

ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI PADA WADUK DELINGAN KABUPATEN KARANGANYAR

Kristin Ayuningsih^[1], Silvia Yulita Ratih^[2], Tri Prandono^[3]

^[1] Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

^[2] Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

Email: kristinayu2806@gmail.com, vierahayu1125@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air berperan penting dalam mendukung produktivitas pertanian, terutama di wilayah dengan musim kemarau panjang. Waduk Delingan di Kabupaten Karanganyar dibangun untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan pengendalian banjir, namun pertumbuhan lahan, perubahan iklim, dan fluktuasi curah hujan sering menimbulkan ketidakseimbangan antara pasokan dan kebutuhan air. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data curah hujan, klimatologi, teknis waduk, serta pola tanam untuk dianalisis melalui neraca air, evapotranspirasi metode Penman Modifikasi, dan perencanaan pola tanam standar KP-01. Hasil menunjukkan bahwa ketersediaan air periode 2020–2024 tertinggi terjadi pada Februari sebesar 3.095.651,94 m³ dan terendah pada Oktober sebesar 1.774.989,74 m³. Pola tanam eksisting (padi–padi–palawija) belum sepenuhnya dapat dipenuhi, sedangkan pola alternatif (padi–palawija–palawija) lebih potensial mencukupi kebutuhan dengan penyesuaian debit outflow. Dengan demikian, pola tanam alternatif layak diterapkan dengan pengelolaan air yang lebih efisien.

Kata kunci : ketersediaan, irigasi, waduk

ABSTRACT

Water availability plays a crucial role in supporting agricultural productivity, especially in regions with prolonged dry seasons. Delingan Reservoir in Karanganyar Regency was constructed to supply irrigation water and control floods, yet agricultural land expansion, climate change, and rainfall fluctuations often cause imbalances between supply and demand. This study applies a quantitative approach using rainfall, climatology, reservoir technical data, and cropping patterns, analyzed through water balance calculations, evapotranspiration using the Modified Penman method, and crop planning based on KP-01 standards. Results show that water availability during 2020–2024 reached its peak in February at 3,095,651.94 m³ and its lowest in October at 1,774,989.74 m³. The existing cropping pattern (rice–rice–secondary crops) could not be fully supported, while the alternative pattern (rice–secondary crops–secondary crops) demonstrated better potential when adjusted to reservoir outflow.

Therefore, the alternative cropping pattern is feasible to apply with efficient water management.

Keywords: *availability, irrigation, reservoir*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peranan sangat penting bagi kehidupan manusia, lingkungan, serta berbagai aktivitas pembangunan. Indonesia yang memiliki dua musim sering menghadapi permasalahan ketersediaan air, terutama pada musim kemarau ketika cadangan air menjadi terbatas. Seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah, kebutuhan air semakin meningkat sehingga diperlukan pengelolaan yang optimal untuk menjaga keseimbangan ekosistem sekaligus mendukung sektor domestik, industri, dan terutama pertanian.

Pada bidang pertanian, air berfungsi sebagai penunjang utama sistem irigasi guna meningkatkan produktivitas. Namun, ketersediaan air sering tidak seimbang dengan kebutuhan akibat pertambahan luas lahan, perubahan iklim, serta fluktuasi curah hujan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pembangunan infrastruktur pengelolaan air seperti bendungan menjadi salah satu upaya yang efektif. Bendungan tidak hanya berfungsi sebagai penyedia air irigasi, tetapi juga sebagai pengendali banjir serta pengatur aliran sungai agar lebih merata sepanjang tahun.

Waduk Delingan terletak di desa Delingan, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Waduk ini dibangun pada tahun 1920-1923 dengan luas daerah tangkapan 12 km² dan kapasitas maksimum 3.270.000 m³ serta kapasitas efektif 2.070.000 m³. Fungsi utama waduk adalah sebagai penyedia air irigasi dan pengendali banjir bagi wilayah sekitarnya.

Waduk Delingan yang berlokasi di Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu sarana pengelolaan air yang dibangun untuk mendukung kebutuhan irigasi sekaligus ketahanan pangan. Meskipun memiliki kapasitas tampungan yang cukup besar, pada kenyataannya sering terjadi ketidakseimbangan antara pasokan air waduk dengan kebutuhan irigasi yang terus meningkat. Kondisi tersebut dapat memengaruhi efisiensi sistem irigasi dan produktivitas pertanian. Oleh karena itu,

penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi pada Waduk Delingan sehingga dapat diperoleh gambaran mengenai keseimbangan pasokan dan kebutuhan air guna mendukung pengelolaan pertanian yang berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Waduk merupakan bangunan yang menampung air yang dibentuk dengan membendung aliran sungai atau anak sungai untuk mengumpulkan dan menyimpan air dalam jumlah besar. Fungsinya meliputi penyediaan air irigasi, air baku, pengendalian banjir, perikanan, hingga pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Kapasitas waduk dibedakan menjadi tampungan mati untuk sedimen, tampungan efektif untuk pemanfaatan air, serta tampungan banjir untuk menahan kelebihan aliran. Dalam pengelolaan waduk, aspek operasi sangat penting untuk menyeimbangkan kebutuhan irigasi, air baku, dan energi, sekaligus menjaga keberlanjutan fungsi waduk.

Kajian hidrologi menjadi dasar dalam perencanaan sumber daya air, mencakup curah hujan, aliran permukaan, air tanah, dan evapotranspirasi. Evapotranspirasi, gabungan antara evaporasi dan transpirasi tanaman, merupakan faktor utama yang menentukan kebutuhan air irigasi. Nilainya dipengaruhi oleh iklim (suhu, kelembaban, radiasi, dan angin) serta karakteristik tanaman. Neraca air digunakan untuk menganalisis keseimbangan antara inflow dan outflow waduk. Jika neraca air bernilai positif maka terjadi surplus, sedangkan negatif menunjukkan defisit yang berpotensi menimbulkan kekurangan air.

Kebutuhan air irigasi didefinisikan sebagai jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi, kehilangan air, dan kebutuhan penyiapan lahan dengan mempertimbangkan kontribusi hujan efektif. Besarnya kebutuhan dipengaruhi oleh luas areal tanam, tekstur tanah, efisiensi jaringan irigasi, serta koefisien tanaman (K_c). Efisiensi irigasi menggambarkan perbandingan antara air yang diterima tanaman dengan air yang dilepas dari waduk, dan biasanya menurun pada saluran primer, sekunder, hingga tersier. Dalam praktiknya, penentuan pola tanam dan penerapan sistem golongan menjadi strategi untuk menyesuaikan ketersediaan air dengan kebutuhan tanaman agar pemanfaatannya lebih optimal.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Delingan, Kabupaten Karanganyar, dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis kesesuaian antara ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Data yang digunakan meliputi curah hujan harian (2015–2024), data teknis dan operasional waduk, data klimatologi, serta informasi pola tanam dan luas daerah irigasi. Data diperoleh melalui studi lapangan, instansi terkait, serta literatur pendukung dari jurnal dan buku.

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, data curah hujan diolah menjadi data periode tengah bulanan untuk menghitung hujan efektif. Kedua, evapotranspirasi dihitung menggunakan metode klimatologi. Selanjutnya, neraca air waduk disusun untuk mengetahui ketersediaan air, sedangkan kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan standar perencanaan irigasi KP-01 dengan mempertimbangkan faktor efisiensi, perkolasi, dan kebutuhan tanaman.

Tahap akhir penelitian adalah membandingkan ketersediaan air dengan kebutuhan irigasi guna menilai keseimbangan neraca air. Dari hasil perhitungan tersebut, dilakukan evaluasi pola tanam eksisting serta penyusunan alternatif pola tanam yang lebih sesuai agar pemanfaatan air waduk menjadi lebih optimal dan berkelanjutan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dilakukan dengan metode Penman Modifikasi menggunakan data klimatologi stasiun Delingan yang meliputi suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, dan penyinaran matahari. Tabel 1 hasil perhitungan dari tahun 2020-2024.

Tabel 1. Evapotranspirasi

No	Bulan	Periode	ET _o	
			mm/hari	mm/15 hari
1	Januari	1	3,4684	52,0253
		2	3,3965	54,3443
2	Februari	1	3,3409	50,1128
		2	3,4477	46,9012
3	Maret	1	3,2958	49,4370
		2	3,4071	54,5139
4	April	1	3,0775	46,1619
		2	3,2250	48,3756
5	mei	1	3,2491	48,7362
		2	3,2762	52,4195
6	Juni	1	3,0644	45,9666
		2	3,0818	46,2263
7	Juli	1	3,4314	51,4711
		2	3,5028	56,0452
8	Agustus	1	4,0237	60,3559
		2	4,1147	65,8347
9	September	1	4,3853	65,7798
		2	4,3895	65,8427
10	Oktober	1	4,5976	68,9644
		2	4,4087	70,5396
11	November	1	3,9163	58,7440
		2	3,7387	56,9646
12	Desember	1	3,7579	56,3678
		2	3,8598	61,7563

Berdasarkan hasil analisis selama tahun 2020–2024, nilai evapotranspirasi rata-rata berkisar antara 2,9–5,0 mm/hari. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Oktober periode I sebesar 4,5976 mm/hari, sedangkan nilai terendah pada bulan April periode I sebesar 3,0775 mm/hari. Pola ini menunjukkan bahwa tingkat kehilangan air akibat penguapan meningkat pada musim kemarau.

Ketersediaan Air Waduk

Analisis ketersediaan air dilakukan menggunakan metode neraca air berdasarkan data inflow, outflow, curah hujan, dan evapotranspirasi selama lima tahun (2020–2024). Tabel 2 hasil perhitungan neraca air tahun 2020-2024.

Tabel 2. Neraca air tahun 2020-2024

Bulan	Periode	Volume m ³	Neraca air m ³
Januari	1	2765117,568	2.762.669,73
	2	2.959.941,14	2.987.417,63
Februari	1	3.108.933,12	3.095.651,94
	2	2.997.090,86	2.996.195,64
Maret	1	2.982.499,97	2.982.630,33
	2	2.926.053,34	2.915.737,37
April	1	2.751.894,91	2.745.978,34
	2	2.791.755,26	2.798.197,34
Mei	1	2.847.032,83	2.844.863,67
	2	2.743.757,98	2.733.888,98
Juni	1	2.458.910,21	2.436.415,14
	2	2.231.010,05	2.224.095,80
Juli	1	2.140.420,22	2.129.945,10
	2	1.962.512,98	1.951.285,31
Agustus	1	1.803.705,60	1.798.453,66
	2	1.795.625,18	1.796.503,95
September	1	1.792.965,50	1.792.831,89
	2	1.787.032,70	1.784.848,54
Oktober	1	1.775.852,54	1.774.989,74
	2	1.816.811,26	1.821.683,22
November	1	1.927.211,52	1.942.879,98
	2	2.298.008,06	2.321.279,78
Desember	1	2.485.164,29	2.497.293,81
	2	2.934.150,10	2.949.828,63

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa volume akhir waduk berfluktuasi sesuai musim. Volume terbesar tercatat pada bulan Februari periode I sebesar 3.095.651,94 m³, sedangkan volume terkecil terjadi pada bulan Oktober periode I sebesar 1.774.989,74 m³. Nilai ini menggambarkan bahwa ketersediaan air waduk sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan pola pengeluaran air irigasi.

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan luas daerah irigasi (DI) Delingan/Wetan Jetu seluas 168,18 ha, yang melayani Kelurahan Bejen dan Gedong. Perhitungan kebutuhan air mencakup kebutuhan tanaman padi dan palawija, dengan mempertimbangkan curah hujan efektif (Re), evapotranspirasi potensial (ET₀), serta efisiensi irigasi.

Tabel 3. Kebutuhan air irigasi

Bulan	Periode	ET ₀	P	Re	KAI	Pola Tanam
		mm/hari	mm/hari	mm/hari	m ³	
November	1	3,9163	2	1,8737	30.019,99	Padi
	2	3,7387	2	2,5457	28.275,91	
Desember	1	3,7579	2	3,4281	11.433,92	
	2	3,8598	2	4,3815	9.000,02	
Januari	1	3,4684	2	3,7996	9.193,25	
	2	3,3965	2	5,2243	4.859,01	
Februari	1	3,3409	2	5,7913	0	Padi
	2	3,4477	2	4,7493	0	
Maret	1	3,2958	2	5,3709	20.030,04	
	2	3,4071	2	5,9556	18.512,44	
April	1	3,0775	2	2,1411	12.831,87	
	2	3,2250	2	2,1308	3.467,72	
mei	1	3,2491	2	1,0486	6.132,68	
	2	3,2762	2	0,0294	8.426,70	
Juni	1	3,0644	2	0,0392	3.715,87	
	2	3,0818	2	0	0	
Juli	1	3,4314	2	0	7.417,18	Palawija
	2	3,5028	2	0	10.145,41	
Agustus	1	4,0237	2	0	13.284,11	
	2	4,1147	2	0	15.923,23	
September	1	4,3853	2	0	16.970,61	
	2	4,3895	2	0	16.412,27	
Oktober	1	4,5976	2	0	10.858,70	
	2	4,4087	2	0,4298	4.075,25	

Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan air terbesar terjadi pada masa tanam padi dengan nilai sekitar 30.019,99 m³ pada bulan November periode I, sedangkan

kebutuhan terkecil terjadi pada bulan Maret periode I dengan nilai $-2.627,51 \text{ m}^3$, yang menandakan surplus air.

Analisis Perencanaan Pola Tanam

Hasil perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air menunjukkan bahwa Waduk Delingan belum mampu memenuhi kebutuhan air irigasi secara optimal pada pola tanam eksisting. Pada beberapa periode, terutama musim kemarau, neraca air menunjukkan nilai defisit. Oleh karena itu, alternatif pola tanam **padi-palawija-palawija** diusulkan dengan awal tanam pada bulan November.

Tabel 4. Alternatif pola tanam

Bulan	Periode	Volume (m3)	Neraca air (m3)	K. Irigasi (m3)	Terpenuhi atau Tidak
Januari	1	2.765.117,568	2.762.669,727	9.193,250	Terpenuhi
	2	2.959.941,144	2.987.417,629	4.859,012	Terpenuhi
Februari	1	3.108.933,120	3.095.651,940	0	Terpenuhi
	2	2.997.090,858	2.996.195,643	0	Terpenuhi
Maret	1	2.982.499,968	2.982.630,332	0	Terpenuhi
	2	2.926.053,336	2.915.737,373	0	Terpenuhi
April	1	2.751.894,912	2.745.978,341	7.411,595	Terpenuhi
	2	2.791.755,264	2.798.197,343	9.652,610	Terpenuhi
Mei	1	2.847.032,832	2.844.863,674	11.974,509	Terpenuhi
	2	2.743.757,976	2.733.888,984	13.511,694	Terpenuhi
Juni	1	2.458.910,208	2.436.415,140	8.895,911	Terpenuhi
	2	2.231.010,048	2.224.095,798	5.190,741	Terpenuhi
Juli	1	2.140.420,224	2.129.945,098	7.417,181	Terpenuhi
	2	1.962.512,976	1.951.285,306	10.145,407	Terpenuhi
Agustus	1	1.803.705,600	1.798.453,655	13.284,114	Terpenuhi
	2	1.795.625,184	1.796.503,946	15.923,229	Tidak Terpenuhi
September	1	1.792.965,504	1.792.831,891	16.970,615	Tidak Terpenuhi
	2	1.787.032,704	1.784.848,542	16.412,269	Tidak Terpenuhi
Oktober	1	1.775.852,544	1.774.989,740	10.858,702	Tidak Terpenuhi
	2	1.816.811,256	1.821.683,215	4.393,962	Terpenuhi
November	1	1.927.211,520	1.942.879,982	30.019,99	Tidak Terpenuhi
	2	2.298.008,064	2.321.279,783	28.275,91	Tidak Terpenuhi
Desember	1	2.485.164,288	2.497.293,813	11.433,921	Terpenuhi
	2	2.934.150,096	2.949.828,633	9.000,019	Terpenuhi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pola tanam ini dapat mengoptimalkan pemanfaatan air waduk dan mengurangi defisit air pada periode kering, meskipun belum sepenuhnya memenuhi seluruh kebutuhan irigasi.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi waduk Delingan Kabupaten Karanganyar dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ketersediaan air Waduk Delingan dalam periode 15 hari selama 5 tahun dengan menggunakan perhitungan neraca air diperoleh nilai volume akhir terbesar yaitu 3.095.651,94 m³ pada bulan Februari periode I dan nilai volume akhir terkecil yaitu 1.774.989,74 m³ pada bulan Oktober periode I.
2. Kebutuhan air irigasi di wilayah Waduk Delingan yaitu Daerah Irigasi (DI) Delingan/Wetan Jetu dengan pola tanam padi-padi-palawija diperoleh debit terbesar terjadi pada bulan November periode I sebesar 30.019,99 m³, sedangkan kebutuhan terendah terjadi pada bulan Februari periode I, II, dan bulan Juni periode 1 sebesar 0.
3. Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air Waduk Delingan belum mampu memenuhi kebutuhan air irigasi secara optimal dengan pola tanam yang diterapkan saat ini. Contohnya pada bulan November Periode I, neraca air waduk sebesar 1.942.879,982 m³, sedangkan kebutuhan air irigasi mencapai 30.019,99 m³. Kondisi ini menunjukkan bahwa Waduk Delingan tidak dapat mencukupi kebutuhan air irigasi. Oleh karena itu, diusulkan pola tanam alternatif padi-palawija-palawija dengan awal tanam pada bulan November. Hasil perhitungan menunjukkan debit terbesar terjadi pada November Periode I sebesar 30.019,99 m³, dan debit terkecil pada Maret Periode I dengan nilai negatif -2.627,51 m³ yang diasumsikan kebutuhan airnya terpenuhi. Meskipun pola tanam ini belum sepenuhnya optimal, hasil analisis menunjukkan kebutuhan irigasi dapat terpenuhi melalui penyesuaian debit outflow waduk, terutama pada musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah, L., & Pratama, I. (2024). Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air di Bendungan Sedong Kecamatan Sedong Kabupaten Cirebon. *Jurnal Rekayasa/Teknik sipil STTC*, 45-55.
- Anwar, & Fanani, R. C. (2020). Analisis Ketersediaan Air Embung Sebagai Sumber untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Pekon Podosari Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Teknika Sains*, 36-43.
- Baskoro, A. Y., Suripin, & Suprpto. (2024). Analisis Evapotranspirasi Metode Panman Modifikasi dan Thornthwaite Terhadap Pemodelan Debit FJ.Mock. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 39-50.
- Lesmana, S. B., & Milenia, A. N. (2023). Analisis Ketersediaan Air pada Daerah Tangkap Waduk Sempro dengan Model Mock. *Jurnal Sipil*, 1-6.
- Marzan, A., Taufik, I., Wardhana, M. W., & Sari, R. M. (2024). Analisis Ketersediaan Air dan Kapasitas Tampung Situ Cikande dan Ciherang Kabupaten Serang. *JAUR*, 89-102.
- Muhammad, I., Darajat, A. R., & Amin, M. (2024). Efektivitas Potensi Embung Tambakboyo Terhadap Penyediaan Air Irigasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 134- 142.
- Novisaputri, E., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2022). Studi Evaluasi Pemanfaatan Embung Jambesari untuk Air Irigasi Desa Sumberjambe Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 31-40.
- Pratiwi, M. A., Jayadi, R., & Kironoto, B. A. (2022). Kajian Potensi Pemanfaatan Waduk Bener untuk Pemenuhan Air Baku dan Air Irigasi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12-22.
- Rudi Saputri, E. F., & Saves, F. (2023). Analisis Debit Andalan Metode Nreca untuk Kebutuhan Air Irigasi dan Nereca Air waduk Bagong Trenggalek. *Jurnal Sondir*, 50-61.
- Siarai, H. A., & Udiana, I. M. (2021). Pola Tanam Daerah Irigasi Kanan Bendung Benanain di Kabupaten Malaka. *Jurnal Teknik Sipil*, 63-76.
- Suhudi, & Sulistiyani, K. f. (2023). Analisis Ketersediaan Air di Bendung Sejahtera Terhadap Pemanfaatan Irigasi di Daerah Irigasi Sejahtera di Kecamatan Palolo Sulawesi Tengah. *Journal Of Industrial Engineering & Tecnology Innovation*, 16-

- Tentua, E. V., Laimeheriwa, S., & Patty, J. (2022). Analisis Musim Tanam dan Pengaturan Pola tanam Tanaman Pangan pada Berbagai Kondisi Curah Hujan di Daerah Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 23-37.
- Yanto, H. (2023). Analisis Ketersediaan Air Irigasi Untuk Kebutuhan Tanam Padi di Desa Kabae Kabupaten Mamasa. *Repository.unsulbar.ac.id*, 5-31.