

STUDI ANALISIS KEBUTUHAN AIR DENGAN *CROPWAT 8.0* & PERSEDIAAN AIR DENGAN METODE *FJ.MOCK* DAERAH IRIGASI BANYULANGSE KECAMATAN SEMANDING KABUPATEN TUBAN

Krisna Ardhi Abdullah^{*1}, Eko Noerhayati², dan Budi Santoso³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 21901051185@unisma.ac.id

² Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : budisan@unisma.ac.id

ABSTRAK

The Banyulangse Irrigation Area in Semanding District, Tuban Regency, covers 867.73 ha and experiences water shortages during the dry season. This study analyzed irrigation water requirements, water availability, and the water balance using *CROPWAT 8.0* (Penman–Monteith) and the *F.J. Mock* method based on rainfall and climatological data. The highest irrigation water requirement was 1.929 L/s in the third period of April and the lowest was 0.061 L/s in the third period of August, totaling 14 L/s annually. Water availability ranged from 0.275 to 3.200 L/s, with an annual total of 41.649 L/s. Water deficits occurred in the third period of October and the first and second periods of December but were mitigated through rotational irrigation scheduling under the paddy–paddy–crops.

Keywords: *irrigation, water, requirement, availability, discharge, CROPWAT, Mock, balance.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara pertanian di dunia. Indonesia memiliki lahan pertanian yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan domestik dan melakukan ekspor ke negara-negara sekitarnya. Namun, tidak semua wilayah di Indonesia teridentifikasi sebagai kawasan yang dapat memproduksi sumber tanaman sendiri. [1]

Indonesia adalah negara yang terdiri dari pulau-pulau dengan lebih dari ratusan ribu pembagian wilayah. Salah satu wilayah yang tergolong kurang efisien dalam pengembangan irigasi adalah Kabupaten Tuban. Kabupaten Tuban merupakan salah satu Kabupaten yang terletak di Jawa Timur, berada di bagian paling barat dengan total luas wilayah 183.994,561 Ha. Kabupaten Tuban memiliki elevasi tanah antara 0 sampai 500 meter di atas permukaan

laut (mdpl). Secara geologi, Kabupaten Tuban berada dalam cekungan Jawa Timur bagian utara yang membentang ke arah barat-timur dari Semarang hingga Surabaya. [2]

Daerah Irigasi Banyulangse memiliki luasan baku yang cukup luas, dengan luasan baku sawah seluas 867,73 hektar. Dengan luasan yang cukup luas Irigasi Banyulangse memiliki beberapa masalah terjadi adalah kurangnya air ketika musim kemarau dan juga debit air terlalu tinggi ketika musim penghujan. Berbanding terbalik dengan jumlah air yang tersedia pada musim kemarau. Khususnya pada pola tanam Padi – padi – palawija (jenis kacang) mengalami kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan irigasi, sehingga memerlukan kebijakan atau peraturan distribusi air yang ada.

Pemilihan Daerah Irigasi Banyulangse sebagai lokasi penelitian didasarkan pada kondisi dan skala layanan irigasi yang memiliki

tingkat kepentingan cukup tinggi terhadap kegiatan pertanian di wilayah Kabupaten Tuban. Daerah Irigasi Banyulangse memiliki luas baku sawah sebesar 867,73 hektar dan sumber airnya berasal dari Bendung Banyulangse yang berlokasi di Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Urgensi penelitian pada lokasi ini semakin kuat karena berdasarkan kondisi eksisting yang dijelaskan dalam penelitian, Daerah Irigasi Banyulangse menghadapi permasalahan ketidakseimbangan ketersediaan air secara musiman, yaitu keterbatasan air pada musim kemarau dan debit air yang relatif tinggi pada musim penghujan.[2]

Pada penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan air irigasi menggunakan perangkat lunak *Cropwat 8.0* untuk mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Banyulangse. Kelebihan *Cropwat 8.0* dibandingkan perhitungan manual adalah proses perhitungannya lebih sistematis, cepat, dan terintegrasi. *Cropwat* dapat mengolah data klimatologi, karakteristik tanaman, curah hujan efektif, dan pola tanam untuk menghasilkan estimasi kebutuhan air irigasi secara lebih komprehensif. Selain itu, *Cropwat* juga dapat membantu dalam menentukan jadwal dan besarnya kebutuhan pemberian air sehingga lebih efektif digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan irigasi. Selain itu, dilakukan analisis ketersediaan air menggunakan metode *F.J. Mock* untuk menghitung debit andalan yang tersedia pada Daerah Irigasi Banyulangse. Hasil analisis kebutuhan air dan ketersediaan air kemudian dibandingkan untuk mengetahui kondisi neraca air irigasi, sehingga dapat diketahui apakah terjadi surplus atau defisit air pada setiap periode. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan, pengelolaan, dan pendistribusian air irigasi secara efektif dan efisien agar kebutuhan air tanaman di Daerah Irigasi Banyulangse dapat terpenuhi secara optimal. [3]

1.2 Identifikasi Masalah

1. Perlunya analisis air irigasi pada Daerah Irigasi Banyulangse dengan metode *cropwat* untuk mengetahui besaran kebutuhan air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi.

2. Perlu diketahui besaran debit air agar area irigasi bisa terpenuhi kebutuhan airnya.
3. Perlu diketahuinya perbandingan antara kebutuhan dan persediaan

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Banyulangse?
2. Berapa ketersediaan air atau debit andalan pada Daerah Irigasi Banyulangse?
3. Bagaimana neraca air antara kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan air?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa kebutuhan air pada Daerah Irigasi Banyulangse.
2. Untuk mengetahui berapa besar debit andalan atau debit ketersediaan air Daerah Irigasi Banyulangse.
3. Untuk mengetahui neraca air antara kebutuhan dan ketersediaan.

1.5 Batasan Masalah

1. Perhitungan dilakukan dan diselesaikan dengan menggunakan dengan perhitungan *SOFTWARE CROPWAT 8.0*. dan Metode *FJ. Mock*
2. Tidak membahas desain bendung atau konstruksi yang ada.
3. Tidak merencanakan kembali saluran irigasi yang ada.
4. Studi ini hanya membahas Daerah Irigasi Banyulangse dengan luasan kurang lebih 867,73 Hektar.
5. Data yang digunakan adalah data sekunder
6. Tidak membahas kerugian yang disebabkan oleh hama, banjir, atau penyakit pada tanaman.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi

Suatu pola usaha yang merupakan aktivitas atau usaha dalam pengelolaan, pengembangan, serta pemanfaatan sumber daya air yang dapat dianggap sebagai jaringan atau saluran irigasi yang terdiri dari berbagai jenis seperti irigasi pompa, irigasi tetes, dan irigasi air tanah. [4]

Jaringan irigasi adalah struktur yang mencakup saluran dan bangunan pendukung

yang keseluruhannya diperlukan untuk penyediaan, distribusi, penggunaan, dan pembuangan air untuk irigasi. [1]

2.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai ialah wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau, sungai, atau laut, secara gravitasi [5]. Air pada DAS merupakan air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan sementara di sungai, danau, dan dalam tanah. [4].

2.3 Analisa Hidrologi

Hidrologi merupakan bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebaran/distribusi air yang secara alami dari bumi. Unsur hidrologi yang dominan di suatu wilayah adalah curah hujan, oleh sebab itu data curah hujan suatu daerah merupakan data utama dalam menentukan besarnya debit banjir rencana maupun debit andalan yang terjadi pada daerah tertentu. Hidrologi mempunyai peranan yang penting dalam setiap perencanaan dan eksploitasi pada bangunan air [6].

Oleh sebab itu perencanaan pada pintu air juga perlu dilakukan suatu analisa hidrologi untuk mengetahui berapa debit banjir rancangan yang berasal dari pengaruh masing-masing stasiun hujan yang ada di sekitar lokasi daerah aliran sungai.

2.4 Uji Konsistensi Data

Data hujan yang diperoleh dari hasil pengamatan biasanya bersifat tidak konsisten sehingga data tersebut tidak bisa langsung digunakan untuk analisa. Maka dari itu diperlukan uji konsentrasi data terlebih dahulu. Pada kasus ini akan digunakan kurva masa ganda, yaitu pengujian antara salah satu stasiun hujan dengan kumulatif dari stasiun disekitarnya.

2.5 Curah Hujan Rata-rata Daerah

Dalam menganalisa curah hujan rata-rata daerah, digunakan data sekunder untuk menentukan curah hujan harian maksimum. Pada penelitian kali ini metode yang digunakan adalah metode *Polygon Thiessen*.

2.6 Analisa Kebutuhan Air

Dalam perkembangan irigasi di dunia khususnya di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan teknologi untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan irigasi agar mencapai hasil yang lebih maksimal, penggunaan teknologi sangat dibutuhkan dalam pengerjaan jaringan irigasi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam pengerjaan irigasi adalah *Software Cropwat*, *Software* ini adalah suatu aplikasi pendukung yang dikembangkan oleh Divisi pengembangan tanah dan air *FAO (food agriculture organization)* yang memasukkan perhitungan manual untuk irigasi menjadi suatu aplikasi yang di sebut *Cropwat*.

2.7 Analisa Ketersediaan Air

Metode *FJ Mock* merupakan salah satu analisa ketersediaan air dengan menggunakan data curah hujan bulanan, data evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi DAS meliputi; tutupan lahan, kapasitas kelembaban tanah, luas DAS, koefisien infiltrasi, faktor resesi aliran air tanah, dan penyimpanan awal (*initial storage*). Pada dasarnya, berdasarkan metode ini hujan yang jatuh pada *catchment area* sebagian akan hilang oleh evapotranspirasi, sebagian mengalir langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off/ DRO*), dan sebagian akan masuk ke dalam tanah. [7]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

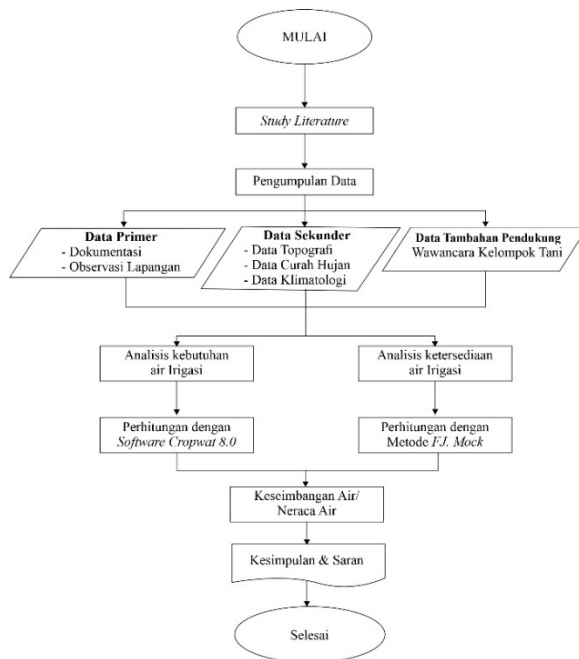
Lokasi Penelitian ini berada di Daerah Irigasi Banyulangse tepatnya berada di Kecamatan Semanding Kabupaten Tuban. Lokasi Bendungan Banyulangse lebih tepatnya berada pada Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Penanganan Daerah Irigasi Banyulangse diawasi langsung oleh Dinas Pertanian Kabupaten Tuban karena, Bendungan Banyulangse Mengcover semua sawah pertanian yang ada di kecamatan Tuban,

Sebagian Kecamatan Semanding, dan Sebagian Kecamatan Merakurak.



Gambar 1 Lokasi Studi Penelitian
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026

3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Flow Chart
Sumber : Hasil Analisa, 2026

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan menjadi salah satu komponen penting dalam penelitian ini karena memiliki pengaruh terhadap ketersediaan air pada saluran irigasi. Analisis data curah hujan dilakukan untuk memperoleh nilai atau besaran curah hujan yang terjadi di wilayah penelitian. Perhitungan curah hujan wilayah diperlukan sebagai dasar dalam perencanaan

pemanfaatan sumber daya air serta upaya pengaturan dan pengendalian jumlah air yang tersedia pada sistem saluran irigasi.

4.2 Uji Konsistensi Data

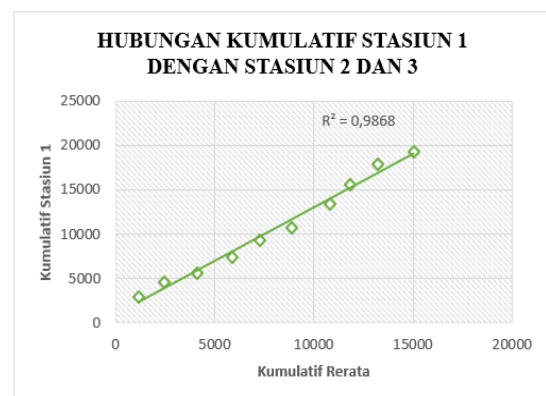
Pada penelitian ini, uji konsistensi data dilakukan menggunakan metode Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*). Metode ini digunakan untuk membandingkan nilai kumulatif curah hujan tahunan dari stasiun hujan yang diuji dengan nilai kumulatif rata-rata curah hujan tahunan dari beberapa stasiun hujan di sekitarnya.

Tabel 1. Konsistensi Data Stasiun Sumurgung

Tahun	Stasiun 1 (mm)	Kumulatif Stasiun 1	Curah Hujan di Stasiun (mm)		Rerata Stasiun 2 & 3 (mm)	Kumulatif Rerata (mm)
			Stasiun 2	Stasiun 3		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
2015	2902	2902	625	1685	1155	1155
2016	1644	4546	1021	1640	1330,5	2485,5
2017	1081	5627	1002	2313	1657,5	4143
2018	1788	7415	2219	1241	1730	5873
2019	1834	9249	1290	1520	1405	7278
2020	1430	10679	1048	2222	1635	8913
2021	2687	13366	1639	2159	1899	10812
2022	2166	15532	959	1044	1001,5	11814
2023	2326	17858	1127	1692	1409,5	13223
2024	1488	19346	1954	1699	1826,5	15050

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

Berdasarkan hasil uji konsistensi data yang disajikan pada Tabel 1 diperoleh grafik perbandingan antara nilai kumulatif curah hujan stasiun yang diuji dengan nilai kumulatif rerata curah hujan dari stasiun pembanding. Yang terjadi pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Komulatif St 1 dengan 2 & 3
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

Berdasarkan Gambar 3, hasil uji konsistensi data curah hujan Stasiun 1 terhadap rata-rata curah hujan Stasiun 2 dan Stasiun 3 menggunakan metode *Double Mass Curve* menunjukkan pola hubungan yang linear dan konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9868, yang menunjukkan hubungan

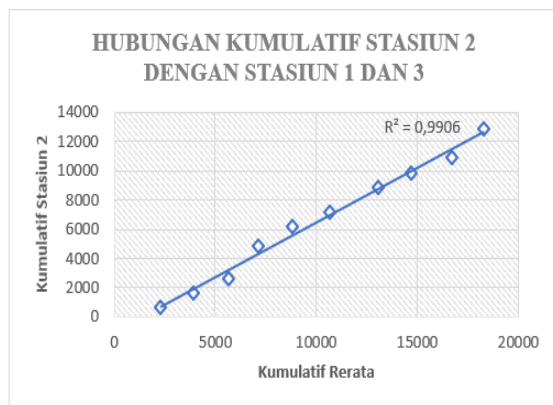
yang sangat kuat antara kumulatif curah hujan Stasiun 2 dengan kumulatif rata-rata Stasiun 1 dan Stasiun 3.

Tabel 2. Konsistensi Data Stasiun Tegalrejo

Tahun	Stasiun 2 (mm)	Kumulatif Stasiun 2	Curah Hujan di Stasiun (mm)		Rerata Stasiun 1 & 3 (mm)	Kumulatif Rerata
			Stasiun 1	Stasiun 3		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
2015	625	625	2902	1685	2293,5	2293,5
2016	1021	1646	1644	1640	1642	3935,5
2017	1002	2648	1081	2313	1697	5632,5
2018	2219	4867	1788	1241	1514,5	7147
2019	1290	6157	1834	1520	1677	8824
2020	1048	7205	1430	2222	1826	10650
2021	1639	8844	2687	2159	2423	13073
2022	959	9803	2166	1044	1605	14678
2023	1127	10930	2326	1692	2009	16687
2024	1954	12884	1488	1699	1593,5	18281
Σ	12884				18280,5	101201

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

Berdasarkan hasil uji konsistensi data yang disajikan pada Tabel 2 diperoleh grafik perbandingan antara nilai kumulatif curah hujan stasiun yang diuji dengan nilai kumulatif rerata curah hujan dari stasiun pembanding. Yang terjadi pada gambar 4



Gambar 4. Grafik Komulatif St 2 dengan 1 & 3

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

Berdasarkan Gambar 4, hasil uji konsistensi data curah hujan Stasiun 2 terhadap rata-rata curah hujan Stasiun 1 dan Stasiun 3 menggunakan metode *Double Mass Curve* menunjukkan pola hubungan yang linear dan konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9868, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara kumulatif curah hujan Stasiun 2 dengan kumulatif rata-rata Stasiun 1 dan Stasiun 3.

Berdasarkan hasil uji konsistensi data yang disajikan pada Tabel 3 diperoleh grafik perbandingan antara nilai kumulatif curah hujan stasiun yang diuji dengan nilai kumulatif rerata curah hujan dari stasiun pembanding. Yang terjadi pada gambar 5.

Tabel 3. Konsistensi Data Stasiun Semanding

Tahun	Stasiun 3 (mm)	Kumulatif Stasiun 3 (mm)	Curah Hujan di Stasiun (mm)		Rerata Stasiun 1 & 2 (mm)	Kumulatif Rerata (mm)
			Stasiun 1	Stasiun 2		
2015	1685	1685	2902	625	1763,5	1763,5
2016	1640	3325	1644	1021	1332,5	3096
2017	2313	5638	1081	1002	1041,5	4137,5
2018	1241	6879	1788	2219	2003,5	6141
2019	1520	8399	1834	1290	1562	7703
2020	2222	10621	1430	1048	1239	8942
2021	2159	12780	2687	1639	2163	11105
2022	1044	13824	2166	959	1562,5	12667,5
2023	1692	15516	2326	1127	1726,5	14394
2024	1391	16907	1488	1954	1721	16115
Σ	16907				16115	86064,5

Sumber : Hasil Perhitungan 2025



Gambar 5. Grafik Komulatif St 2 dengan 1 & 3

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

Berdasarkan Gambar 5, hasil uji konsistensi data curah hujan Stasiun 3 terhadap rata-rata curah hujan Stasiun 1 dan Stasiun 2 menggunakan metode *Double Mass Curve* menunjukkan pola hubungan yang linear dan konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9868, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara kumulatif curah hujan Stasiun 2 dengan kumulatif rata-rata Stasiun 1 dan Stasiun 3.

Dengan menggunakan metode Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*), dilakukan analisis hubungan kumulatif antara stasiun hujan yang diuji dengan stasiun pengamatan lainnya. Tingkat konsistensi data dinilai berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2). Apabila nilai koefisien determinasi mendekati 100%, maka data curah hujan dapat dianggap baik dan konsisten.

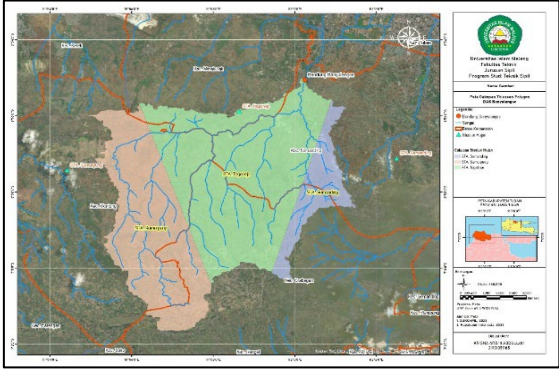
- Stasiun Sumurgung, didapatkan nilai koefisien determinasi = 98,68%
- Stasiun Tegalrejo, didapatkan nilai koefisien determinasi = 99,06%
- Stasiun Semanding, didapatkan nilai koefisien determinasi = 99,11%

Berdasarkan hasil uji konsistensi data tersebut, diperoleh nilai koefisien determinasi

rata-rata dari ketiga stasiun sebesar 98,95%. Dengan nilai koefisien determinasi yang mendekati 100%, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan dari masing-masing stasiun bersifat konsisten dan layak digunakan sebagai dasar dalam analisis perhitungan curah hujan andalan.

4.3 Curah Hujan Rata-rata Daerah

Untuk mencari Curah hujan rata – rata daerah kali ini menggunakan Metode *Polygon Thiessen*, karena memiliki ketelitian yang cukup, sehingga dapat menghitung bagian luas daerah aliran pengendalian banjir yang masing masing dipengaruhi oleh pengamatan hujan adalah dengan menggunakan peta hidrologi.



Gambar 6 Peta Polygon Thiessen
Sumber : Hasil Analisa, 2026

Untuk menghitung dengan metode *Polygon Thiessen* dengan cara menarik garis menghubungkan antar stasiun, lalu menarik garis sumbu diantara tiap stasiun.

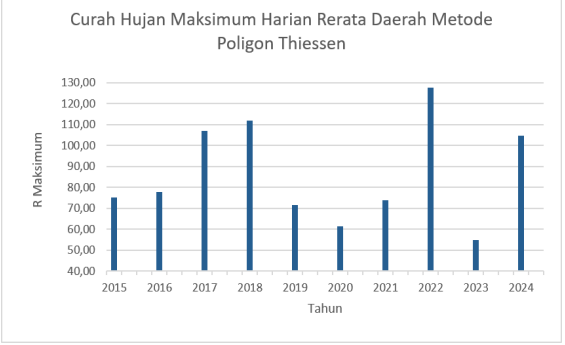
Tabel 4. Luas Polygon Thiessen & Bobot STH

Nama Stasiun	Luas (Km ²)	Koefisien Thiessen
Stasiun Sumurgung	30,21	0,350
Stasiun Tegalrejo	41,43	0,480
Stasiun Semanding	14,67	0,170
Total Luas DAS	86,31	0,830

Sumber : Hasil Perhitungan 2026

Setelah mengetahui luas area dan persentase masing-masing stasiun hujan, langkah selanjutnya adalah menghitung curah hujan rencana dari kedua stasiun hujan tersebut. Data hujan yang dipakai dalam perhitungan adalah curah hujan harian maksimum (R24 Maksimum) setiap tahun dari 2015 hingga 2024.

Setelah mendapatkan data yang diperhitungkan untuk menghitung data curah hujan harian maksimum (R24) maka dari data hasil curah hujan rancangan diatas akan di dapat sebuah grafik pada gambar di bawah :



Gambar 7 Grafik Curah Hujan Rata–rata Daerah
Sumber : Hasil Analisa, 2026

4.4 Analisis Kebutuhan Air Dengan *Cropwat* 8.0

Dalam analisis kebutuhan air irigasi menggunakan bantuan *software cropwat* terdapat beberapa parameter yang mempengaruhinya yaitu antara lain evapotranspirasi potensial, hujan efektif, pengolahan tanah, data tanah, koefisien tanaman, kedalaman pelumpuran, kedalaman perakaran, dan periode pertumbuhan tanaman. Pada penelitian ini menggunakan tata pola tanam padi – padi – palawija (jenis jagung). Berikut ini penjabaran dari beberapa parameter tersebut.

1. Evapotranspirasi Potensial Metode *Penman Monteith*

Perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dengan menggunakan aplikasi *cropwat* dilakukan dengan metode *Penman Monteith*. Data iklim yang digunakan sebagai dasar perhitungan ET_o diperoleh dari Stasiun Hujan Tegalrejo ketinggian 7 m dari permukaan laut.Suhu rerata bulanan (°C)

Analisis Evapotranspirasi Potensial (ET_o) dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Penman-Monteith FAO, yang merupakan metode standar yang direkomendasikan oleh FAO karena mempertimbangkan berbagai parameter iklim seperti suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan penyinaran matahari. Perhitungan dilakukan dengan bantuan

perangkat lunak *CROPWAT* 8.0, yang memungkinkan pengguna untuk menghitung ETo secara akurat berdasarkan data iklim rata-rata bulanan yang dimasukkan.

Month	Avg Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	28.8	85	209	6.0	17.0	3.80
February	28.1	86	207	7.0	19.5	4.13
March	27.2	86	186	7.0	20.2	4.15
April	28.1	84	157	6.8	19.9	4.26
May	27.5	86	158	6.0	18.1	3.80
June	29.0	84	188	6.1	17.8	4.00
July	28.2	82	161	6.5	18.5	4.08
August	29.1	81	186	6.9	19.7	4.47
September	28.5	84	178	6.9	19.9	4.34
October	28.5	83	167	6.9	19.4	4.24
November	28.4	83	194	6.8	18.3	4.04
December	27.9	85	205	6.7	17.7	3.62
Average	28.3	84	171	6.6	18.8	4.08

Gambar 8 Nilai ETo Daerah Irigasi Banyu Langse Bulan Januari – Desember
Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

2. Curah Hujan Efektif

Analisis curah hujan efektif merupakan hujan dengan peluang terlewati 70% yang menggambarkan kondisi tahun kering. Data yang digunakan dalam perhitungan curah hujan andalan adalah data rata-rata hujan harian setiap bulan yang diperoleh dari BMKG Kab. Tuban dengan jumlah data 10 tahun pengamatan mulai tahun 2015 sampai dengan 2024.

	Rain mm	Eff rain mm
January	119.0	96.3
February	108.0	89.3
March	100.0	84.0
April	88.0	75.6
May	35.0	33.0
June	21.0	20.3
July	8.0	7.9
August	4.0	4.0
September	13.0	12.7
October	27.0	25.8
November	82.0	71.2
December	107.0	88.7
Total	712.0	609.0

Gambar 9 Curah Hujan Efektif Bulan Januari – Desember
Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

3. Koefisien Tanam

Koefisien tanaman (crop coefficient/Kc) untuk tanaman padi dan jagung yang digunakan dalam analisis pada aplikasi *CROPWAT* mengacu pada pedoman dan ketentuan dari FAO (*Food and Agriculture Organization*), yang telah disesuaikan dengan karakteristik tanaman serta kondisi agroklimat di wilayah tropis seperti Indonesia.

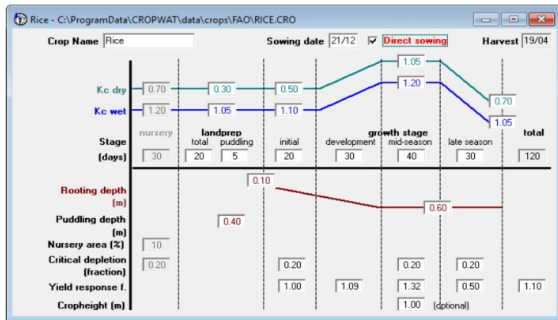
Analisis koefisien tanaman ini dihitung berdasarkan jenis tanaman yang ditanam. Pola tanam ini disusun berdasarkan pembagian tiga periode tanam setiap bulan dengan mempertimbangkan rotasi tanaman padi, jagung, dan lahan bera (LP) agar pemanfaatan lahan dapat berlangsung secara optimal.

Tabel 5 Rencana tata pola tanam

Bulan	Periode	Tanaman		
Nov	I	Jagung	Jagung	Jagung
	II	Jagung	Jagung	Jagung
	III	LP	Jagung	Jagung
Des	I	LP	LP	Jagung
	II	LP	LP	LP
	III	Padi	LP	LP
Jan	I	Padi	Padi	LP
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Padi	Padi	Padi
Feb	I	Padi	Padi	Padi
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Padi	Padi	Padi
Mar	I	Padi	Padi	Padi
	II	Padi	Padi	Padi
	III	LP	Padi	Padi
Apr	I	LP	LP	Padi
	II	LP	LP	LP
	III	Padi	LP	LP
Mei	I	Padi	Padi	LP
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Padi	Padi	Padi
Jun	I	Padi	Padi	Padi
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Padi	Padi	Padi
Jul	I	Padi	Padi	Padi
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Padi	Padi	Padi
Agt	I	Padi	Padi	Padi
	II	Padi	Padi	Padi
	III	Jagung	Padi	Padi
Sep	I	Jagung	Jagung	Padi
	II	Jagung	Jagung	Jagung
	III	Jagung	Jagung	Jagung
Okt	I	Jagung	Jagung	Jagung
	II	Jagung	Jagung	Jagung
	III	Jagung	Jagung	Jagung

Sumber : Hasil Analisa, 2026

Tampilan input koefisien tanaman padi periode awal tanam Desember III atau pengolahan lahan periode November III ditampilkan sebagai berikut.



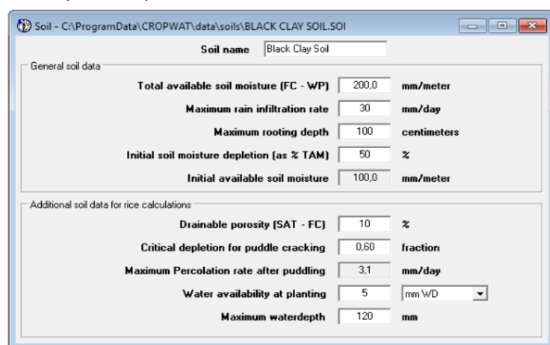
Gambar 10 Koefisien Tanaman Padi Bulan November Periode III

Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

4. Tanah

Jenis tanah yang terdapat pada wilayah studi, yaitu di sekitar Daerah Irigasi Banyulangse, adalah tanah *Black Clay Soil* atau Tanah lempung hitam. Tanah ini umumnya terbentuk dari bahan induk batuan kapur dan memiliki tekstur dominan lempung berat (heavy clay). Karakteristik ini berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanah dalam meresapkan air atau yang dikenal dengan istilah perkolasi.

Dengan perkolasi yang tergolong lambat, tanah Grumusol memiliki kemampuan menahan air yang cukup tinggi, namun tidak efektif dalam hal drainase alami. Oleh karena itu, dalam perencanaan irigasi, kondisi ini harus diperhitungkan untuk menghindari terjadinya kelebihan air (genangan) atau penghambatan distribusi air ke zona perakaran tanaman. Input data jenis tanah pada aplikasi cropwat ditampilkan pada Gambar berikut.



Gambar 12 Perkolasi pada tanah lempung hitam

Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

5. Kebutuhan Air Tanaman

Analisis kebutuhan air tanaman / *Crop Water Requirement* (CWR) dilakukan sesuai

dengan skema pada Tabel 4.9. Hasil perhitungan CWR pada Daerah Irigasi (DI) Banyulangse untuk awal pengolahan lahan musim tanam 1 November periode III atau awal tanam Desember III ditampilkan pada gambar berikut

Month	Decade	Stage	Kc	ETo	ETo	Eff rain	In Req
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Dec	1	LandPrep	1.05	3.95	23.7	16.8	101.1
Dec	2	LandPrep	1.05	3.90	28.0	30.0	98.0
Dec	3	Inc	1.08	3.98	43.7	30.7	13.0
Jan	1	Inc	1.10	4.11	41.1	31.7	8.4
Jan	2	Dev	1.10	4.16	41.6	32.8	8.8
Jan	3	Dev	1.08	4.21	46.4	31.8	14.6
Feb	1	Dev	1.06	4.25	42.5	30.5	12.1
Feb	2	Mid	1.05	4.34	42.4	29.7	13.7
Feb	3	Mid	1.05	4.34	34.8	29.2	5.6
Mar	1	Mid	1.05	4.35	43.5	28.7	14.9
Mar	2	Mid	1.05	4.36	43.6	28.1	15.5
Mar	3	Late	1.04	4.34	47.7	27.1	20.6
Apr	1	Late	0.98	4.15	41.5	22.2	14.3
Apr	2	Late	0.93	3.96	39.6	26.8	12.8
Apr	3	Late	0.89	3.67	11.0	6.5	0.3
					582.1	407.5	354.6

Gambar 12 Nilai CWR Padi DI Banyulangse Periode Tanam Desember III

Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

Tabel 6 Rekap Kebutuhan Air Irigasi Banyulangse

Bula n	Period e	Total CWR (mm/1 0 hari)	Bula n	Period e	Total CWR (mm/1 0 hari)
Nov	I	22	Mei	I	28,7
	II	15,8		II	32,1
	III	12,9		III	37,2
Des	I	101,1	Jun	I	33,4
	II	98		II	34,9
	III	13		III	36,6
Jan	I	9,4	Jul	I	38,5
	II	8,8		II	40,3
	III	14,6		III	45,7
Feb	I	12,1	Agt	I	41,2
	II	13,7		II	40,9
	III	5,6		III	5,3
Mar	I	14,9	Sep	I	10
	II	15,5		II	9,8
	III	20,6		III	15,6
Apr	I	100,2	Okt	I	23,6
	II	17,9		II	31
	III	166,7		III	33,8

Sumber : Hasil Analisis Cropwat, 2026

4.5 Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dilakukan menggunakan metode F.J Mock. Analisis yang dilakukan ialah analisis data curah hujan, analisis data klimatologi, analisis permukaan lahan terbuka, analisis keseimbangan air permukaan tanah, dan analisis infiltrasi. Penjabaran dari beberapa analisis tersebut ditampilkan pada sub bab 1 sampai dengan 2.

Tabel 7. Rekapitulasi FJ. Mock

NO	TAHUN	JAN			FEB		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	1,400	0,068	3,729	1,388	4,042	2,293
2	2016	2,427	11,611	12,595	2,637	14,890	14,098
3	2017	6,905	3,037	10,292	9,216	8,419	6,033
4	2018	1,200	1,007	2,201	8,242	1,774	0,688
5	2019	10,953	5,178	2,658	5,696	5,927	5,274
6	2020	1,200	1,130	10,515	10,428	12,536	3,303
7	2021	13,223	3,131	2,378	3,166	0,758	2,646
8	2022	1,630	3,112	4,977	5,958	0,835	10,626
9	2023	1,875	1,405	3,858	9,587	2,858	21,998
10	2024	0,710	13,805	9,388	7,109	2,766	1,501
NO	TAHUN	MAR			APRIL		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	4,375	0,902	5,670	2,829	1,047	2,755
2	2016	6,985	4,869	3,504	10,632	13,166	6,439
3	2017	6,658	2,500	5,989	10,231	12,173	14,271
4	2018	4,595	3,289	4,659	0,868	0,808	5,556
5	2019	12,077	5,313	1,640	1,796	3,200	1,369
6	2020	10,018	1,784	2,178	3,642	7,335	5,466
7	2021	0,718	10,526	2,338	1,048	5,868	4,407
8	2022	2,366	3,909	6,392	5,113	4,735	1,330
9	2023	5,285	5,179	7,815	6,189	4,381	2,218
10	2024	3,115	1,127	5,450	6,971	8,145	8,102
NO	TAHUN	MEI			JUNI		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	9,041	2,534	0,991	1,014	0,943	0,877
2	2016	2,534	4,255	4,085	5,177	2,189	2,036
3	2017	5,840	3,654	2,202	2,343	2,608	3,895
4	2018	5,018	1,087	0,871	0,891	0,828	0,770
5	2019	1,273	1,184	1,001	1,024	0,953	0,886
6	2020	1,683	1,565	2,222	11,660	1,751	1,629
7	2021	1,188	1,105	0,934	0,955	0,888	0,826
8	2022	1,237	1,150	0,972	0,995	0,925	0,860
9	2023	3,545	2,095	4,002	2,217	2,992	2,892
10	2024	1,744	1,622	1,768	1,422	1,323	1,230
NO	TAHUN	JULI			AGST		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	0,816	0,759	0,641	0,656	0,610	0,516
2	2016	1,893	1,761	1,489	1,523	1,416	1,197
3	2017	1,920	2,604	2,172	1,609	1,496	1,265
4	2018	0,716	0,666	0,563	0,576	0,536	0,453
5	2019	0,824	0,766	0,648	0,663	0,616	0,521
6	2020	1,515	1,409	1,191	1,218	1,133	0,958
7	2021	0,768	0,715	0,604	0,618	0,575	0,486
8	2022	0,800	0,744	0,629	0,643	0,598	0,506
9	2023	1,422	1,323	1,118	1,144	1,064	0,900
10	2024	1,144	1,064	0,899	0,920	0,856	0,723
NO	TAHUN	SEPT			OKT		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	0,528	0,491	0,457	0,425	0,395	0,334
2	2016	1,225	1,139	1,059	0,985	0,916	0,775
3	2017	1,294	2,762	8,012	1,523	1,312	7,067
4	2018	0,464	0,431	0,401	0,373	0,347	0,293
5	2019	0,533	0,496	0,461	0,429	0,399	0,337
6	2020	0,980	0,911	0,848	0,788	0,733	0,620
7	2021	0,497	0,462	0,430	0,400	0,372	0,314
8	2022	0,518	0,481	0,448	0,416	0,387	0,327
9	2023	0,920	0,856	0,796	0,740	0,688	0,582
10	2024	0,740	0,688	0,640	0,595	0,554	0,468
NO	TAHUN	NOP			DES		
		I	II	III	I	II	III
1	2015	0,342	0,318	0,295	0,275	0,255	0,216
2	2016	0,793	0,737	0,685	0,637	0,593	0,501
3	2017	10,298	3,290	7,410	7,509	7,205	2,050
4	2018	0,300	0,279	0,259	2,152	3,503	12,421
5	2019	0,345	0,321	0,298	0,961	4,280	6,358
6	2020	0,634	0,590	0,548	0,510	9,156	6,703
7	2021	0,322	0,299	0,278	0,259	0,241	0,203
8	2022	0,335	0,311	0,290	0,269	1,897	0,600
9	2023	0,887	9,012	8,240	4,414	5,274	1,194
10	2024	0,479	0,445	1,155	9,746	15,525	1,587

Sumber : Hasil Perhitungan 2026

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan debit andalan menggunakan metode Mock. Dalam analisis debit andalan menggunakan metode Mock terdapat beberapa parameter yang berpengaruh yaitu luas sub DAS, curah hujan (P), tampungan air tanah permulaan.jumlah hari hujan (h), evapotranspirasi potensial (ETo), permukaan lahan terbuka (m), koefisien infiltrasi (i), faktor resesi aliran air tanah (k). Hasil analisis *baseflow* dengan metode F.J Mock untuk DAS Banyulangse tahun 2015 Bulan Januari dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil perhitungan analisa debit ditampilkan pada Tabel 9. Debit andalan pada daerah irigasi terdapat pada tahun 2020.

4.6 Neraca Air

Hasil dari Neraca air atau keseimbangan air ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 8. Neraca Air

Bulan	Kebutuhan Air Tanaman (mm/10hari)	Kebutuhan Air Tanaman (lt/detik/ha)	Debit Andalan (l/det/ha)	Ketersediaan – Kebutuhan (l/det/ha)	Keterangan
Jan	9,4	0,109	1,200	1,092	Surplus
	8,8	0,102	1,130	1,028	Surplus
Feb	14,6	0,169	2,658	2,489	Surplus
	12,1	0,140	3,166	3,026	Surplus
	13,7	0,159	1,774	1,615	Surplus
Mar	5,6	0,065	2,293	2,228	Surplus
	14,9	0,172	3,115	2,943	Surplus
	15,5	0,179	1,784	1,604	Surplus
Apr	20,6	0,238	2,338	2,099	Surplus
	100,2	1,160	1,796	0,636	Surplus
	17,9	0,207	3,200	2,992	Surplus
Mei	166,7	1,929	2,218	0,288	Surplus
	28,7	0,332	1,273	0,941	Surplus
	32,1	0,372	1,150	0,778	Surplus
Jun	37,2	0,431	0,972	0,542	Surplus
	33,4	0,387	0,995	0,608	Surplus
	34,9	0,404	0,925	0,521	Surplus
Jul	36,6	0,424	0,860	0,437	Surplus
	38,5	0,446	0,800	0,354	Surplus
	40,3	0,466	0,744	0,278	Surplus
Agt	45,7	0,529	0,629	0,100	Surplus
	41,2	0,477	0,643	0,167	Surplus
	40,9	0,473	0,598	0,125	Surplus
Sep	5,3	0,061	0,506	0,445	Surplus
	10	0,116	0,518	0,402	Surplus
	9,8	0,113	0,481	0,368	Surplus
Okt	15,6	0,181	0,448	0,267	Surplus
	23,6	0,273	0,416	0,143	Surplus
	31	0,359	0,387	0,028	Surplus
Nov	33,8	0,391	0,327	-0,064	Minus
	22	0,255	0,335	0,080	Surplus
	15,8	0,183	0,311	0,129	Surplus
Des	12,9	0,149	0,290	0,140	Surplus
	101,1	1,170	0,275	-0,895	Minus
	98	1,134	0,593	-0,541	Minus
Total	13	0,150	0,501	0,351	Surplus
	1201,4	14	41,649		Surplus

Sumber : Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 8, diketahui bahwa debit ketersediaan air pada Waduk Tulung mencukupi terhadap kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Banyulangse. Pola tanam yang diberlakukan pada DI Banyulangse adalah padi-padi-palawija (jenis jagung).

Tabel 9. Perhitungan FJ. Mock

No	U R A I A N	Hitungan	Satuan	Jan		
				I	II	III
I	DATA HUJAN					
1	Curah Hujan (P)	Data	mm/10hr	214,00	112,00	76,00
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	6,7	6,7	6,7
II	EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)					
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm/10hr	38,84	38,84	42,73
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	15,00	15,00	15,00
5	$(m/20) * (18 - h)$	Hitungan	-	0,09	0,09	0,09
6	$E = (ETo) * (m/20) * (18 - h)$	$(3) * (5)$	mm/10hr	3,30	3,30	3,63
7	$Et = (ETo) - (E)$	$(3) - (6)$	mm/10hr	35,54	35,54	39,10
III	KESEIMBANGAN AIR					
8	$Ds = P - Et$	$(1) - (7)$	mm/10hr	178,46	76,46	36,90
9	Kandungan Air Tanah		mm/10hr	0,00	0,00	0,00
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	Vbeg	mm/10hr	200,00	200,00	200,00
	Storage calculation	Vcal		378,46	276,46	236,90
	Soil moisture end	Vend		200,00	200,00	200,00
11	Kelebihan Air (WS)	$(8) - (9)$	mm/10hr	178,46	76,46	36,90
IV	ALIRAN DAN PENYIMPANAN					
	AIR TANAH					
12	Infiltrasi (I)	$(11) * (i)$	mm/10hr	71,38	30,58	14,76
13	$0.5 (1 + k) In$	Hitungan	-	68,88	29,51	14,24
14	$k * V (n - 1)$	Hitungan	-	0,93	64,93	87,83
15	Volume Penyimpanan (Vn)	$(13) + (14)$	mm/10hr	69,81	94,44	102,07
16	Perubahan Volume Air (DVn)	$Vn - V(n-1)$	mm/10hr	68,81	24,63	7,63
17	Aliran Dasar (BF)	$(12) - (16)$	mm/10hr	2,57	5,96	7,13
18	Aliran Langsung (DR)	$(11) - (12)$	mm/10hr	107,07	45,87	22,14
19	Aliran (R)	$(17) + (18)$	mm/10hr	109,64	51,83	29,27
V	DEBIT ALIRAN					
21	Debit Aliran	$A * (19)$	m ³ /dtk	10,953	5,178	2,658
22	Debit Aliran		lt/det	10953,34	5178,02	2658,20
23	Jumlah hari		hari	10	10	11
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³ /10hr	9,46	4,47	2,53

Sumber : Hasil Analisa, 2026

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Hasil dari perhitungan nilai kebutuhan nilai tanaman Daerah Irigasi Banyulangse didapatkan nilai terbesar terjadi pada Bulan April periode III dengan nilai 1,929 liter/detik, sedangkan nilai terendah terjadi pada Bulan Agustus periode III dengan nilai 0,061 lt/ detik, dan total keseluruhan kebutuhan air selama 1 tahun yaitu, 14 lt/detik.
- Hasil dari perhitungan nilai ketersediaan air pada Daerah Irigasi Banyulangse didapatkan nilai terbesar terjadi pada Bulan April periode II dengan nilai 3,200 liter/detik, sedangkan nilai terendah terjadi pada Bulan Desember periode I dengan nilai 0,275 lt/detik, dengan total ketersediaan air 41,649 lt/detik.

- Hasil dari perhitungan neraca air adalah debit ketersediaan air pada Bendung Banyulangse mengalami kekurangan air atau minus pada bulan Oktober periode ketiga, dan pada bulan Desember Periode pertama dan kedua. Namun kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Banyulangse dengan pola tanam padi-padi-palawija (jenis jagung) bisa terpenuhi dengan cara penjadwalan irigasi dengan menggunakan sistem giliran irigasi, sehingga kebutuhan air irigasi bisa terpenuhi secara merata.

5.2 Saran

- Dengan melihat hasil penelitian, disarankan kepada Kelompok Tani untuk dilakukan penyesuaian jadwal tanam agar fase pertumbuhan tanaman yang membutuhkan air dalam jumlah besar tidak bertepatan dengan periode defisit.

2. Bagi instansi terkait untuk melakukan pendampingan kepada kelompok tani untuk bisa membuat jadwal giliran irigasi agar kebutuhan air irigasi terpenuhi.
3. Kepada mahasiswa yang berminat mendalami penelitian ini dapat mencoba menghitung nilai kebutuhan air irigasi dengan memperhatikan nilai efisiensi saluran sehingga nilai kebutuhan air irigasi lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Fahira, P. Suprpto and A. Rahmawati, *Studi Analisis Ketersediaan Air dan Konservasi di Waduk Jotosanur Kabupaten Lamongan*. 2024.
- [2] A. A. Kinanti, "Extensification of Irrigation D . I . Boto in Sub-District Semanding Tuban Based on Water Availability in the Gembul River," 2020.
- [3] A. Ardani, iS S. Ingsih, and D. Budi Santoso, "Manajemen Risiko Bahaya Berbasis Hiradc Pada Pekerjaan Intake Irigasi Kanan Proyek Bendungan Karangnongko Paket 2," / *J. Rekayasa Sipil* / , vol. 15, no. 2, pp. 75–84, 2025.
- [4] Alamin, M. Noerhayati, E., Rahmawati, A, "Studi Optimasi Distribusi Air Irigasi pada Daerah Irigasi Ngilirip Kabupaten Tuban dengan Menggunakan Program Linier," 2023, [Online]. Available: <https://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/8115>
- [5] Dwiwana, L. Nurhayati, and Umar, "Analisa Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Terdu," *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, vol. 6, no. 1, pp. 215–223, 2019.
- [6] D. A. Fernandus, "Analisis Jenis Distribusi Curah Hujan dan Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) di Kota Makassar," pp. 1–61, 2013.
- [7] A. Rahmawati *et al.*, "STUDI EVALUASI KEBUTUHAN DAN PERSEDIAAN AIR DAERAH IRIGASI".