 lt/s/ha atau setara dengan 454,77 lt/s ($0,45 \text{ m}^3/\text{s}$) untuk total areal irigasi 499 Ha. Nilai ini menunjukkan besarnya kebutuhan air rata-rata yang harus disediakan sistem irigasi untuk mendukung kegiatan budidaya pertanian secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, kapasitas jaringan irigasi di Desa Gedung Karya Jitu perlu direncanakan minimal mampu melayani debit puncak sebesar $0,88 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga kebutuhan air pada periode kritis dapat terpenuhi secara optimal. Selain itu, diperlukan pengaturan pola tanam dan jadwal distribusi air yang efisien agar pemanfaatan sumber daya air dapat dilakukan secara efektif, terutama pada periode dengan kebutuhan air tinggi selama musim kemarau.

Tabel 1. Debit Kebutuhan Air Irigasi Desa Gedung Karya Jitu seluas 499 Ha

Bulan		$Q_{\text{kebutuhan}}$	$Q_{\text{kebutuhan}}$	$Q_{\text{kebutuhan}}$
		(lt/s/ha)	(lt/s)	(m^3/s)
Januari	I	1.27	634.90	0.63
	II	0.68	341.12	0.34
Pebruari	I	0.45	222.29	0.22
	II	0.97	483.52	0.48

Maret	I	0.49	243.92	0.24
	II	0.18	88.93	0.09
April	I	0.00	0.00	0.00
	II	1.60	799.73	0.80
Mei	I	1.74	867.76	0.87
	II	1.77	881.41	0.88
Juni	I	1.17	581.53	0.58
	II	1.31	655.95	0.66
Juli	I	1.42	710.21	0.71
	II	1.02	507.62	0.51
Agustus	I	1.46	730.95	0.73
	II	0.91	453.24	0.45
September	I	0.73	366.16	0.37
	II	0.78	388.18	0.39
Oktober	I	0.58	287.39	0.29
	II	0.66	330.21	0.33
Nopember	I	0.07	33.71	0.03
	II	0.09	43.09	0.04
Desember	I	1.27	633.17	0.63
	II	1.26	629.56	0.63
Debit Maksimum (m ³ /s)		1.77	881.41	0.88
Debit Rerata (m ³ /s)		0.91	454.77	0.45

Debit Andalan (Ketersediaan Air/Sumber Air)

Debit andalan adalah debit yang memenuhi kriteria ketersediaan dalam persentase tertentu. Pada penyediaan air untuk irigasi keandalan ditetapkan 80%, berarti selama 80% waktu air tersedia untuk mencukupi kebutuhan air irigasi tersebut. Debit andalan dianalisis berdasarkan data debit pada sungai Tulang Bawang yang menjadi suplai air irigasi di Desa Gedung Karya Jitu, namun bila tidak tersedia dimungkinkan untuk melakukan penelusuran data berdasarkan data hujan melalui proses pengalihan hujan menjadi aliran. Saat penelitian dilaksanakan tidak tersedia data debit terukur harian selama 10 tahun terakhir, oleh karena itu dipakai data sekunder dari data hujan harian. Analisis debit andalan menggunakan cara pengalihan hujan menjadi aliran dalam metode Mock dari Persamaan (1). Hasil debit andalan pada lokasi perencanaan sebagaimana terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Berdasarkan hasil perhitungan dengan model Mock di DAS Tulang Bawang, dapat ditentukan besarnya debit andalan (Q_{80}) dan debit reratanya.

Debit rerata setengah bulanan berkisar antara 63,856–87,518 m³/s dengan rerata tahunan 73,303 m³/s. Debit tertinggi terjadi pada Februari periode II sebesar 87,518 m³/s akibat tingginya curah hujan musim hujan, sedangkan debit terendah terjadi pada Agustus periode II sebesar 63,856 m³/s. Meskipun mengalami penurunan pada musim kemarau, ketersediaan air secara umum masih relatif stabil sepanjang tahun.

Debit andalan Q_{80} memiliki rerata 41,894 m³/s, dengan nilai tertinggi pada November periode II sebesar 62,336 m³/s dan terendah pada Januari periode I sebesar 27,428 m³/s. Sementara itu, debit andalan Q_{90} memiliki rerata 20,323 m³/s, dengan nilai tertinggi pada Mei periode I sebesar 38,825 m³/s dan terendah pada Januari periode II sebesar 11,549 m³/s. Nilai Q_{80} dan Q_{90} menunjukkan ketersediaan air yang masih cukup andal untuk mendukung kebutuhan air sepanjang tahun.

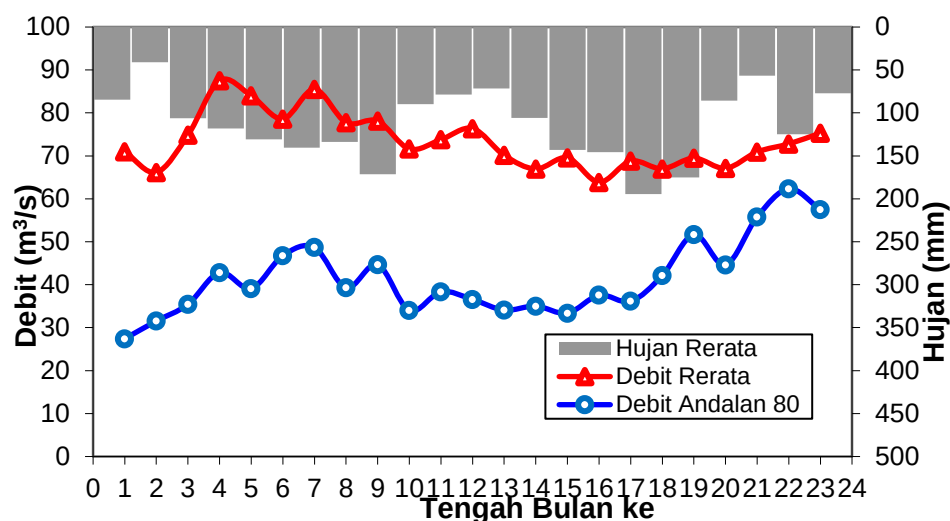
Hasil perhitungan volume tahunan menunjukkan volume debit rerata sebesar 2.306,918 juta m³/tahun, volume Q₈₀ sebesar 1.321,168 juta m³/tahun, dan volume Q₉₀ sebesar 640,915 juta m³/tahun. Secara umum, pola debit meningkat pada musim hujan dan menurun pada musim kemarau, namun potensi sumber daya air di Kabupaten Tulang Bawang masih cukup besar sehingga memerlukan pengelolaan distribusi air dan pola tanam yang optimal agar pemanfaatannya berkelanjutan. Dengan demikian debit andalan 80% dari studi terdahulu dipakai untuk perencanaan irigasi desa Gedung Karya Jitu saat ini.

Tabel 2. Debit andalan Sungai Tulang Bawang

Bulan		Debit Rerata	Debit Andalan 80%	Debit Andalan 90%
		Qr (m ³ /s)	Q80 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)
Januari	I	70.979	27.428	11.878
	II	66.171	31.551	11.549
Pebruari	I	74.843	35.431	18.934
	II	87.518	42.849	16.003
Maret	I	84.008	39.123	20.016
	II	78.592	46.776	19.299
April	I	85.482	48.680	16.485
	II	77.777	39.318	15.291
Mei	I	78.106	44.683	38.825
	II	71.621	33.995	17.837
Juni	I	73.791	38.364	31.235
	II	76.371	36.588	20.121
Juli	I	70.134	34.089	19.498
	II	66.951	35.023	18.346
Agustus	I	69.542	33.385	18.801
	II	63.856	37.562	18.081
September	I	68.789	36.152	18.290
	II	66.991	42.146	18.983
Oktober	I	69.471	51.669	19.655
	II	67.102	44.607	17.825
Nopember	I	70.918	55.796	19.608
	II	72.793	62.336	20.096
Desember	I	75.296	57.509	27.146
	II	72.166	50.395	33.955
Rerata (m ³ /s)		73.303	41.894	20.323
Vol. tahunan (MCM)		2306.918	1321.168	640.915

Penelitian terdahulu di wilayah DAS Tulang Bawang umumnya membahas debit aliran sungai dan waktu konsentrasi banjir, sedangkan penelitian terkait neraca air pertanian masih dilakukan pada cakupan wilayah yang lebih luas dengan menggabungkan beberapa desa atau lahan pertanian di Kabupaten Tulang Bawang (Mubarok et al., 2024; Prasetya & Anisia, 2021). Penelitian ini memiliki fokus yang lebih spesifik pada Desa Gedung Karya Jitu dengan mempertimbangkan ketersediaan air, debit andalan, kebutuhan air irigasi, dan pola tanam. Perbedaan skala wilayah, periode data,

karakteristik hidrologi, luas areal, serta pola tanam menyebabkan hasil penelitian ini belum dapat dibandingkan secara langsung dengan penelitian terdahulu. Meskipun demikian, hasil penelitian ini melengkapi penelitian sebelumnya dengan memberikan gambaran neraca air yang lebih spesifik pada tingkat desa, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi kecukupan air dan kesesuaian pola tanam di Desa Gedung Karya Jitu.



Gambar 3. Debit andalan Sungai Tulang Bawang untuk suplai air irigasi di Desa Gedung Karya Jitu

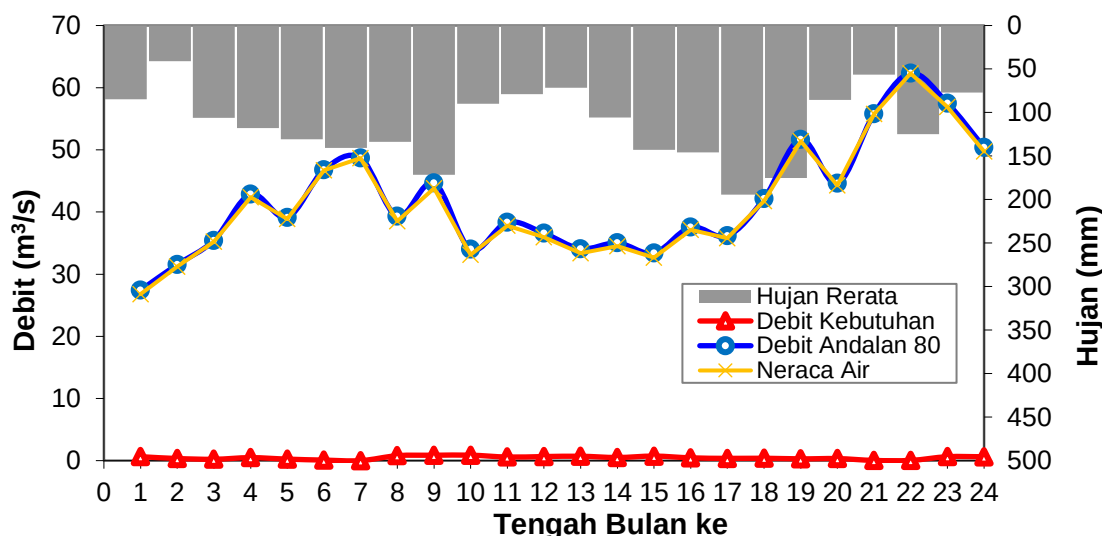
Neraca Air dan Indeks Pertanian (IP)

Indeks Pertanian (IP) eksisting menggambarkan tingkat pemanfaatan lahan pertanian dalam satu tahun berdasarkan jumlah musim tanam yang dapat dilaksanakan. Berdasarkan kondisi eksisting di Desa Gedung Karya Jitu, pola tanam yang diterapkan adalah padi-padi-bera dengan awal musim tanam pada Desember I, sehingga diperoleh nilai IP sebesar 150% berdasarkan survei lapangan atau wawancara ke petani-petani saat mulai tanam hingga panen. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan dalam satu tahun baru mencapai setara 1,5 kali musim tanam. Kondisi ini menunjukkan masih terdapat peluang untuk meningkatkan pemanfaatan lahan, terutama pada periode ketika ketersediaan air memungkinkan penambahan luas tanam.

Pada Musim Tanam I (MT I), lahan dimanfaatkan untuk budidaya padi secara penuh sehingga memberikan kontribusi sebesar 100% terhadap IP. Pada MT II, budidaya padi masih dapat dilakukan, tetapi hanya sekitar 50% areal yang dapat dimanfaatkan secara efektif. Sementara itu, pada MT III, lahan berada dalam kondisi bera sehingga tidak memberikan tambahan terhadap IP. Dengan demikian, pola tanam padi-padi-bera menghasilkan IP sebesar 150%. Rendahnya pemanfaatan lahan pada MT II dan kondisi bera pada MT III menunjukkan adanya potensi peningkatan indeks pertanian melalui optimalisasi pola dan kalender tanam.

Kondisi tersebut berkaitan dengan karakteristik Desa Gedung Karya Jitu yang merupakan kawasan irigasi rawa, sehingga pengelolaan air perlu mempertimbangkan dinamika ketersediaan dan kebutuhan air sepanjang tahun. Berdasarkan analisis hujan andalan R80 dan hujan efektif, periode April hingga Agustus merupakan fase dengan kebutuhan air irigasi yang relatif kritis. Oleh karena itu, peningkatan IP pada periode tersebut memerlukan pengaturan waktu tanam dan distribusi air yang lebih optimal agar kebutuhan tanaman tetap dapat terpenuhi.

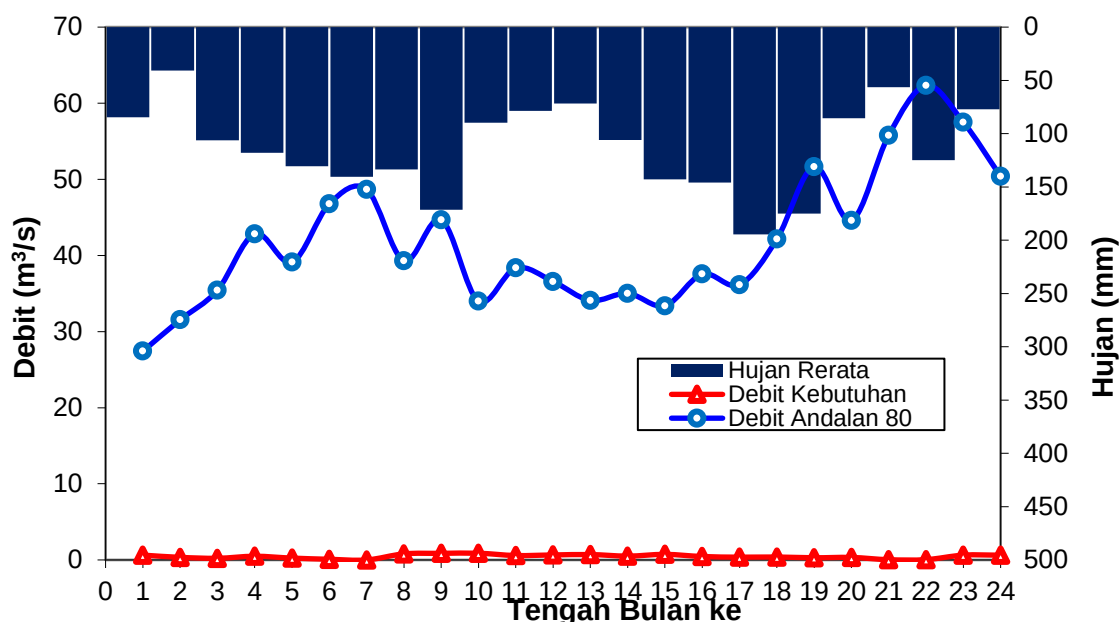
Berdasarkan hasil analisis neraca air, kebutuhan air tanaman pada kondisi eksisting menunjukkan variasi sesuai dengan fase pertumbuhan dan kondisi hidrologis. Nilai NFR total berkisar antara 0,38–9,92 mm/hari, sedangkan kebutuhan air bersih di sawah untuk tanaman padi (NFR Padi) mencapai maksimum sekitar 9,92 mm/hari. Untuk tanaman palawija, nilai NFR berkisar antara 0,38–4,37 mm/hari. Variasi tersebut dipengaruhi oleh kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhan tanaman, evapotranspirasi, pengolahan lahan, serta kontribusi curah hujan efektif.



Gambar 4. Neraca air dan indeks pertanaman eksisting irigasi di Desa Gedung Karya Jitu

Hasil analisis neraca air (lihat Gambar 4) menunjukkan bahwa ketersediaan air (Q_{and}) sepanjang periode analisis lebih besar dibandingkan kebutuhan pengambilan air untuk irigasi (Q_p). Nilai Q_{and} berkisar antara 27,43–62,34 m^3/s , sedangkan Q_p berkisar antara 0,00–0,88 m^3/s . Selisih antara ketersediaan dan kebutuhan air ($Q_{and}-Q_p$) juga tetap bernilai positif, yaitu sekitar 26,79–62,29 m^3/s . Kondisi tersebut menunjukkan bahwa secara kuantitatif ketersediaan air masih mencukupi kebutuhan irigasi pada pola tanam eksisting IP 150%.

Dengan demikian, IP 150% di Desa Gedung Karya Jitu masih memiliki peluang untuk ditingkatkan, karena hasil neraca air menunjukkan kondisi surplus sepanjang periode analisis. Peningkatan IP dapat dilakukan melalui optimalisasi kalender tanam, pemanfaatan periode ketersediaan air, serta pengaturan distribusi air yang lebih efisien. Namun, peningkatan tersebut perlu mempertimbangkan kapasitas jaringan irigasi, kebutuhan air tanaman, karakteristik lahan rawa, dan kesesuaian pola tanam, sehingga penambahan musim tanam tidak menimbulkan kekurangan air maupun konflik distribusi antarperiode tanam. Berdasarkan hasil analisis neraca air, pola tanam Padi-Padi-Bera dengan IP 150% pada kondisi eksisting Daerah Irigasi Desa Gedung Karya Jitu atau kondisi terukur di lapangan masih layak diterapkan. Ketersediaan air mencukupi kebutuhan irigasi sepanjang periode analisis sehingga seluruh periode berada dalam kondisi surplus. Kondisi ini menunjukkan bahwa IP berpotensi ditingkatkan menjadi 200–250% dengan tetap mempertimbangkan penyesuaian pola dan jadwal tanam serta distribusi air irigasi (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Neraca air dan indeks pertanian skenario peningkatan IP250% irigasi di Desa Gedung Karya Jitu

Pada skenario (simulasi berdasarkan standar optimasi lahan dari Kementerian Pertanian) peningkatan IP menjadi 250%, analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan debit kebutuhan irigasi ($Q_{kebutuhan}$) dan debit ketersediaan air ($Q_{ketersediaan}$) pada setiap periode setengah bulanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa $Q_{kebutuhan}$ berkisar antara 0,00–0,88 m^3/s , sedangkan $Q_{ketersediaan}$ berkisar antara 27,43–62,34 m^3/s . Selisih kedua parameter tersebut menghasilkan surplus air sebesar 26,793–62,293 m^3/s .

Debit kebutuhan maksimum sebesar 0,88 m^3/s terjadi pada Mei periode II, sedangkan kebutuhan minimum sebesar 0,00 m^3/s terjadi pada April periode I. Sementara itu, debit ketersediaan maksimum sebesar 62,34 m^3/s terjadi pada November periode II dan minimum sebesar 27,43 m^3/s pada Januari periode I. Surplus terkecil terjadi pada Januari periode I sebesar 26,793 m^3/s , sedangkan surplus terbesar terjadi pada November periode II sebesar 62,293 m^3/s .

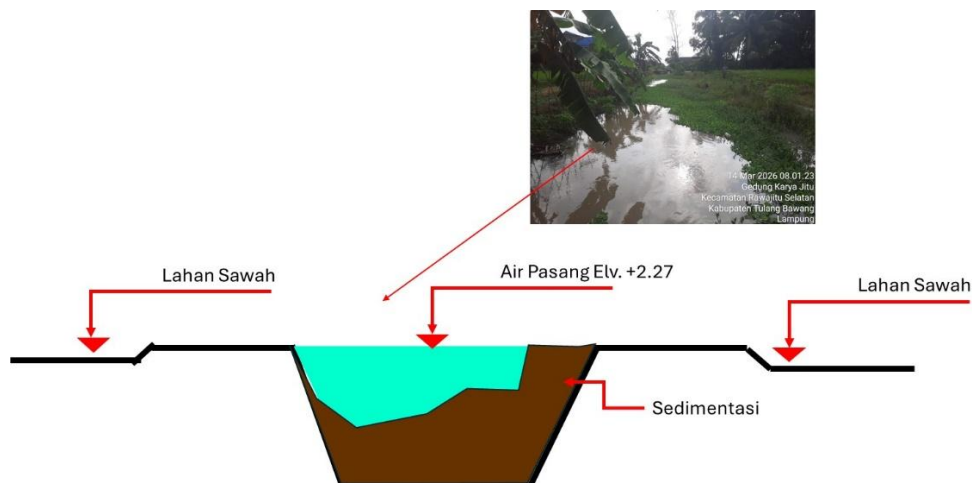
Pada musim kemarau, khususnya Mei hingga Agustus, kebutuhan air irigasi meningkat akibat menurunnya curah hujan efektif dan meningkatnya evapotranspirasi. Meskipun demikian, ketersediaan air masih jauh melebihi kebutuhan irigasi. Pada Mei periode II, misalnya, kebutuhan air mencapai nilai maksimum sebesar 0,88 m^3/s , sedangkan debit ketersediaan sebesar 34,00 m^3/s , sehingga masih terdapat surplus sebesar 33,114 m^3/s . Sebaliknya, pada musim hujan, khususnya November hingga Desember, kebutuhan air irigasi relatif rendah karena sebagian kebutuhan air tanaman dipenuhi oleh curah hujan. Kondisi ini menyebabkan surplus air semakin besar dan memberikan peluang untuk optimalisasi pengelolaan sumber daya air melalui penyimpanan maupun pengaturan distribusi air.

Secara keseluruhan, ketersediaan air di Desa Gedung Karya Jitu sangat memadai untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan seluas 499 ha. Debit ketersediaan rata-rata sebesar 41,89 m^3/s jauh lebih besar dibandingkan debit kebutuhan rata-rata sebesar 0,45 m^3/s , sehingga diperoleh surplus rata-rata sebesar 41,44 m^3/s . Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan air secara kuantitatif bukan merupakan faktor pembatas dalam pemenuhan kebutuhan irigasi. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air masih sangat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan irigasi

pada skenario (simulasi) IP 250% sepanjang tahun. Dengan demikian, peningkatan indeks pertanaman dapat dipertimbangkan sebagai upaya optimalisasi pemanfaatan sumber daya air dan peningkatan intensitas budidaya lahan pertanian di Desa Gedung Karya Jitu. Dengan kondisi tersebut, perhatian utama perlu diarahkan pada kinerja dan kapasitas infrastruktur jaringan irigasi, terutama kemampuan saluran dalam menyalurkan dan mendistribusikan air secara efektif. Evaluasi terhadap kondisi saluran, kehilangan air, kerusakan, dan kapasitas jaringan diperlukan sebagai dasar penentuan prioritas rehabilitasi dan peningkatan infrastruktur. Upaya tersebut diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air dan mendukung peningkatan indeks pertanaman (IP) di Desa Gedung Karya Jitu.

Analisis Evaluasi Kapasitas Infrastruktur Irigasi

Hasil pengukuran lapangan elevasi muka air irigasi Desa Gedung Karya Jitu berada pada elevasi +2.27 m. Analisis disimulasikan dengan kondisi saluran belum dinormalisasi dari sedimen, sehingga memperkecil kapasitas aliran disaluran. Berdasarkan grafik hasil perhitungan *backwater*, terlihat bahwa profil muka air di sepanjang saluran mengalami kenaikan secara bertahap menuju bagian hilir dan meningkat lebih signifikan pada segmen yang dipengaruhi oleh kondisi pasang. Elevasi muka air pada bagian hulu relatif stabil berada pada kisaran sekitar +2.27 m hingga +2.26 m hingga jarak 100 meter dari hulu saluran, sedangkan jarak sta > 100 m aliran telah terhalang oleh air pasang atau sudah terjadi *backwater* dari total Panjang saluran +1.200 m.



Gambar 6. Kondisi Existing Saluran Irigasi Desa Gedung Karya Jitu

Namun demikian, mendekati sta +100 dari hulu ke hilir terlihat adanya kenaikan muka air yang lebih tajam. Kenaikan muka air sekitar 0,20–0,23 m tersebut menunjukkan adanya pengaruh *backwater* akibat elevasi muka air pasang di bagian hilir sungai atau saluran penerima mendekati hulu saluran air. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada saat air pasang terjadi peningkatan muka air di hilir sehingga energi aliran dari hulu menuju hilir menjadi tertahan. Akibatnya, kecepatan aliran menurun dan muka air mengalami pembendungan ke arah hulu. Pengaruh pasang tersebut menyebabkan profil muka air tidak lagi mengikuti kemiringan normal saluran, tetapi membentuk kurva *backwater* yang semakin curam mendekati hilir.

Garis tren elevasi pada grafik menunjukkan kecenderungan kenaikan muka air secara umum, namun profil aktual memperlihatkan lonjakan yang lebih besar pada bagian Sta akhir saluran. Hal ini menandakan bahwa pengaruh pasang surut tidak hanya terjadi secara lokal di hilir, tetapi juga merambat ke arah hulu hingga mempengaruhi kondisi hidraulik saluran secara keseluruhan.

Secara hidraulik, fenomena *backwater* ini dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas pengaliran saluran, terutama saat debit dari hulu meningkat bersamaan dengan kondisi pasang maksimum. Apabila kondisi tersebut terjadi secara simultan, maka potensi genangan dan limpasan di daerah hulu maupun kawasan sekitar saluran akan semakin besar karena air tidak dapat mengalir secara bebas menuju hilir.

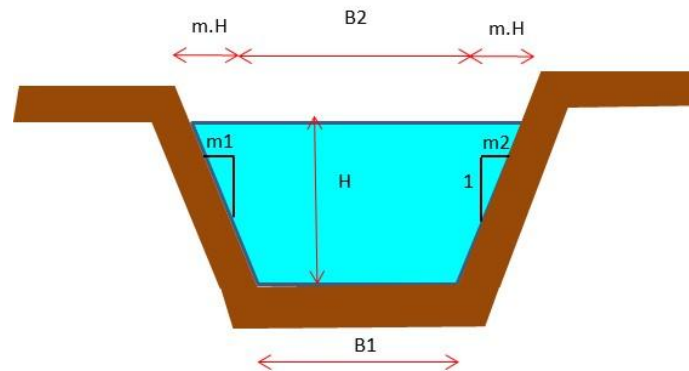


Gambar 7. Potongan Memanjang Saluran Irigasi Desa Gedung Karya Jitu Mengalami *Backwater* Ketika Pasang

Kondisi saluran eksisting mengalami sedimentasi yang cukup tinggi sehingga dalam peneitian ini dilakukan desain infrastruktur (normalisasi) dimensi saluran berdasarkan hasil pengukuran topografi cross-section dan long section. Analisis hidraulika pada desain saluran irigasi dilakukan untuk menentukan dimensi saluran yang mampu mengalirkan debit rencana secara aman, stabil, dan efisien berdasarkan perhitungan hidraulika menggunakan Persamaan (12). Pada perencanaan ini digunakan penampang saluran berbentuk trapesium karena bentuk tersebut lebih ekonomis, mudah dalam pelaksanaan konstruksi, serta memiliki stabilitas lereng yang baik terhadap kondisi tanah di lapangan. Selain itu, saluran trapesium umum diterapkan pada jaringan irigasi karena mampu menampung debit yang relatif besar dengan efisiensi hidraulik yang baik. Dalam perencanaan ini, nilai koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan jenis material saluran. Untuk saluran tanah umumnya digunakan nilai Manning berkisar antara 0,020–0,030, sedangkan pada saluran pasangan beton digunakan nilai sekitar 0,012–0,015. Nilai tersebut mempengaruhi kapasitas aliran dan kecepatan air dalam saluran.

Hasil analisis hidraulika menunjukkan bahwa seluruh saluran tersier di Desa Gedung Karya Jitu setelah dilakukan normalisasi menggunakan penampang saluran berbentuk trapesium dengan tinggi saluran (H) sebesar 1,00 m dan kemiringan lereng saluran (m) sebesar 0,5. Dimensi lebar dasar saluran (B_1) bervariasi antara 2,20–3,70 m, sedangkan lebar permukaan saluran (B_2) berkisar antara 3,20–4,70 m. Variasi dimensi tersebut disesuaikan dengan kebutuhan debit aliran pada masing-masing saluran tersier. Kemiringan dasar saluran (S) hasil normalisasi relatif seragam yaitu sekitar 0,0002, yang menunjukkan kondisi topografi lahan rawa yang sangat datar. Elevasi hulu saluran berkisar antara +2,27 m hingga +2,03 m, sedangkan elevasi hilir berada pada kisaran +2,02 m hingga +1,64 m.

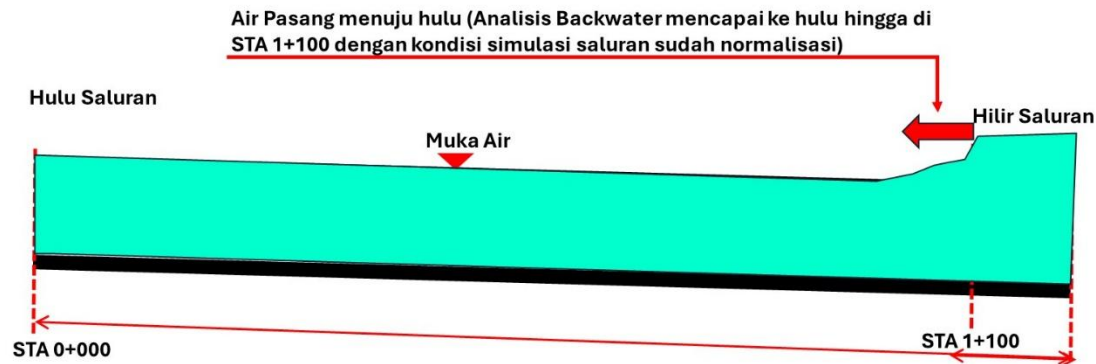
Perbedaan elevasi tersebut menghasilkan aliran gravitasi yang stabil sepanjang saluran dengan panjang saluran antara 1.274 m hingga 1.942 m. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan Manning dengan koefisien kekasaran (n) sebesar 0,025, diperoleh luas penampang basah (A) antara 2,70–4,20 m² dan jari-jari hidraulik (R) berkisar 0,844–0,894 m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penampang saluran hasil normalisasi memiliki kapasitas hidraulik yang cukup baik untuk mengalirkan debit irigasi.



Gambar 8. Tipikal Cross-Section Dimensi Saluran Irigasi Desa Gedung Karya Jitu

Kecepatan aliran (V) pada seluruh saluran relatif seragam dengan kisaran 0,505–0,525 m/s dan nilai rerata sebesar 0,52 m/s. Kecepatan tersebut masih berada pada batas aman untuk saluran tanah sehingga mampu meminimalkan potensi erosi dasar saluran maupun sedimentasi berdasarkan standar Kementerian Pekerjaan Umum maupun menurut Chow (1959). Nilai kecepatan yang stabil juga menunjukkan bahwa normalisasi saluran memberikan kondisi aliran yang lebih merata dan efisien.

Debit aliran (Q) hasil perhitungan menunjukkan kapasitas saluran berkisar antara 1,36–2,20 m³/s dengan debit rata-rata sebesar 1,88 m³/s. Kapasitas terbesar terdapat pada Saluran Tersier TR 23 A Barat sebesar 2,20 m³/s, sedangkan kapasitas terkecil terdapat pada Saluran Tersier TR 22 A Barat dan TR 22 B Barat sebesar 1,36 m³/s. Kapasitas debit yang direncanakan tersebut dibuat lebih besar dibandingkan debit kebutuhan irigasi normal. Kondisi ini dilakukan sebagai upaya antisipasi terhadap pengaruh *backwater* akibat pasang air laut yang dapat menjalar hingga ke bagian hulu saluran. Pada saat terjadi pasang, muka air di hilir saluran meningkat sehingga gradien hidraulik menjadi lebih kecil dan kecepatan pengaliran menurun (lihat Gambar 9). Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya genangan pada lahan pertanian dan melambatnya pembuangan air dari jaringan irigasi rawa. Oleh karena itu, dimensi saluran hasil normalisasi direncanakan memiliki kapasitas lebih besar agar saluran tetap mampu mengalirkan debit air secara optimal meskipun terjadi kenaikan muka air akibat pengaruh pasang surut. Selain untuk memenuhi kebutuhan irigasi, kapasitas saluran yang lebih besar juga berfungsi sebagai ruang tampungan sementara (*storage*) ketika terjadi hambatan aliran akibat efek *backwater*. Dengan demikian, normalisasi saluran tidak hanya meningkatkan kapasitas distribusi air irigasi, tetapi juga berperan penting dalam mengurangi risiko genangan dan memperbaiki sistem drainase lahan rawa pada saat kondisi pasang tinggi. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa desain hidraulika saluran setelah normalisasi telah memenuhi aspek kapasitas, kestabilan aliran, dan ketahanan terhadap pengaruh *backwater* pasang surut.



Note: Panjang Per Saluran Irigasi Hingga 1,2 Km di Desa Gedung Karya Jitu

Gambar 9. Potongan Memanjang Saluran Irigasi Desa Gedung Karya Jitu Mengalami Backwater Ketika Pasang Setelah Normalisasi

KESIMPULAN

Ketersediaan air irigasi di Desa Gedung Karya Jitu berdasarkan hasil pengukuran lapangan sangat mencukupi untuk melayani areal pertanian seluas 499 ha, dengan debit rata-rata sebesar $41,89 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan kebutuhan air rata-rata hanya $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil analisis neraca air menunjukkan kondisi surplus sepanjang tahun dengan surplus rata-rata sebesar $41,44 \text{ m}^3/\text{s}$. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pola tanam Padi-Padi-Bera dengan indeks pertanaman (IP) 150% pada kondisi eksisting masih layak dipertahankan dan secara simulasi berpotensi ditingkatkan hingga IP 250% melalui penyesuaian jadwal tanam dan pengaturan distribusi air. Namun, kondisi saluran yang belum dinormalisasi serta pengaruh *backwater* akibat pasang berpotensi mengurangi kapasitas pengaliran dan meningkatkan risiko genangan. Hasil analisis hidraulik menunjukkan bahwa normalisasi saluran dengan penampang trapesium dapat menghasilkan kapasitas pengaliran sebesar $1,36\text{--}2,20 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kecepatan rata-rata $0,52 \text{ m/s}$. Nilai kecepatan tersebut relatif rendah sehingga dapat mendukung kestabilan dasar saluran tanah dan mengurangi potensi erosi. Oleh karena itu, normalisasi saluran dan peningkatan fungsi bangunan air perlu menjadi prioritas untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air, mengurangi pengaruh pasang, serta mendukung peningkatan indeks pertanaman secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Nofrizal, N., Yulan Nifen, S., & Agus, A. (2024). Evaluasi Kebutuhan Jaringan Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Batang Anai) Sub-Di Lubuk Alung Menggunakan Program Cropwat 8.0 Dan HEC-RAS 5.0.1. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 2(2). <https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.2.1>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., & W, a B. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. *Irrigation and Drainage*. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.12.001>
- Bos, M. G., Burton, M. A., & Molden, D. J. (2005). Irrigation and drainage performance assessment: Practical guidelines. In *Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines*. <https://doi.org/10.1079/9780851999678.0000>
- Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., Howell, T. A., & Eisenhauer, D. E. (1997). Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 123(6). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9437\(1997\)123:6\(423\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9437(1997)123:6(423))

- Chow, V. Te. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. Ven Te Chow. McGraw-Hill, New York, 1959. xviii+680 pp. Illus. \$17. *Science*, 131(3408).
- Clemmens, A. J., & Molden, D. J. (2007). Water uses and productivity of irrigation systems. *Irrigation Science*, 25(3). <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0067-y>
- Dasril, D., Istijono, B., & Nurhamidah, N. (2021). EVALUASI KEBUTUHAN AIR IRIGASI DENGAN APLIKASI CROPWAT 8.0 DAERAH IRIGASI AMPING PARAK. *Rang Teknik Journal*, 4(2). <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2656>
- Ferdi Aferta, M., Agus, F., & Adriati, Y. (2023). Evaluasi Neraca Air Pada Irigasi Kuok II. *Jurnal Saintis*, 23(1).
- Hadie, M. S. N., & Hanifa, A. H. (2024). Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Dua Metode Klasik dan Aplikasi Cropwat 8.0 Di D.I Kuranji. *Jurnal Bangunan, Konstruksi & Desain*, 2(4). <https://doi.org/10.25077/jbkd.2.4.273-283.2024>
- Jayantari, M. W., Anita, S. I., & Nuraga, I. K. (2024). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Dengan Software Cropwat Version 8.0 Daerah Irigasi Glundengan Kabupaten Jember. *Nata Palembang: Journal of Environmental Engineering Innovations*, 1(1). <https://doi.org/10.38043/natapalemahan.v1i1.5363>
- Kiranaratri, A. H., & Maini, M. (2025). Comparison of Manning's Roughness Coefficient Estimation Methods Based on Channel Geometry and Bed-Load Sediment Characteristics in the Way Tapus River. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(3), 1422–1435. <https://doi.org/10.70609/g-tech.v9i3.7378>
- Kiranaratri, A. H., Pangestu, B. P., & Maini, M. (2025). Karakteristik Koefisien Kekasaran Manning pada Aliran dengan Transpor Sedimen di Sungai Way Lunik. *Jurnal Teknik Gradien*, 17(01), 1–12.
- Maini, M. (2024). *Pengaruh Transpor Sedimen terhadap Koefisien Kekasaran Manning di Saluran Terbuka* [Dissertation, Universitas Gadjah Mada]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/243794>
- Maini, M., Kironoto, B. A., Istiarto, & Pamudji, A. P. (2024). Evaluating Manning's Roughness Coefficient for Flows with Equilibrium and Non-equilibrium Sediment Transport. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 18(1), 65–80. <https://doi.org/10.14525/JJCE.v18i1.06>
- Maini, M., Kironoto, B. A., Rahardjo, A. P., & Istiarto. (2023). Flow Characteristics of Equilibrium and Non-equilibrium Sediment Transport Flows. *International Journal of GEOMATE*, 25(110), 77–86. <https://doi.org/10.21660/2023.110.3957>
- Maini, M., Kironoto, B. A., Rahardjo, A. P., & Istiarto. (2025). Alternative Method for Determining Manning's Roughness Coefficient Using Two-Point Velocity in Equilibrium and Nonequilibrium Sediment Transport. *Civil Engineering Journal*, 11(7), 2666–2685. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-07-02>
- Maini, M., & Mashuri, M. (2019). Analisis Imbangan Air Embung Jongkong Kabupaten Bangka Tengah Melalui Kapasitas Tampungan. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 7(1). <https://doi.org/10.33019/fropil.v7i1.1402>
- Maini, M., & Susanti, J. E. (2025). Flow Resistance Estimation Using the Empirical Chezy Method in Sediment-Laden Flow. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(4), 1939–1954. <https://doi.org/10.70609/g-tech.v9i4.8057>
- Mubarok, H. N., Septiani, D., Kurnia, M. B., Fadilah, H., Putri, H. L., Irawati, F. D., Permana, R. D., & Badri, R. M. (2024). Interpolasi Curah Hujan Menggunakan Model Spatial Ordinary Kriging di Kabupaten Tulang Bawang Barat. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DATA*, 4(1). <https://doi.org/10.33005/senada.v4i1.392>
- Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity. In *Agricultural Water Management* (Vol. 57, Number 3). [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6)
- Pereira, L. S., Paredes, P., & Jovanovic, N. (2020). Soil water balance models for determining crop water and irrigation requirements and irrigation scheduling focusing on the FAO56 method and the

- dual Kc approach. In *Agricultural Water Management* (Vol. 241). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106357>
- Perry, C., Steduto, P., Allen, R. G., & Burt, C. M. (2009). Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(11). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.05.005>
- Prasetya, D. B., & Anisia, H. (2021). Analisis Kesesuaian Lahan Kawasan Lahan Basah (Wetland) untuk Perencanaan Tata Guna Lahan Berkelanjutan di Kabupaten Tulang Bawang. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1). <https://doi.org/10.35472/jsat.v5i1.310>
- Praveen, K., Ray, R., Roy, L. B., & Tiwari, D. K. (2025). Assessment of irrigation water management using FAO-CROPWAT 8 in the Paliganj distributary of the Sone irrigation scheme in Bihar: a case study. *Journal of Water and Climate Change*, 16(1). <https://doi.org/10.2166/wcc.2024.142>
- Putra, M. H. S. (2025). Analisis kebutuhan air irigasi menggunakan software cropwat 8.0 (studi kasus: Daerah Irigasi Sekampung Batanghari). *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 30(2).
- Sandoval, A., Requelme, N., & Cachipundo, C. (2025). Multi-criteria decision making (MCDM) methodology for the prioritization of technical irrigation projects. *Water Policy*, 27(8). <https://doi.org/10.2166/wp.2025.304>
- Sari, N. K., & Prima, G. R. (2023). Evaluasi kebutuhan dan ketersediaan air irigasi dalam rangka peningkatan hasil pertanian (studi kasus Daerah Irigasi Cikunten II). *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 18(1).
- Shalsabillah, H., Amri, K., & Gunawan, G. (2019). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode Cropwat Version 8.0. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(2). <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.61-68>
- Taufik, M., Sarwidi, S., Ruzardi, R., & Astuti, S. A. Y. (2025). Impact of irrigation modernization on rice productivity in Yogyakarta: An integrated evaluation. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(6). <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i6.10219>
- Tirtalistyani, R., Murtiningrum, M., & Kanwar, R. S. (2022). Indonesia Rice Irrigation System: Time for Innovation. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Number 19). <https://doi.org/10.3390/su141912477>