



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2025 Page 1421-1430

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air pada Jaringan Daerah Irigasi (DI) Bendung Pandi Desa Ngawen Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati

Hanggoro Iskandar Putra Wijaya^{1✉}, Dita Mentari Putri², Tri Susanto³

Universitas Diponegoro

Email hanggorowijaya@lecturer.undip.ac.id^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efisiensi serta kehilangan air pada jaringan daerah irigasi Bendung Pandi yang berlokasi di Desa Ngawen, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati. Studi ini dilakukan di saluran irigasi primer, sekunder, maupun tersier. Analisis efisiensi dan kehilangan air dilakukan dengan metode perbandingan antara debit masuk dan debit keluar. Data primer yang digunakan adalah kecepatan aliran air, yang diukur menggunakan current meter pada saluran primer maupun sekunder, serta pelampung untuk saluran tersier. Selain itu, digunakan juga data sekunder dari Stasiun Klimatologi Jawa Tengah berupa catatan evaporasi selama 10 tahun terakhir. Hasil analisis menunjukkan bahwa total kehilangan air pada jaringan daerah irigasi Bendung Pandi mencapai 15,23%. Air yang hilang akibat evaporasi tergolong rendah, sehingga penyebab utama kehilangan air lebih berkaitan dengan kondisi fisik saluran. Kehilangan terbesar terjadi pada saluran irigasi sekunder-1, sekunder-4, dan saluran tersier yang berbasis tanah. Secara keseluruhan, rata-rata efisiensi dari jaringan daerah irigasi Bendung Pandi mencapai 84,76%, dengan rincian efisiensi pada saluran primer 93,35%, saluran sekunder 83,01%, dan saluran tersier 77,93%.

Kata Kunci : *Irigasi, Efisiensi Saluran, Kehilangan Air*

Abstract

This study aims to analyze the efficiency level and water loss in the irrigation network of the Pandi Weir, located in Ngawen Village, Margorejo District, Pati Regency. The study was conducted on primary, secondary, and tertiary channels. The analysis of efficiency and water loss was carried out using the method of comparing inflow and outflow discharge. The data used included primary data in the form of flow velocity, measured using a current meter for primary and secondary channels and a float for tertiary channels. Additionally, secondary data in the form of evaporation records from the past 10 years were obtained from the Central Java Climatology Station. The analysis results indicate that the total water loss in the irrigation network of the Pandi Weir reached 15.23%. Water loss due to evaporation was relatively small, meaning that the primary cause of water loss was more related to the physical condition of the channels. The highest losses occurred in secondary channel 1, secondary channel 4, and soil-based tertiary channels. Overall, the average efficiency of the Pandi Weir irrigation network was 84.76%, with an efficiency of 93.35% for primary channels, 83.01% for secondary channels, and 77.93% for tertiary channels.

Keyword: *Irrigation, Channel Efficiency, Water Loss*

PENDAHULUAN

Sistem irigasi merupakan salah satu komponen utama dalam mendukung pertanian dan ketahanan pangan. Efisiensi pengelolaan air pada jaringan irigasi sangat penting untuk memastikan distribusi air yang optimal, menghindari pemborosan sumber daya air, dan meningkatkan hasil pertanian. Salah satu isu utama yang dihadapi dalam sistem irigasi adalah kehilangan air yang terjadi selama proses distribusi. Kehilangan air ini dapat terjadi melalui penguapan, perkolasi, atau kebocoran pada saluran irigasi, yang akhirnya memengaruhi efisiensi sistem irigasi itu sendiri (Utami E.B., dkk 2020).

Penelitian tentang efisiensi dan kehilangan air pada jaringan irigasi telah banyak dilakukan di berbagai daerah dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem irigasi. Misalnya, Wilhelmus Bunganaen (2011) dalam penelitiannya mengenai Daerah Irigasi Air Sagu, menemukan bahwa pengelolaan air yang efisien dapat meningkatkan produktivitas pertanian, sementara kehilangan air yang tinggi dapat menurunkan efisiensi dan mengakibatkan kerugian. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Asmaul Husna (2018), yang mengkaji kehilangan air pada saluran tersier di Daerah Irigasi Pattiro, Kabupaten Bone. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa kerugian air di saluran tersier dapat dikurangi dengan penerapan teknologi pengelolaan yang tepat.

Dalam konteks Daerah Irigasi Pandi, efisiensi pengelolaan air perlu diperhatikan secara seksama, mengingat pentingnya irigasi dalam mendukung pertanian di wilayah tersebut.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai efisiensi saluran irigasi dan besar kehilangan air yang terjadi pada berbagai segmen jaringan irigasi, baik itu saluran primer, sekunder, maupun tersier. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi distribusi air pada jaringan irigasi Daerah Irigasi Pandi dan mengidentifikasi penyebab serta besarnya kehilangan air yang terjadi dalam sistem tersebut.

Dengan mengacu pada studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Achmad Rafi'ud Darajat dkk (2017) mengenai efisiensi saluran irigasi di Daerah Irigasi Boro, serta Hanif Ubaidillah dkk (2024) yang menganalisis kehilangan air pada saluran sekunder, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai permasalahan yang ada dan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pada jaringan irigasi Daerah Irigasi Pandi.

Penelitian ini juga mengintegrasikan teori dan metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, seperti yang dipaparkan oleh Afdal Ali dkk (2024) dalam penelitian mereka di Daerah Irigasi Samiran Kanan, yang menyarankan penggunaan alat ukur debit dan teknik perhitungan matematis untuk menghitung kehilangan air di berbagai jenis saluran irigasi.

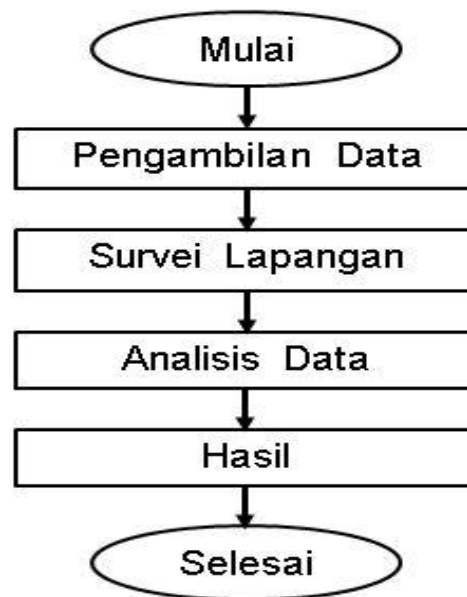
Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting bagi pengelolaan air yang lebih efisien dan mengurangi pemborosan air, yang pada gilirannya akan meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani di daerah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer mencakup informasi mengenai luas penampang basah saluran (A), debit air (Q), kecepatan aliran (V), serta panjang saluran (L). Sedangkan, data sekunder mencakup skema jaringan dari Perkumpulan Petani Pemakai Air Tirta Kencana dan data evaporasi skala harian dari bak evaporasi selama kurun waktu 10 tahun (2015-2024), yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Jawa Tengah. Peralatan yang digunakan pada penelitian meliputi current meter, pelampung/bola pingpong, meteran 50 meter, mistar ukur, dan stopwatch.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah mengukur kecepatan aliran menggunakan current meter atau bola pingpong. Selanjutnya, dilakukan analisis debit masuk dan debit keluar pada saluran primer, sekunder, maupun tersier. Setelah itu, analisis evaporasi dilakukan untuk mengidentifikasi kehilangan

air dengan menghitung selisih antara debit masuk dan debit keluar di setiap saluran. Terakhir, dilakukan analisis efisiensi pada saluran primer, sekunder, dan tersier. Proses analisis ini dapat dilihat lebih rinci dalam bagan alir penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Debit Masuk dan Debit Keluar pada Saluran

Pada penelitian ini, kecepatan aliran air dan luas penampang basah saluran diukur pada saluran primer dan sekunder dengan alat current meter. Sedangkan pada saluran tersier, kecepatan diukur dengan bola pingpong karena tinggi air sekitar 5 cm. Data ini digunakan untuk menganalisis debit masuk dan keluar.. Hasil perhitungan debit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Debit pada Saluran Primer dan Sekunder

Nama Saluran dan Ruas Pengukuran		Pagi			Siang			Sore		
		Luas (m ²)	V (m/det)	Debit (m ³ /det)	Luas (m ²)	V (m/det)	Debit (m ³ /det)	Luas (m ²)	V (m/det)	Debit (m ³ /det)
Primer-1	1	1.1161	0.1353	0.1510	1.1161	0.1351	0.1508	1.1161	0.1347	0.1503
	5	1.1161	0.1220	0.1362	1.1161	0.1215	0.1356	1.1161	0.1213	0.1354
Primer-2	1	0.4771	0.1551	0.0740	0.4771	1.1557	0.5514	0.4771	0.1541	0.0735
	3	0.4771	0.1501	0.0716	0.4771	0.1503	0.0717	0.4771	0.1490	0.0711
Sekunder-1.	1	0.4771	0.1487	0.0709	0.4771	0.1491	0.0711	0.4771	0.1478	0.0705

		8	0.4771	0.1266	0.0604	0.4771	0.1261	0.0602	0.4771	0.1257	0.0600
Sekunder-2.		1	0.4771	0.1256	0.0599	0.4771	0.1255	0.0599	0.4771	0.1245	0.0594
		6	0.4771	0.1161	0.0554	0.4771	0.1155	0.0551	0.4771	0.1146	0.0547
Sekunder-3.		1	0.4201	0.1331	0.0559	0.4201	0.1350	0.0567	0.4201	0.1331	0.0559
		9	0.4201	0.1217	0.0511	0.4201	0.1233	0.0518	0.4201	0.1203	0.0505
Sekunder-4.		1	0.5801	0.1825	0.1059	0.5801	0.1845	0.1070	0.5801	0.1822	0.1057
		6	0.5801	0.1168	0.0678	0.5801	0.1174	0.0681	0.5801	0.1166	0.0676
Tersier-1.	-Permanen	1	0.0212	0.8173	0.0173	0.0212	0.8205	0.0174	0.0212	0.8024	0.0170
		3	0.0212	0.6923	0.0147	0.0212	0.6923	0.0147	0.0212	0.6881	0.0146
	-Tanah	1	0.0212	0.3973	0.0084	0.0212	0.4086	0.0087	0.0212	0.4032	0.0085
		3	0.0212	0.2788	0.0059	0.0212	0.2801	0.0059	0.0212	0.2867	0.0061
Tersier-2.	-Permanen	1	0.0212	0.8081	0.0171	0.0212	0.7900	0.0167	0.0212	0.8035	0.0170
		3	0.0212	0.6771	0.0144	0.0212	0.6540	0.0139	0.0212	0.6755	0.0143
	-Tanah	1	0.0212	0.3774	0.0080	0.0212	0.3935	0.0083	0.0212	0.3971	0.0084
		3	0.0212	0.2814	0.0060	0.0212	0.2914	0.0062	0.0212	0.2938	0.0062
Tersier-3.	-Permanen	1	0.0212	0.6250	0.0133	0.0212	0.7911	0.0168	0.0212	0.8021	0.0170
		3	0.0212	0.5278	0.0112	0.0212	0.6773	0.0144	0.0212	0.6720	0.0142
	-Tanah	1	0.0212	0.3843	0.0081	0.0212	0.3950	0.0084	0.0212	0.3987	0.0085
		3	0.0212	0.2788	0.0059	0.0212	0.2861	0.0061	0.0212	0.2832	0.0060
Tersier-4.	-Permanen	1	0.0212	0.7988	0.0169	0.0212	0.8021	0.0170	0.0212	0.8084	0.0171
		3	0.0212	0.6684	0.0142	0.0212	0.6641	0.0141	0.0212	0.6601	0.0140
	-Tanah	1	0.0212	0.3878	0.0082	0.0212	0.3981	0.0084	0.0212	0.3994	0.0085
		3	0.0212	0.2806	0.0059	0.0212	0.2792	0.0059	0.0212	0.2875	0.0061

Sumber : Hasil perhitungan

Analisis Evaporasi

Pada penelitian ini, analisis evaporasi digunakan untuk mengukur tingkat evaporasi sepanjang saluran yang sedang dianalisis. Data evaporasi harian selama 10 tahun terakhir dari panci evaporasi digunakan dalam analisis ini, dengan rata-rata evaporasi sebesar 4,58 mm/hari. Berdasarkan persamaan dan dimensi permukaan (lebar permukaan dan panjang) pada masing-masing segmen pengukuran, nilai evaporasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan evaporasi saluran

Nama Saluran dan Ruas Pengukuran		Dimensi permukaan		Luas A (m ²)	Evaporasi rata-rata (mm/hari)	Evaporasi saluran (m ³ /det)
		B	L			
		(m)	(m)			
Primer 1	BC	1.75	240	420	4.58	0.0000223
Primer 2	UP1	1.22	150	183	4.58	0.0000097
Sekunder 1	BAS1	1.22	444	541.68	4.58	0.0000287
Sekunder 2	BAS2	1.22	287	350.14	4.58	0.0000186
Sekunder 3	BAS3	1.20	469	562.8	4.58	0.0000298
Sekunder 4	BAS4	1.20	618	741.6	4.58	0.0000393
Tersier 1	Permanen	0.50	200	100	4.58	0.0000053
	Tanah	0.50	200	100	4.58	0.0000053
Tersier 2	Permanen	0.50	200	100	4.58	0.0000053
	Tanah	0.50	200	100	4.58	0.0000053
Tersier 3	Permanen	0.50	160	80	4.58	0.0000042
	Tanah	0.50	200	100	4.58	0.0000053
Tersier 4	Permanen	0.50	200	100	4.58	0.0000053
	Tanah	0.50	200	100	4.58	0.0000053

Sumber : Hasil perhitungan

Analisis Efisiensi Jaringan Irigasi

Pada Penelitian ini menganalisis efisiensi jaringan irigasi pada setiap segmen pada jarak tertentu atau ruas berdasarkan panjang saluran primer, sekunder, dan tersier. Hasil dari analisis ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kehilangan Air dan Efisiensi Saluran Irigasi

Nama Saluran dan Ruas Pengukuran		Pagi	Siang	Sore	h _n rata - rata (m ³ /det)	
		Efisiensi i(%)	Efisiensi i(%)	Efisiensi i(%)		
Primer-1	1-5	90.16	89.96	90.07	0.0150	
Primer-2	1-3	96.64	96.49	96.81	0.0025	
Sekunder-1	1-8	85.12	84.58	85.11	0.0107	
Sekunder-2	1-6	92.31	92.06	92.05	0.0047	
Sekunder-3	1-9	91.44	91.33	90.52	0.0050	
Sekunder-4	1-6	64.01	63.67	64.03	0.0383	
Tersier-1	-Permanen	1-3	84.70	84.35	85.73	0.0026
	-Tanah	1-3	70.17	68.51	71.12	0.0026

Tersier-2	-Permanen	1-3	83.77	82.78	84.07	0.0028
	-Tanah	1-3	74.58	74.07	74.00	0.0021
Tersier-3	-Permanen	1-3	84.44	85.64	83.80	0.0024
	-Tanah	1-3	72.56	72.39	71.05	0.0023
Tersier-4	-Permanen	1-3	83.67	82.82	81.66	0.0030
	-Tanah	1-3	72.36	70.19	71.99	0.0024

Sumber : Hasil perhitungan

Pembahasan Saluran

Saluran Primer

Pada saat dilakukan pengukuran pagi, siang, dan sore di saluran primer-1, kehilangan air tercatat sebesar 0,0148 m³/det, 0,0150 m³/det, dan 0,0148 m³/det, dengan rata-rata kehilangan air sebesar 0,0149 m³/det dan rata-rata efisiensi 90,06%. Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam jumlah kehilangan air yang terjadi. Sementara itu, evaporasi sepanjang saluran sangat kecil, hanya sebesar 0,0000223 m³/det, jadi tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kehilangan air. Oleh karena itu, faktor fisik saluran menjadi penyebab utama hilangnya air selama perjalanannya. Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi, sebagian dasar saluran primer 1 mengalami erosi, sehingga menyebabkan kehilangan air akibat rembesan saluran.

Pada saluran primer-2, setiap waktu pengukuran tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar untuk kehilangan airnya. yaitu pagi 0,0023 m³/det, siang 0,0024 m³/det, dan sore 0,0021 m³/det, dengan rata-rata sebesar 0,0023 m³/det. Rata-rata efisiensi saluran primer-2 sebesar 96,64%, menunjukkan bahwa kehilangan air sangat kecil. Laju evaporasi yang tercatat juga sangat rendah, yaitu 0,0000097 m³/det, yang tidak berpengaruh besar terhadap kehilangan air. Maka, sebagian besar kehilangan air disebabkan oleh faktor dari fisik saluran. Untuk saluran primer-2, beberapa bagian dasar dan dinding saluran telah tergerus, yang mengakibatkan terjadinya rembesan baik secara vertikal maupun horizontal.

Saluran Sekunder

Untuk saluran sekunder-1, efisiensi rata-rata 84,94%, dan untuk saluran sekunder-2, efisiensi rata-rata 92,13%. Kehilangan air untuk saluran sekunder-1 adalah 0,0105 m³/det pada pagi hari, 0,0110 m³/det pada siang hari, dan 0,0047 m³/det pada sore hari. Oleh karena itu, kehilangan air rata-rata untuk saluran sekunder-1 adalah 0,0107 m³/det, dan untuk saluran sekunder-2 adalah 0,0046 m³/det. Faktor fisik saluran adalah penyebab utama kehilangan air. Air merembes melalui dasar dan dinding saluran. Tingginya endapan

yang terdapat pada dasar saluran berakibat kecepatan aliran air menjadi rendah, serta meningkatkan kemungkinan terjadinya rembesan. Meskipun karakteristik saluran keduanya serupa, kehilangan air akan berbeda dikarenakan panjang dari saluran sekunder-1 lebih panjang dibandingkan dengan sekunder-2. Semakin panjang saluran dengan karakteristiknya yang sama, semakin besar pula kehilangan air yang terjadi.

Analisis saluran sekunder-3 menyatakan rata-rata efisiensi sebesar 91,09. Hal ini menyatakan bahwa kehilangan air sepanjang saluran sangat sedikit. Rata-rata kehilangan air tercatat adalah $0,0051 \text{ m}^3/\text{det}$, dimana laju evaporasinya rendah, yaitu $0,0000298 \text{ m}^3/\text{det}$. Kehilangan air disebabkan oleh merembesnya air di dasar saluran. Rata-rata efisiensi pada saluran sekunder-4 adalah 63,89%. Hal ini menyatakan bahwa air banyak yang hilang pada saluran ini. Rata-rata kehilangan air pada saluran ini adalah $0,0348 \text{ m}^3/\text{det}$, dimana laju evaporasinya sebesar $0,0000393 \text{ m}^3/\text{det}$. Kehilangan air karena laju evaporasi sangat kecil, sehingga tidak berpengaruh cukup besar. Berdasarkan pengamatan di lapangan, kehilangan air dipengaruhi oleh sebagian dasar saluran yang tergerus dan akhirnya air merembes. Saluran sekunder-4 selain menjadi saluran pembagi juga berfungsi menjadi saluran pembuang. Oleh karena itu material lain serta endapan tanah dapat memperlambat aliran air.

Saluran Tersier

Analisis pada saluran tersier-1 permanen, kehilangan air untuk pengukuran pagi, siang, dan sore sebesar $0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$, $0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$, dan $0,0023 \text{ m}^3/\text{det}$. Rata-rata efisiensi saluran ini mencapai 84,92%. Sedangkan, pada saluran tanah, kehilangan air tercatat sebesar $0,0024 \text{ m}^3/\text{det}$ (pagi), $0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$ (siang), dan $0,0024 \text{ m}^3/\text{det}$ (sore), dengan rata-rata efisiensi sebesar 69,92%.

Dalam saluran tersier-2 permanen, kehilangan air yang tercatat adalah $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ pada pagi hari, $0,0021 \text{ m}^3/\text{det}$ pada siang dan sore hari, dengan efisiensi rata-rata mencapai 83,53%. Sementara itu, saluran tersier-3 permanen mengalami kehilangan air sebesar $0,0021 \text{ m}^3/\text{det}$ pada pagi hari, $0,0022 \text{ m}^3/\text{det}$ pada siang hari, dan $0,0024 \text{ m}^3/\text{det}$ pada sore hari, dengan rata-rata kehilangan air $0,0022 \text{ m}^3/\text{det}$ dan efisiensi 84,62%.

Pada saluran tersier-4 permanen, kehilangan air tercatat sebesar $0,0022 \text{ m}^3/\text{det}$ di pagi hari, $0,0024 \text{ m}^3/\text{det}$ di siang hari, dan $0,0023 \text{ m}^3/\text{det}$ di sore hari, dengan rata-rata kehilangan air $0,0029 \text{ m}^3/\text{det}$ serta efisiensi rata-rata 82,71%. Untuk saluran tersier-4 berbahan tanah, kehilangan air rata-rata adalah $0,0023 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan efisiensi 70,78%.

Adapun laju evaporasi pada saluran tersier 1, 2, dan 4 adalah $0,0000053 \text{ m}^3/\text{det}$, sementara untuk saluran tersier-3, laju evaporasi tercatat sebesar $0,0000042 \text{ m}^3/\text{det}$ pada

saluran permanen dan $0,0000053 \text{ m}^3/\text{det}$ pada saluran tanah. Pengaruh evaporasi terhadap kehilangan air tergolong kecil karena laju yang sangat rendah. Faktor utama yang menyebabkan kehilangan air lebih berkaitan dengan rembesan dan aspek operasional, seperti distribusi air yang tidak merata ke sawah, sehingga petani kerap membuang air.

SIMPULAN

1. Jaringan irigasi daerah Bendung Pandi mengalami kehilangan air sebesar 15,23%, sebagian besar disebabkan oleh faktor fisik saluran daripada evaporasi yang rendah. Saluran sekunder 1, sekunder 4 dan tersier tanah mengalami kerugian air terbesar.
2. Jaringan irigasi Bendung Pandi memiliki efisiensi rata-rata 84,76% secara keseluruhan. Dengan efisiensi saluran primer 93,35%, saluran sekunder 83,01%, dan saluran tersier 77,93%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Afdal., dkk (2024). "Perhitungan Nilai Efisiensi Saluran Di Daerah Irigasi Saddang UPT Tiroang Kabupaten Pinrang". *Journal Of Social Science Research*, Vol 4 no.4, 15266-15273.
<https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/download/14923/10016/25156>
- Bunganaen W. 2011. "Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu". *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1), 80-93.
<https://doi.org/10.35508/jts.1.1.80-93>
- Darajat, A. R., Nurrochmad, F., & Jayadi, R. (2017). Analisis Efisiensi Saluran Irigasi Di Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. *INERSIA Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(2), 154-166.
<https://doi.org/10.21831/inersia.v13i2.17178>
- Husna Asmaul. 2019. "Analisis Kehilangan Air pada Saluran Tersier Daerah Irigasi Pattiro Kabupaten Bone". *Skripsi*. Makasar : Universitas Muhammadiyah Makassar
<https://digilib.unismuh.ac.id/dokumen/detail/2994/>.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. "Standar Perencanaan Irigasi (KP – 01)". KemenPUPR: Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1993. "Hidrolika II". Beta Offset : Yogyakarta
- Ubaidillah, Hanif dkk. 2024. "Analisis Kehilangan dan Efisiensi Air pada Saluran Irigasi Sekunder Daerah Irigasi Samiran Kanan Kabupaten Pamekasan". *Jurnal Rekayasa Sipil*

(Vol. 14, No. 2), 90-98.

<https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/25469>

Utami E. B., dkk. 2020. "Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air pada Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Sekampung Bunut". Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (Vol. 8, No. 4), 777-786.
<https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/1567>