

STUDI ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI SP.VII DAN MAPURAJAYA KABUPATEN MIMIKA

Zodis Rahmad Syah¹, Azizah Rokhmawati² dan Budi Santoso³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 21801051062@unisma.ac.id

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

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

ABSTRACT

This research was prompted by the increasing demand for irrigation water in Mimika Regency, particularly in the SP.VII and Mapurajaya Irrigation Areas, which face challenges such as climate change, channel damage, and limited hydrological data, all of which impact irrigation efficiency and land productivity. This study aims to analyze reliable water discharge, irrigation water requirements, and determine an efficient main canal design to support sustainable water management. The method used is a quantitative approach through hydrological and hydraulic analysis with calculations of effective rainfall, Penman-Monteith evapotranspiration, and reliable water discharge using Weibull analysis. Data were obtained from PSDA and BMKG for the period 2015–2024, then analyzed to assess the balance between water availability and rice crop water requirements. The results show that the reliable water discharge is still sufficient with a reliability level of 80%, while the evapotranspiration value ranges from 3.1 to 5.2 mm/day and the water requirement is around 1.4 liters/second/ha. However, the efficiency of the irrigation network still needs to be improved through hydraulic improvements and data-based water management. In conclusion, the application of local hydrological analysis can increase water use efficiency by up to 30% and serve as the basis for adaptive cropping patterns in the Central Papua region.

Keywords: *Reliable Debit, Irrigation Water Requirements, Channel Efficiency*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan manusia dan perkembangan ekonomi suatu negara. Dalam konteks nasional, air tidak hanya digunakan untuk kebutuhan domestik, tetapi juga memainkan peran penting dalam mendukung sektor pertanian, yang strategis dalam menjaga ketahanan pangan. Mengevaluasi kebutuhan air irigasi dan pola operasionalnya sangat penting karena perubahan musim dan pola curah hujan dapat mengubah ketersediaan air di sumber irigasi [1]. Oleh karena itu, pengelolaan air yang efektif dan efisien merupakan langkah penting dalam memastikan produktivitas pertanian yang berkelanjutan.

Sistem irigasi memainkan peran penting dalam menjaga pasokan air yang berkelanjutan untuk lahan pertanian agar produktivitas tetap optimal sepanjang tahun. Pengelolaan bendungan sebagai sumber air irigasi seringkali tidak optimal akibat kurangnya perencanaan operasional yang tepat dan pemeliharaan yang memadai [2]. Ketidakefisienan dalam pengelolaan air dapat menyebabkan beberapa daerah mengalami kekeringan, sementara daerah lain mengalami kelebihan air, yang pada akhirnya mengurangi produksi pertanian.

Tantangan lain yang dihadapi dalam pengelolaan air irigasi adalah distribusi air yang tidak merata di berbagai wilayah. Di Daerah Irigasi Kreet, Kabupaten Malang, distribusi air yang tidak proporsional menyebabkan sebagian petani menerima jumlah air yang berlebihan

sementara yang lain kekurangan air untuk lahan mereka [3]. Akibatnya, hasil pertanian menjadi tidak merata dan potensi produktivitas lahan tidak dapat dimaksimalkan.

Untuk mengatasi berbagai masalah tersebut, optimalisasi sistem irigasi merupakan langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Penerapan metode optimalisasi dalam distribusi air di Daerah Irigasi Balonggang Sukodadi Lamongan mampu meningkatkan distribusi air yang adil dan penggunaan sumber daya air yang efektif [4]. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan ilmiah berdasarkan analisis data dapat menjadi solusi untuk masalah distribusi air yang sering ditemui dalam sistem irigasi tradisional.

Selain distribusi air, keberhasilan sistem irigasi juga sangat dipengaruhi oleh perencanaan jaringan irigasi yang baik. Perencanaan jaringan harus memperhitungkan kondisi hidrologi, topografi, jenis tanah, dan pola tanam agar sistem irigasi dapat mendistribusikan air secara efektif dan efisien [5]. Oleh karena itu, studi perencanaan jaringan irigasi tidak hanya harus berfokus pada desain teknis tetapi juga mempertimbangkan kondisi lingkungan dan karakteristik regional.

Pengelolaan air yang tepat berdasarkan kebutuhan tanaman dan aliran air yang andal sangat penting untuk meningkatkan efektivitas sistem irigasi [6]. Melalui pendekatan pasokan air yang dioptimalkan, volume dan waktu aliran air dapat disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman, sehingga penggunaan air lebih efisien tanpa mengurangi hasil panen.

Tidak hanya sistem distribusi dan pasokan air yang memerlukan perhatian, tetapi juga infrastruktur pendukung seperti bendungan dan saluran pembuangan yang mengatur aliran air. Di Bendungan Bener, Kabupaten Purworejo, menunjukkan bahwa desain saluran pembuangan yang baik dapat meningkatkan keamanan bendungan dan memperlancar pengaturan pembuangan air [7].

Di Indonesia bagian timur, khususnya di Papua Tengah, pengelolaan air irigasi menghadapi tantangan yang berbeda dengan wilayah lain. Studi di Area Irigasi Kampung Mulia Kencana SP.VII Mimika menunjukkan bahwa penerapan program linier untuk

optimasi distribusi air dapat menyeimbangkan kebutuhan tanaman dan debit air yang tersedia [8]. Pendekatan ini terbukti efektif untuk wilayah dengan iklim tropis basah yang memiliki variabilitas tinggi dalam ketersediaan air.

Dalam beberapa tahun terakhir, Papua telah mengalami perubahan cuaca yang signifikan, termasuk peningkatan suhu dan perubahan pola hujan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat disusun pola tanam yang lebih efisien dan meningkatkan hasil pertanian secara optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka identifikasi yang dapat diketahui dari penelitian ini yaitu :

1. Perencanaan debit andalan yang lama dari dinas pekerjaan umum kabupaten mimika menggunakan sistem keseimbangan air dengan data dari 1997-2006, akan kita update tahun 2006-2016.
2. Dengan adanya isu perubahan iklim dari BMKG Kabupaten Mimika diduga ada pergeseran musim kering dan musim hujan.
3. Dari data foto dilokasi bendung pada musim kering elevasi air menyusut drastis.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah kami uraikan diatas, terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini dengan sebagai berikut :

1. Berapa debit andalan di Daerah Irigasi SP. VII dan Mapurajaya Kabupaten Mimika yang tersedia saat ini dengan menggunakan data terupdate?
2. Berapa kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi SP.VII yang diperlukan untuk tanaman padi masyarakat?
3. Bagaimana desain saluran primer yang seharusnya berdasarkan besarnya debit andalan yang didapat dari penelitian?

1.4 Tujuan

1. Untuk mengetahui berapa debit andalan di Daerah Irigasi SP. VII dan Mapurajaya Kabupaten Mimika yang tersedia saat ini dengan menggunakan data terupdate.

2. Untuk mengetahui berapa kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi SP.VII yang diperlukan untuk tanaman padi masyarakat.
3. Untuk mengetahui bagaimana desain saluran primer yang seharusnya berdasarkan besarnya debit andalan yang didapat dari penelitian.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas dalam penelitian ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada wilayah Daerah Irigasi SP. VII dan Mapurajaya Kabupaten Mimika.
2. Waktu pengambilan data dibatasi pada kondisi eksisting.
3. Aspek sosial, kebijakan, dan ekonomi tidak dibahas secara mendalam, kecuali sebagai data pendukung untuk penentuan kebutuhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses Bergeraknya air laut ke udara, yang kemudian akan jatuh kepermukaan bumi yang didefinisikan sebagai hujan, dan pada akhirnya akan mengalir kembali ke laut [9].

2.2 Irigasi

Irigasi merupakan salah satu aspek utama dalam pengembangan daerah aliran sungai. Sebagai aspek yang penting, irigasi memainkan peran yang signifikan dalam kesuksesan pertanian di negara kita.

2.3 Curah Hujan Efektif

Curah hujan yang sebenarnya dapat digunakan untuk mendorong pertumbuhan tanaman di suatu wilayah disebut curah hujan efektif.

Jenis tanaman dapat memengaruhi jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman. Angka R80, atau jumlah curah hujan yang dapat tercapai dalam 80% kasus yaitu, yang dapat melebihi 8 dari 10 kasus dapat digunakan untuk menentukan curah hujan efektif (Reff). Ini berarti kemungkinan curah hujan lebih rendah dari 80% hanya sekitar 20%.

2.4 Debit Andalan

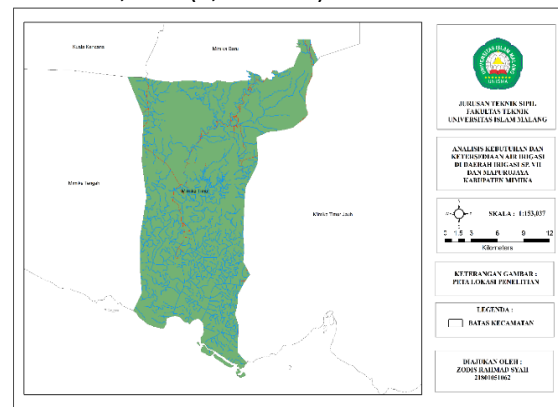
Analisis debit andalan menggunakan Metode Tahun Dasar Perencanaan biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengelolaan irigasi [10]. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan kendala 80% sehingga rumus untuk menentukan tahun dasar perencanaan adalah sebagai berikut :

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan didaerah Irigasi Sp.VII yang merupakan salah satu saluran Irigasi Mapurajaya. Secara administrasi Irigasi Sp.VII terletak di Kampung Mulia Kencana, Kecamatan Kuala Kencana, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua Tengah. Irigasi Sp.VII memiliki panjang aliran saluran primer mencapai 585,19 m, Sedangkan total panjang saluran primer, sekunder dan tersier untuk di SP.VII adalah 9.437 m. dan Bendung secara geografis terletak pada 4° 48' 191" LS dan 136° 79' 4.52" BT, berdasarkan seluruh luas irigasi dimana luas areal 171,1 Ha (1,711 km²).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

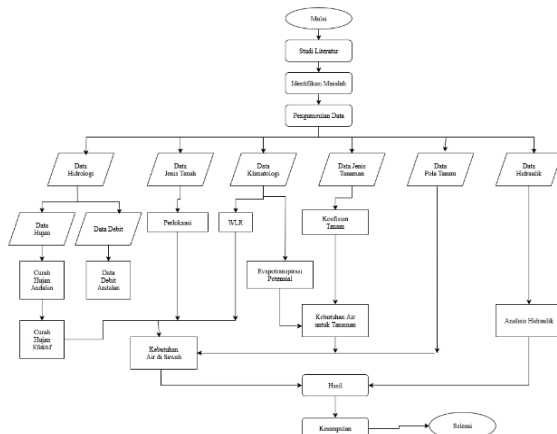
3.2 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif karena menggunakan data sekunder kuantitatif yang bergantung pada kemampuan untuk menghitung dengan akurat. Penelitian kuantitatif merupakan upaya untuk menyelidiki masalah, dan masalah yang ada menjadi dasar dalam pengumpulan data. Selanjutnya, variabel ditentukan dan diukur dengan angka untuk analisis sesuai dengan prosedur statistik yang berlaku.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari institusi yang berkaitan berupa data curah hujan, data debit, data klimatologi, data hidrologi, data irigasi, data jenis tanah, data pola tanam, dan data hidraulik.

3.4 Bagan Alir



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Konsistensi Data Metode RAPS

Tabel 4.1. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Mozez Kilangin

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	2015	69.5
2	2016	91.7
3	2017	149.5
4	2018	89.2
5	2019	89.6
6	2020	89.4
7	2021	83.2
8	2022	42.3
9	2023	126.2
10	2024	158.8

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 4.2. Uji Konsistensi Data Metode RAPS Stasiun Mozez Kilangin

No.	Tahun	Curah Hujan Max	sk*	Dy ²	sk**	sk**
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1.	2015	69.5	-1.17	0.10	-0.03	0.03
2.	2016	91.7	21.03	31.59	0.56	0.56
3.	2017	149.5	78.83	443.85	2.11	2.11
4.	2018	89.2	18.53	24.52	0.50	0.50
5.	2019	89.6	18.93	25.59	0.51	0.51
6.	2020	89.4	18.73	25.05	0.50	0.50
7.	2021	83.2	12.53	11.21	0.34	0.34
8.	2022	42.3	-28.37	57.50	-0.76	0.76
9.	2023	126.2	55.53	220.24	1.49	1.49
10.	2024	158.8	88.13	554.76	2.36	2.36
Jumlah		989.40		1394.42	2.36	Max
Rata-Rata		70.67		99.60	-0.76	Min

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Keterangan :

Kolom (1) = Tahun.

Kolom (2) = Curah Hujan

Kolom (3) = Curah Hujan – Rata-Rata [2]

Kolom (4) = [3]² / n

Kolom (5) = [3] / (ΣDy²)^{0.5}

Kolom (6) = Absis [5]

N = 10 (Jumlah Data)

ΣDy² = 1394,42

ΣDy² = √1394,42 = 37,34

Sk** Max = 2,36

Sk** Min = - 0,76

QVn = 2,36√10

= 0,746

R = Sk** max – Sk** min

= 2,36 – (- 0,76)

= 3,12

RVn = 3,12√10

= 0,987

QVn 90% = 1,05 (interpolasi untuk n 10 tahun)

RVn 90% = 1,21 (interpolasi untuk n 10 tahun)

QVn hitung = 0,746 < QVn kritis = 1,05 dengan probabilitas 90% (data konsisten)

RVn hitung = 0,987 < RVn kritis = 1,21 dengan probabilitas 90% (data konsisten)

Jadi, Data Curah hujan masih berada dalam batas yang konsisten dan dapat digunakan dalam perhitungan analisa hidrologi.

4.2 Uji Konsistensi Data Metode RAPS

Hasil perhitungan curah hujan andalan didapatkan R80 untuk tanaman padi pada tahun 2021 dengan curah hujan 83,2 mm dan R50 untuk tanaman palawija dan tebu pada tahun 2019 dengan curah hujan 89,6 mm.

Tabel 4.3. Ranking Data dari Kecil Ke Besar

Data Hujan			Rangking Data			Keterangan
No	Tahun	CH (mm)	No	Tahun	CH (mm)	
1	2015	69.5	1	2022	42.3	
2	2016	91.7	2	2015	69.5	
3	2017	149.5	3	2021	83.2	R80
4	2018	89.2	4	2018	89.2	
5	2019	89.6	5	2020	89.4	
6	2020	89.4	6	2019	89.6	R50
7	2021	83.2	7	2016	91.7	
8	2022	42.3	8	2023	126.2	
9	2023	126.2	9	2017	149.5	
10	2024	158.8	10	2024	158.8	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.3 Evapotranspirasi

Hasil perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan metode penman modifikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

PARAMETER	SATUAN	BULAN											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
Evaporsi (ETo*)	(mm/hr)	8,07	7,73	9,12	7,36	5,97	4,03	3,28	4,44	4,60	6,50	6,89	7,55
Evapotranspirasi Potensial	(mm/hr)	8,88	8,51	10,03	6,62	5,37	3,63	2,95	4,44	5,05	7,15	7,58	8,30

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.4 Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Lahan

Hasil perhitungan kebutuhan air untuk pengolahan lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5. Perhitungan Air untuk Pengolahan Lahan

Parameter	Satuan	BLan											
		J						Jl					
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	un	u	Ag	Sep	Okt	Nov	Des
IR	(mm/hari)	16,06	16,49	17,02	14,51	13,32	12,31	11,59	12,64	13,33	14,68	15,25	15,60

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.5 Dimensi Saluran

No	Bentuk Saluran	Qr	Dimensi Saluran			A	P	R	V	Qs
		m³/dt	b(m)	h(m)	B(m)	m²	M	m	m/dt	m³/dt
1	Trapezium	0,906	2,5	5	12,5	37,5	16,7	2,25	219,44	8.004

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.7 Kebutuhan Air Irigasi

Tabel 4.7. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

No	Bulan	Periode	ET0	P	WLR	Re	Koef	ETc	NFR	IR	DR
			(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(mm/hr)	(l/dt/ha)
1	Januari	I	9.21	3		8.18	LP	15.65	10.47	16.11	1.86
		II	9.21	3		3.07	LP	15.65	15.59	23.98	2.78
		III	9.21	3	1.67	3.18	1.10	10.13	11.62	17.87	2.07
2	Februari	I	8.86	3	1.67	5.85	1.10	9.75	8.56	13.17	1.52
		II	8.86	3	1.67	8.30	1.10	9.75	6.11	9.40	1.09
		III	8.86	3	1.67	12.47	1.05	9.30	1.50	2.31	0.27
3	Maret	I	10.63	3	1.67	3.76	1.05	11.16	12.07	18.57	2.15
		II	10.63	3		5.14	1.05	11.16	9.02	13.88	1.61
		III	10.63	3		5.25	0.95	10.10	7.85	12.08	1.40
4	April	I	6.93	3		2.48	0.95	6.58	7.10	10.92	1.26
		II	6.93	3		2.53	0.00	0.00	0.47	0.73	0.08
		III	6.93	3		7.01	LP	14.26	10.24	15.76	1.82
5	Mei	I	5.69	3		0.00	LP	13.18	16.18	24.89	2.88
		II	5.69	3		0.50	LP	13.18	15.67	24.11	2.79
		III	5.69	3	1.67	1.75	1.10	6.26	9.18	14.12	1.63
6	Juni	I	3.88	3	1.67	0.00	1.10	4.26	8.93	13.74	1.59
		II	3.88	3	1.67	0.80	1.10	4.26	8.13	12.51	1.45
		III	3.88	3	1.67	2.97	1.05	4.07	5.77	8.87	1.03
7	Juli	I	3.22	3	1.67	0.00	1.05	3.38	8.05	12.38	1.43
		II	3.22	3		0.00	1.05	3.38	6.38	9.81	1.14
		III	3.22	3		0.00	0.95	3.06	6.06	9.32	1.08
8	Agustus	I	4.87	3		0.00	0.95	4.63	7.63	11.74	1.36
		II	4.87	3		0.00	0.00	0.00	3.00	4.62	0.53
		III	4.87	3		0.00	LP	12.63	12.63	19.43	2.25
9	September	I	5.68	3		1.98	LP	13.42	11.44	17.59	2.04
		II	5.68	3		0.95	LP	13.42	12.47	19.18	2.22
		III	5.68	3	1.67	9.09	0.50	2.84	-6.25	-9.61	-1.11
10	Oktober	I	7.84	3	1.67	24.15	0.65	5.10	-19.05	-29.31	-3.39
		II	7.84	3	1.67	0.00	0.75	5.88	5.88	9.05	1.05
		III	7.84	3	1.67	10.88	1	7.84	-3.04	-4.67	-0.54
11	November	I	8.31	3	1.67	8.19	1	8.31	0.12	0.18	0.02
		II	8.31	3		11.18	1	8.31	-2.87	-4.42	-0.51
		III	8.31	3		20.27	0.82	6.81	-13.46	-20.71	-2.40
12	Desember	I	9.10	3		6.74	0.72	6.55	-0.19	-0.29	-0.03
		II	9.10	3		10.14	0.45	4.09	-6.05	-9.30	-1.08
		III	9.10	3		2.76	LP	15.57	15.81	24.33	2.82

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.6 Debit Andalan

Tabel 4.6. Probabilitas Debit Andalan 80%

Bulan	Periode	Tahun
		2003
		(m3/dt)
Jan	I	0.914
	II	0.587
	III	7.082
Feb	I	0.92
	II	1.418
	III	0.847
Mar	I	2.207
	II	2.615
	III	0.869
Apr	I	0.631
	II	0.573
	III	0.563
Mei	I	0.765
	II	0
	III	0
Jun	I	0.494
	II	0.766
	III	0.904
Jul	I	0.451
	II	0.813
	III	0
Ags	I	0
	II	1.269
	III	1.411
Sep	I	0.107
	II	0.065
	III	0.657
Okt	I	1.761
	II	0.06
	III	0.627
Nov	I	0.667
	II	0.869
	III	0
Des	I	1.067
	II	0.633
	III	0
Jumlah (m3/dt)		32.612
Rata-rata (m3/dt)		0.906

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dalam hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar debit andalan tertinggi yang tersedia pada Daerah Irigasi SP VII terdapat pada bulan Januari periode III sebesar 7,082 m³/dt, dan besar debit andalan terendah terdapat pada bulan Oktober periode II sebesar 0,06 m³/dt.
2. Besarnya kebutuhan air tertinggi yang diperlukan pada Musim Tanam I = 2,82 l/dt/Ha pada bulan Desember Periode III. Musim Tanam II = 2,88 l/dt/Ha pada bulan Mei periode I. Musim Tanam III = 2,25 l/dt/Ha pada bulan Agustus periode III.
3. Setelah dilakukan pengecekan ulang terhadap dimensi saluran hasilnya adalah Qs = 8,004 m³/dt jadi saluran tersebut masih layak.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penyuluhan kepada para petani tentang pola tata tanam yang sesuai dengan ketersediaan debit sangatlah diperlukan, agar para petani dapat menyadari pentingnya pola tata tanam yang telah di rencanakan demi mendapatkan keuntungan yang maksimal.
2. Penyuluhan Penyuluhan tidak hanya ke petani namun juga kepada Petugas Operasional Daerah Irigasi SP VII, agar ketika ada kehilangan air akibat kerusakan maupun dari masyarakat yang mengambil air dengan pompa air, bisa diberi penyuluhan tentang pentingnya pemerataan air dan bangunan yang rusak segera diperbaiki agar air yang ada pada saluran dapat terdistribusi dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Wulandari, E. Noerhayati, and A. Rachmawati, "Studi Kebutuhan Air Irigasi Dan Pola Operasi Embung Malangsuko Tumpang Kabupaten Malang," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 63–71, 2020, [Online]. Available: <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/5625>
- [2] E. Novisaputri, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Evaluasi Pemanfaatan Embung Jambesari Untuk Air Irigasi Desa Sumberjambe Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang," *Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 4, pp. 31–40, 2022.
- [3] M. M. M. Biatiqoni, Warsito, and E. Noerhayati, "Studi Evaluasi Distribusi Air Irigasi Daerah Krebet Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang," vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [4] H. Lathief, E. Noerhayati, and A. Rokhmawati, "Studi Optimasi Pembagian Air Irigasi pada Daerah Irigasi Balonggang Sukodadi Lamongan," vol. 15, no. 1, pp. 177–185, 2025.
- [5] A. Ainun, E. Noerhayati, and A. Rokhmawati, "Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Posanke Kabupaten Morowali Utara Sulawesi Tengah," vol. 12, no. 3, pp. 87–97, 2022.
- [6] D. W. Anggraini, E. Noerhayati, and B. Suprpto, "Optimasi Pemberian Air Daerah Irigasi Delta Brantas Saluran Sekunder Krembung Kabupaten Sidoarjo," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 3, pp. 44–53, 2022, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/17474>
- [7] I. H. Ramadhani, E. Noerhayati, and A. Rokhmawati, "Studi Alternatif Perencanaan Saluran Pengelak pada Bendungan Bener Kabupaten Purworejo," pp. 1–10, 2025.
- [8] M. Musyafa, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Optimasi Distribusi Air Irigasi pada Daerah Irigasi Kampung Mulia Kencana SP.VII Mimika Provinsi Papua Tengah dengan Program Linier," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 134–141, 2025.
- [9] Syahputra, "Pengembangan Alat Peraga Edukasi Proses Siklus Air," in *Semnasteknomedia Online*, 2018, pp. 1–6.
- [10] L. M. Limantara, *Hidrologi Praktis Limantara*. Bandung: CV Lubuk Agung, 2010.