

Analisis Keseimbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pada Daerah Irigasi Tinalun

Kelani Anwar Syahada^{1*}, Nur Qudus¹

¹Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

kelanianwarsyahada13@gmail.com*

Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons

Abstrak

Keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air merupakan faktor utama dalam menjaga keberlanjutan sistem irigasi dan stabilitas produksi pertanian. Daerah Irigasi Tinalun Kabupaten Semarang memiliki peran strategis dalam mendukung kegiatan pertanian sawah, namun sistem ini sangat dipengaruhi oleh fluktuasi hidrologi musiman yang berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Tinalun dengan memanfaatkan data hidrologi, klimatologi, serta pola tanam eksisting. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan analisis kebutuhan air irigasi yang dihitung berdasarkan curah hujan efektif, evapotranspirasi acuan metode FAO Penman–Monteith, dan kebutuhan air tanaman sesuai standar perencanaan irigasi nasional. Ketersediaan air dianalisis menggunakan debit andalan sungai dengan metode F.J. Mock pada tingkat keandalan 80%. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah yang meliputi data curah hujan dan data klimatologi (suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit andalan tertinggi terjadi pada periode Desember I sebesar 32,01 m³/det dan terendah pada bulan Oktober I sebesar 0,15 m³/det. Kebutuhan air irigasi tertinggi terjadi pada bulan November I sebesar 4,28 m³/det, sedangkan kebutuhan terendah terjadi pada bulan Juli II sebesar 0,84 m³/det. Analisis keseimbangan air menunjukkan kondisi surplus pada sebagian besar periode, namun terjadi defisit air pada bulan Agustus II hingga Oktober II dengan nilai defisit berkisar antara –0,56 hingga –1,38 m³/det. Kondisi ini mengindikasikan perlunya pengelolaan irigasi yang lebih adaptif, khususnya pada musim kemarau, untuk menjaga keberlanjutan sistem irigasi Tinalun.

Kata kunci: irigasi, ketersediaan air, kebutuhan air, keseimbangan air

Abstract

The balance between water availability and irrigation water demand is a critical factor in maintaining irrigation system sustainability and agricultural production stability. The Tinalun Irrigation Area in Semarang Regency plays a strategic role in supporting paddy field agriculture, yet it is highly influenced by seasonal hydrological fluctuations that may lead to water imbalance. This study aims to

comprehensively analyze the balance between water availability and irrigation water demand in the Tinalun Irrigation Area using hydrological, climatological, and existing cropping pattern data. A quantitative descriptive approach was applied. Irrigation water demand was calculated based on effective rainfall, reference evapotranspiration using the FAO Penman–Monteith method, and crop water requirements in accordance with national irrigation planning standards. Water availability was analyzed using dependable discharge calculated by the F.J. Mock method with an 80% reliability level. The data used were secondary data and analysis results from Chapter IV of the undergraduate thesis, including rainfall, climatological data, river discharge, and irrigation area characteristics. The results indicate that the highest dependable discharge occurs in early December I at 32,01 m³/s, while the lowest occurs in October I at 0.15 m³/s. The highest irrigation water demand occurs in November I at 4.28 m³/s, whereas the lowest demand occurs in July II at 0.84 m³/s. Water balance analysis shows surplus conditions during most periods; however, water deficits occur from August II to October II, with deficit values ranging from –0.56 to –1.38 m³/s. These results indicate the need for more adaptive irrigation management, particularly during the dry season, to ensure the sustainability of the Tinalun irrigation system.

Keywords: *irrigation, water availability, water demand, water balance*

Pendahuluan

Irigasi merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pertanian beririgasi yang berfungsi menjamin ketersediaan air bagi tanaman secara berkelanjutan. Irigasi didefinisikan sebagai usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Keberhasilan sistem irigasi sangat bergantung pada keseimbangan antara ketersediaan air dari sumber dan kebutuhan air tanaman di lahan pertanian. Ketidakseimbangan antara kedua komponen tersebut dapat mengakibatkan gangguan distribusi air, penurunan intensitas tanam, menurunnya produktivitas lahan, hingga munculnya konflik antar pengguna air.

Di Indonesia, permasalahan ketidakseimbangan air irigasi sering terjadi terutama pada musim kemarau, ketika debit sungai menurun secara signifikan sementara kebutuhan air tanaman meningkat. Pratama et al. (2020) menyatakan bahwa defisit air pada musim kemarau menjadi penyebab utama menurunnya kinerja sistem irigasi di berbagai daerah. Kondisi defisit ini semakin kritis pada sistem irigasi yang memiliki keterbatasan fleksibilitas jaringan dan sumber air (Pereira et al., 2012). Permatasari et al. (2021) juga menegaskan bahwa keterbatasan ketersediaan air yang tidak diimbangi dengan pengaturan distribusi yang tepat dapat menurunkan tingkat pelayanan irigasi.

Analisis keseimbangan air irigasi merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk mengevaluasi kemampuan suatu sistem irigasi dalam memenuhi kebutuhan air tanaman. Analisis ini mencakup perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan karakteristik tanaman dan iklim, serta analisis ketersediaan air berdasarkan debit andalan sumber air. Dengan mengetahui kondisi surplus atau defisit air pada periode tertentu, pengelola irigasi dapat merumuskan strategi pengelolaan yang lebih adaptif dan berkelanjutan (Molden et al., 2010)

Perubahan iklim dan peningkatan variabilitas cuaca dalam beberapa dekade terakhir turut memberikan tekanan terhadap kinerja sistem irigasi di berbagai wilayah Indonesia. Perubahan pola curah hujan, pergeseran awal musim hujan, serta meningkatnya frekuensi musim kemarau panjang menyebabkan ketersediaan air permukaan menjadi semakin tidak menentu (IPCC, 2021). Kondisi ini berdampak langsung pada sektor pertanian, khususnya pertanian sawah yang sangat bergantung pada ketersediaan air irigasi secara kontinu (FAO, 2017). Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air irigasi tidak hanya dituntut mampu memenuhi kebutuhan air tanaman, tetapi juga harus adaptif terhadap dinamika hidrologi yang bersifat musiman.

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan analisis keseimbangan air irigasi pada berbagai daerah irigasi di Indonesia, namun sebagian besar masih berfokus pada daerah irigasi berskala besar atau hanya meninjau kondisi pada musim tertentu. Studi yang mengkaji keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi secara rinci pada daerah irigasi berskala menengah dengan analisis bulanan masih relatif terbatas. Padahal, daerah irigasi dengan skala menengah memiliki karakteristik pengelolaan yang berbeda, baik dari sisi kapasitas jaringan, fleksibilitas distribusi air, maupun tingkat kerentanan terhadap defisit air pada musim kemarau.

Secara global, kajian keseimbangan air irigasi juga telah banyak dilakukan. Bastiaanssen et al. (2007) dalam *Agricultural Water Management* serta Molden et al. (2010) dalam *Irrigation Science* menekankan pentingnya analisis neraca air dalam meningkatkan kinerja sistem irigasi, namun penelitian tersebut umumnya dilakukan pada daerah irigasi berskala besar dan bersifat regional. Ahmad et al. (2014) dalam *Water Resources Management* menganalisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi berdasarkan debit andalan dan kebutuhan tanaman, tetapi analisis masih dilakukan secara musiman dan belum menggambarkan variasi surplus dan defisit air secara rinci dalam skala waktu bulanan. Sementara itu, Rizvi et al. (2021) dalam *Environmental Monitoring and Assessment* menilai kinerja irigasi menggunakan pendekatan penginderaan jauh dan GIS, namun belum secara spesifik mengaitkan hasil neraca air dengan identifikasi periode kritis operasional irigasi. Dengan demikian, masih terdapat keterbatasan penelitian yang menganalisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi secara bulanan pada daerah irigasi berskala menengah sebagai dasar pengelolaan irigasi yang adaptif.

Penelitian ini menjadi penting karena memberikan gambaran keseimbangan air irigasi secara lebih detail pada Daerah Irigasi Tinalun melalui analisis bulanan ketersediaan dan kebutuhan air. Dengan mengidentifikasi periode surplus dan defisit air secara spesifik, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan strategi pengelolaan irigasi yang lebih efektif, khususnya dalam menghadapi keterbatasan air pada musim kemarau. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi studi serupa pada daerah irigasi lain dengan karakteristik hidrologi yang sebanding.

Daerah Irigasi Tinalun yang terletak di Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang, merupakan salah satu sistem irigasi yang mendukung kegiatan pertanian sawah di wilayah tersebut. Daerah irigasi ini melayani luas lahan sekitar 412,60 ha dan memanfaatkan sumber air dari sungai setempat. Meskipun relatif stabil pada musim hujan, ketersediaan air di Daerah Irigasi Tinalun mengalami fluktuasi signifikan pada musim kemarau, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Tinalun secara komprehensif. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi air irigasi

eksisting serta menjadi dasar dalam perencanaan dan pengelolaan irigasi yang lebih efektif dan berkelanjutan. Air merupakan sumber daya utama dalam sistem irigasi yang berperan langsung terhadap keberhasilan produksi pertanian. Ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air dapat menyebabkan gangguan distribusi air, penurunan intensitas tanam, serta berkurangnya produktivitas lahan. Oleh karena itu, analisis keseimbangan air menjadi langkah penting dalam evaluasi dan perencanaan pengelolaan irigasi.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2025. Lokasi penelitian ini yaitu Saluran Irigasi Tinalun yang berada di Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang dan dikelola oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten Semarang bidang SDA. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Tinalun, Kabupaten Semarang. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah yang meliputi data curah hujan dan data klimatologi (suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari). Data tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air secara hidrologis.

Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan curah hujan efektif, evapotranspirasi acuan (ET_o), dan kebutuhan air tanaman. Perhitungan ET_o dilakukan menggunakan metode FAO Penman–Monteith yang umum digunakan dalam perencanaan irigasi. Metode FAO Penman–Monteith digunakan dalam penelitian ini karena dianggap sebagai metode yang paling representatif untuk menghitung evapotranspirasi acuan pada berbagai kondisi iklim. Metode ini mengintegrasikan beberapa parameter klimatologi penting, seperti suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari, sehingga mampu menggambarkan proses kehilangan air secara lebih akurat dibandingkan metode empiris sederhana. Penggunaan metode FAO Penman–Monteith juga sejalan dengan rekomendasi Food and Agriculture Organization (FAO) sebagai standar internasional dalam perencanaan dan evaluasi sistem irigasi.

Curah hujan efektif dihitung untuk mengetahui besarnya kontribusi hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kebutuhan air tanaman ditentukan berdasarkan jenis tanaman dan fase pertumbuhan dengan mengacu pada standar perencanaan irigasi KP-01 (Direktorat Jendral Pengairan, 1986).

Ketersediaan air dianalisis menggunakan debit andalan sungai sebagai sumber air irigasi. Debit andalan dihitung dengan metode F.J. Mock pada tingkat keandalan 80% untuk menggambarkan kondisi ketersediaan air yang dapat diandalkan sepanjang tahun. Analisis ketersediaan air dilakukan menggunakan metode F.J. Mock karena metode ini mampu menggambarkan hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi, dan limpasan secara sederhana namun cukup andal untuk analisis neraca air bulanan. Pemilihan tingkat keandalan 80% didasarkan pada pertimbangan bahwa debit andalan pada tingkat ini umum digunakan dalam perencanaan irigasi, karena mencerminkan kondisi debit yang dapat diharapkan tersedia dalam sebagian besar waktu sepanjang tahun. Dengan demikian, hasil analisis ketersediaan air yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi realistis yang dihadapi dalam pengelolaan irigasi.

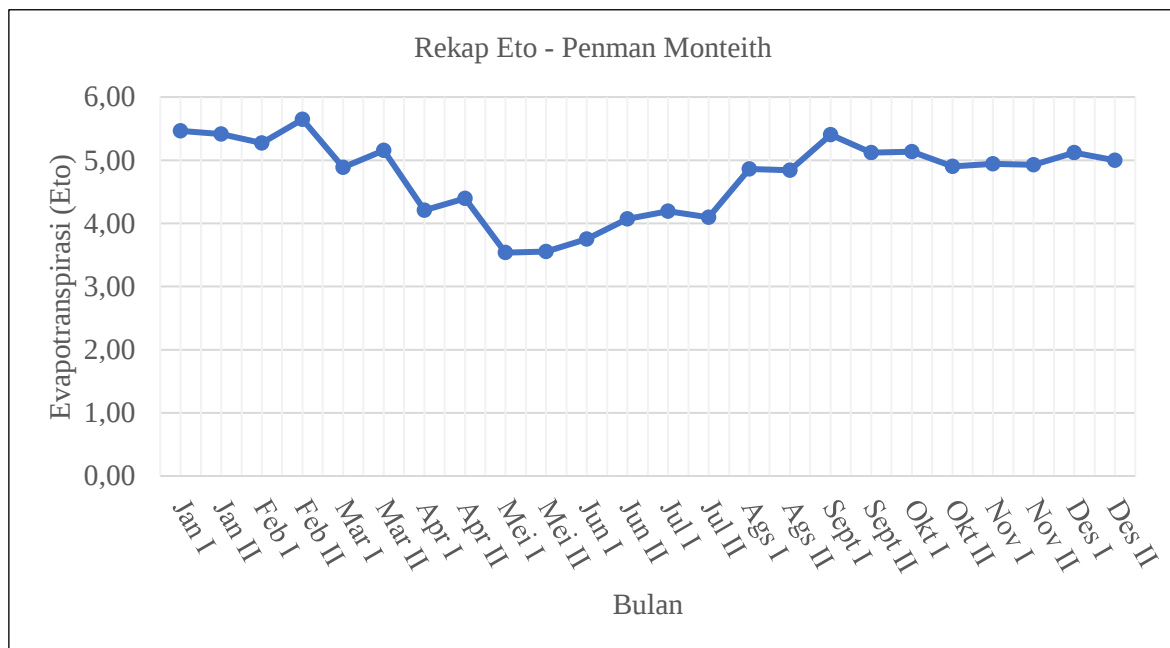
Analisis keseimbangan air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan air terhadap kebutuhan air irigasi pada setiap periode tanam untuk mengidentifikasi kondisi surplus atau defisit

air. Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar evaluasi kemampuan sistem irigasi dalam memenuhi kebutuhan air tanaman.

Hasil dan Pembahasan

Evapotranspirasi acuan (ET_o) merupakan komponen penting dalam perhitungan kebutuhan air irigasi karena menggambarkan besarnya kehilangan air akibat proses evaporasi dan transpirasi tanaman yang dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat. Dalam penelitian ini, perhitungan ET_o dilakukan menggunakan metode FAO Penman–Monteith yang mempertimbangkan parameter klimatologi berupa suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari.

Gambar 1. Grafik Rekap Evapotranspirasi (Eto) – Penman Monteith



Berdasarkan hasil perhitungan evapotranspirasi acuan (ET_o) menggunakan metode Penman Monteith, diperoleh nilai ET_o rata-rata bulanan yang menunjukkan variasi yang cukup signifikan sepanjang tahun pengamatan. Pada bulan Januari I, nilai ET_o tercatat sebesar 5,47 mm/hari, kemudian mengalami sedikit peningkatan pada bulan Februari II menjadi 5,65 mm/hari. Nilai ET_o yang relatif tinggi pada awal tahun ini menunjukkan tingginya laju penguapan dan transpirasi yang dipengaruhi oleh kondisi suhu udara, radiasi matahari, serta kecepatan angin yang cukup besar pada periode tersebut.

Memasuki bulan Maret I, nilai ET_o mengalami penurunan menjadi 4,89 mm/hari, dan penurunan ini berlanjut pada bulan April I dengan nilai 4,21 mm/hari. Penurunan nilai ET_o ini berkaitan erat dengan meningkatnya curah hujan serta kelembapan udara, yang umumnya terjadi pada periode peralihan musim hujan. Kondisi tersebut menyebabkan berkurangnya energi yang tersedia untuk proses evapotranspirasi, sehingga kebutuhan air atmosfer menjadi lebih rendah.

Nilai ET_o terendah terjadi pada bulan Mei I, yaitu sebesar 3,54 mm/hari. Rendahnya nilai ET_o pada bulan ini mengindikasikan dominasi kondisi iklim basah, di mana curah hujan relatif tinggi dan radiasi matahari cenderung lebih rendah. Kondisi ini berpengaruh langsung terhadap

menurunnya laju evapotranspirasi, sehingga kebutuhan air tanaman juga berada pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan bulan-bulan lainnya.

Pada bulan Juni II, nilai ETo mulai mengalami peningkatan menjadi 4,07 mm/hari, yang kemudian meningkat kembali pada bulan Juli I menjadi 4,19 mm/hari. Peningkatan ini menunjukkan adanya transisi menuju musim kemarau, di mana intensitas radiasi matahari dan suhu udara mulai meningkat, sementara kelembapan udara relatif menurun. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya potensi evapotranspirasi.

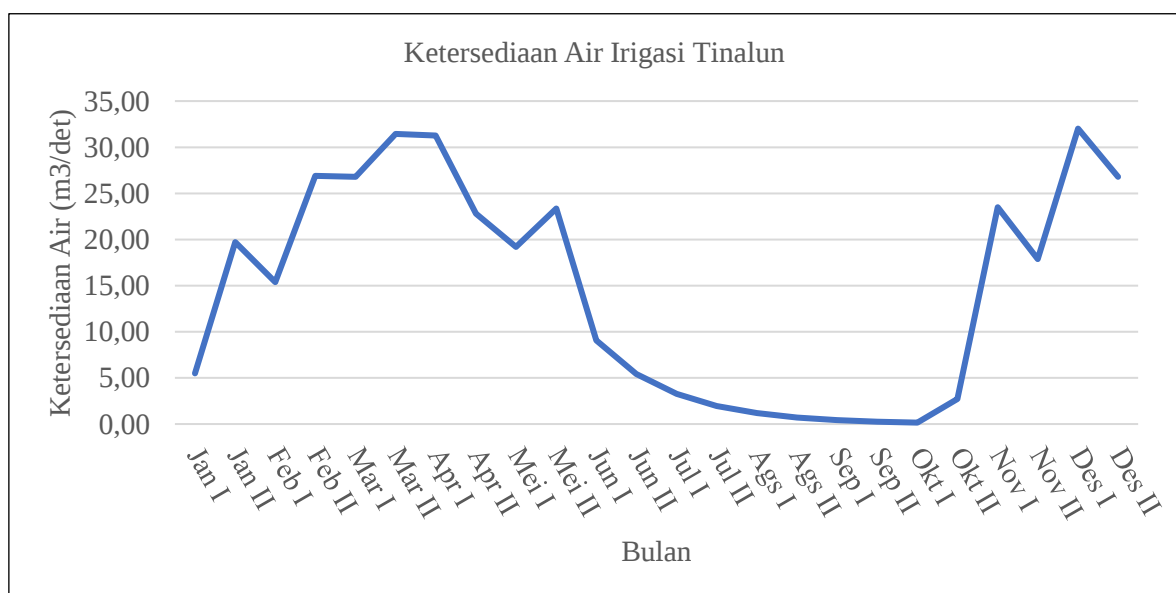
Selanjutnya, pada bulan Agustus I, nilai ETo meningkat cukup signifikan hingga mencapai 4,85 mm/hari, dan mencapai nilai maksimum tahunan pada bulan September I, yaitu sebesar 5,41 mm/hari. Tingginya nilai ETo pada periode ini mencerminkan kondisi puncak musim kemarau, yang ditandai dengan suhu udara yang tinggi, radiasi matahari maksimum, serta rendahnya curah hujan. Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya kehilangan air melalui proses evapotranspirasi, sehingga kebutuhan air irigasi menjadi lebih besar.

Memasuki bulan Oktober I, nilai ETo sedikit menurun menjadi 5,14 mm/hari, namun masih berada pada kisaran yang relatif tinggi. Pada bulan November I, nilai ETo tercatat sebesar 4,94 mm/hari, yang menunjukkan mulai terjadinya peralihan menuju musim hujan. Pada akhir tahun, yaitu bulan Desember I, nilai ETo kembali meningkat menjadi 5,12 mm/hari.

Variasi nilai evapotranspirasi acuan yang terjadi sepanjang tahun menunjukkan adanya pengaruh kuat faktor iklim terhadap kebutuhan air irigasi. Perubahan suhu udara, intensitas radiasi matahari, kelembapan relatif, serta kecepatan angin secara langsung memengaruhi besarnya kehilangan air melalui proses evapotranspirasi. Pada periode dengan nilai ETo tinggi, kebutuhan air tanaman meningkat sehingga sistem irigasi dituntut mampu menyediakan suplai air yang memadai. Sebaliknya, pada periode dengan nilai ETo rendah, peluang efisiensi penggunaan air irigasi menjadi lebih besar. Oleh karena itu, pemahaman pola ETo sangat penting sebagai dasar perencanaan dan pengelolaan irigasi yang adaptif dan berkelanjutan.

Ketersediaan air irigasi pada Daerah Irigasi Tinalun dianalisis berdasarkan hasil perhitungan debit andalan yang disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Grafik Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Tinalun

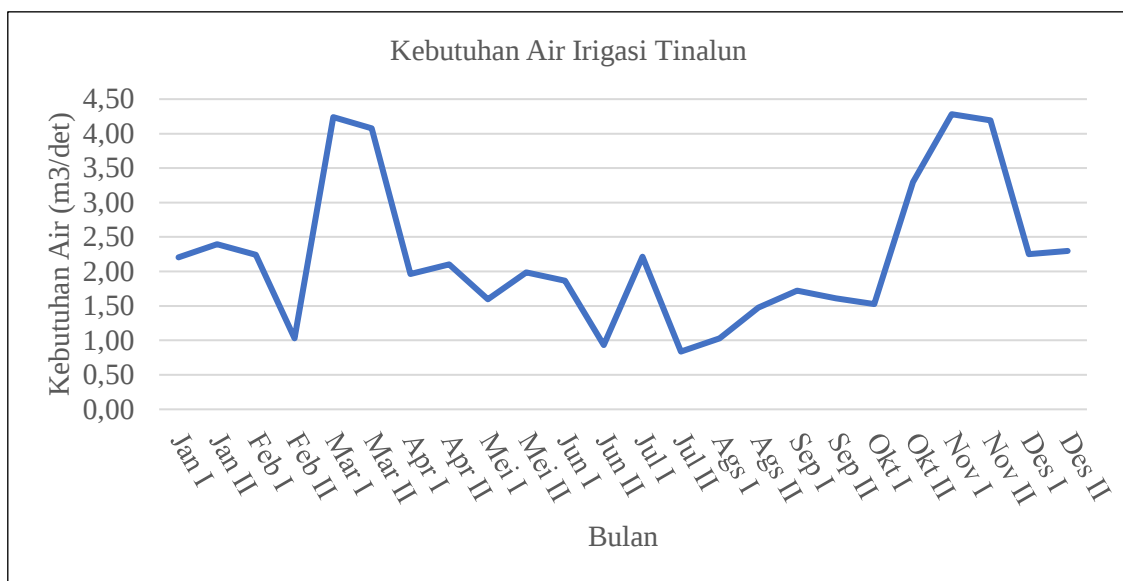


Hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air berfluktuasi secara musiman mengikuti pola curah hujan tahunan. Ketersediaan air tertinggi terjadi pada bulan Desember I sebesar 32,01 m³/det, sedangkan ketersediaan air terendah terjadi pada bulan Oktober II sebesar 0,15 m³/det.

Pada periode musim hujan (November–April), ketersediaan air relatif tinggi dan stabil dengan nilai di atas 20 m³/det sampai 31,43 m³/det, yang menunjukkan bahwa sumber air mampu mendukung kebutuhan irigasi secara optimal. Sebaliknya, pada musim kemarau (Juni–Oktober) terjadi penurunan ketersediaan air yang cukup signifikan, khususnya pada bulan Agustus hingga September, yang berpotensi menimbulkan keterbatasan pasokan air irigasi.

Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan kebutuhan air tanaman pada setiap musim tanam sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.

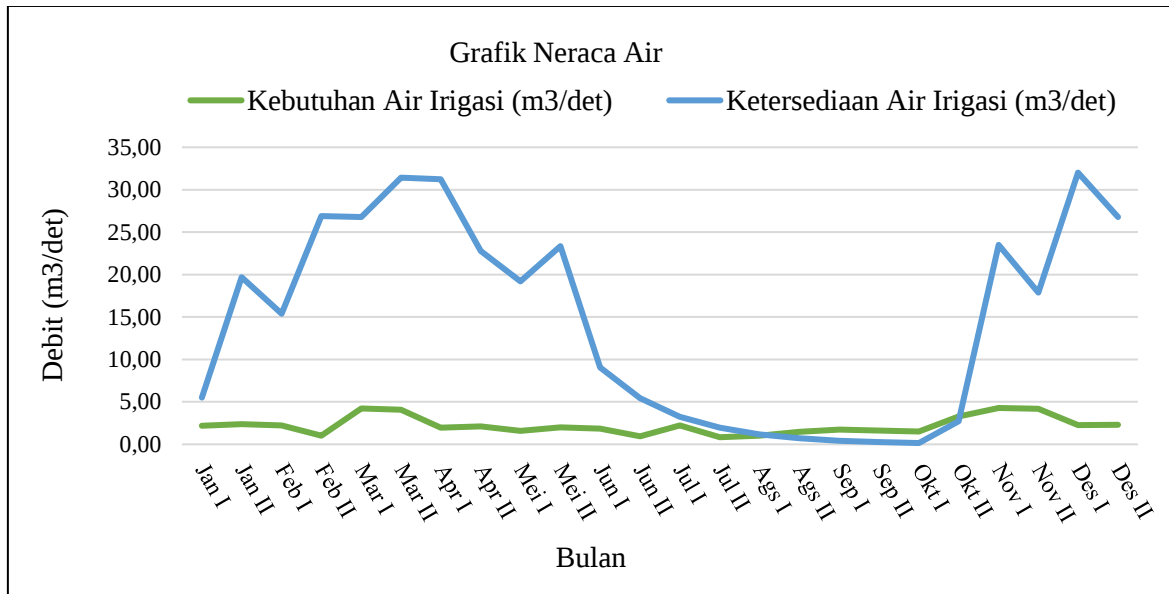
Gambar 3. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Tinalun



Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi bervariasi antar musim tanam dan periode pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan November I sebesar 4,28 m³/det, yang bertepatan dengan awal Musim Tanam I dan fase penyiapan lahan. Kebutuhan air yang relatif tinggi juga terjadi pada bulan Maret I sebesar 4,24 m³/det pada awal Musim Tanam II. Sementara itu, kebutuhan air terendah terjadi pada bulan Juli II sebesar 0,84 m³/det, ketika tanaman berada pada fase pertumbuhan lanjut dan masih mendapat kontribusi curah hujan efektif. Kebutuhan air irigasi cenderung meningkat pada fase awal pertumbuhan tanaman akibat kebutuhan air untuk pengolahan lahan dan penggenangan, serta menurun pada fase pertumbuhan selanjutnya. Pola ini sesuai dengan karakteristik kebutuhan air tanaman padi dalam sistem irigasi sawah. Oleh karena itu, perhitungan kebutuhan air irigasi harus dilakukan secara teliti agar suplai air dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual tanaman.

Keseimbangan air irigasi diperoleh dengan membandingkan ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada setiap bulan sebagaimana disajikan pada Gambar 4.

Gambar 4. Grafik Rasio Kebutuhan dan Ketersediaan Air



Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sebagian besar bulan, khususnya Januari hingga Juli serta November dan Desember, sistem irigasi berada dalam kondisi surplus air. Nilai surplus terbesar terjadi pada bulan Desember I sebesar 29,77 m³/det, sedangkan surplus terkecil terjadi pada bulan Juli I sebesar 1,05 m³/det.

Namun demikian, pada periode Agustus hingga Oktober terjadi kondisi defisit air. Defisit terbesar terjadi pada bulan Oktober I sebesar -1,38 m³/det, diikuti oleh bulan September II sebesar -1,36 m³/det, September I sebesar -1,30 dan Agustus II sebesar -0,77 m³/det. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada puncak musim kemarau, ketersediaan air tidak mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan air irigasi.

Pola keseimbangan air yang menunjukkan kondisi defisit pada periode Agustus hingga Oktober mengindikasikan bahwa Daerah Irigasi Tinalun berada pada fase kritis ketersediaan air pada puncak musim kemarau. Kondisi ini berpotensi menurunkan tingkat pelayanan irigasi apabila tidak diimbangi dengan strategi pengelolaan yang tepat. Defisit air yang terjadi dapat berdampak pada penundaan waktu tanam, pengurangan luas tanam, maupun penurunan produktivitas tanaman apabila kebutuhan air tidak terpenuhi secara optimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan pola yang sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa periode akhir musim kemarau merupakan fase paling rentan terhadap defisit air irigasi. Namun demikian, besarnya defisit air yang terjadi pada Daerah Irigasi Tinalun relatif masih dalam batas yang dapat dikendalikan melalui pengaturan distribusi air dan peningkatan efisiensi jaringan. Oleh karena itu, hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penerapan sistem giliran air, penyesuaian jadwal tanam, serta optimalisasi pemanfaatan air pada periode surplus untuk mengurangi dampak kekurangan air pada musim kemarau.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Tinalun, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air irigasi di Daerah Irigasi Tinalun berfluktuasi secara musiman dan belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan air irigasi pada

periode puncak musim kemarau. Kondisi defisit air terjadi pada bulan Agustus II hingga Oktober II dengan nilai defisit maksimum mencapai $-1,38 \text{ m}^3/\text{det}$, yang mengindikasikan adanya periode kritis dalam pengelolaan air irigasi. Sebaliknya, pada sebagian besar periode lainnya sistem irigasi berada dalam kondisi surplus, sehingga memiliki potensi untuk dioptimalkan melalui pengelolaan distribusi air yang lebih efisien.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena belum dilakukan analisis alternatif penyesuaian jadwal tanam sebagai respons terhadap kondisi defisit air. Meskipun pola pembagian air telah disesuaikan dengan kondisi eksisting jaringan irigasi, penelitian ini belum mengevaluasi potensi mitigasi defisit air melalui skenario perubahan waktu tanam atau pola tanam yang adaptif.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan analisis keseimbangan air dengan simulasi alternatif jadwal dan pola tanam. Pendekatan tersebut diharapkan dapat menghasilkan strategi pengelolaan irigasi yang lebih adaptif dan aplikatif dalam menghadapi keterbatasan air pada periode musim kemarau.

Daftar Pustaka

- Ahmad, M. D., Turrall, H., & Nazeer, A. (2014). Diagnosing irrigation performance and water productivity through satellite remote sensing and secondary data. *Water Resources Management*, 28(1), 1–15.
- Bastiaanssen, W. G. M., Molden, D. J., & Makin, I. W. (2007). Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (SEBAL). *Agricultural Water Management*, 92(1–2), 1–14.
- Direktorat Jendral Pengairan. (1986). *Standar Perencanaan Irigasi: Kp-01*. 1–252.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). *Water for sustainable food and agriculture*. FAO.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M. A., & Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Irrigation Science*, 28(1), 1–11.
- Permatasari, T. I., Suhardjono, & Sisinggih, D. (2021). Studi tingkat pelayanan irigasi berdasarkan metode MASSCOTE. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(2), 85–95.
- Pratama, A. B., Wahyuni, S., & Fidari, J. S. (2020). Analisis indeks kinerja sistem irigasi menggunakan e-PAKSI. *Jurnal Irigasi*, 15(1), 23–34.
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2012). *Coping with water scarcity: Addressing the challenges*. Springer Water
- Rizvi, S. A. A., Baig, I. A., & Kazmi, S. J. H. (2021). Implication of remote sensing data under GIS environment for appraisal of irrigation system performance. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(3), 1–17.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*.