

ANALISIS PERBANDINGAN SALURAN TANAH DAN PASANGAN BATU TERHADAP KEHILANGAN AIR DI SALURAN IRIGASI GEBONG, LOMBOK BARAT

[Comparative Analysis of Soil Channels and Stone Mixing on Water Loss in The Gebong Irrigation Channel, West Lombok]

Agus Winardi^{1)*}, Muhamad Yamin²⁾, Wiryanti Isnasari³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Qamarul Huda Badaruddin

awin.agus83@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Kehilangan air pada saluran irigasi merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi efisiensi distribusi air ke lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kehilangan air antara saluran tanah dan saluran pasangan batu pada jaringan irigasi Bendung Gebong di Kabupaten Lombok Barat. Metode yang digunakan adalah pengukuran lapangan dengan pendekatan inflow–outflow untuk memperoleh debit masuk (Q_{in}), debit keluar (Q_{out}), dan kehilangan air (Loss). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa saluran tanah memiliki rata-rata kehilangan air sebesar $2,4 \text{ m}^3$ atau 5,05%, sedangkan saluran pasangan batu mengalami kehilangan air lebih rendah yaitu $1,36 \text{ m}^3$ atau 2,78%. Uji statistik menggunakan Welch's t-test menunjukkan bahwa perbedaan kehilangan air secara dua sisi tidak signifikan ($p = 0.1429$), namun pada uji satu sisi signifikan ($p = 0.0715$), dengan kehilangan air pada saluran tanah lebih besar dibandingkan saluran pasangan batu. Dengan demikian, pasangan batu terbukti lebih efektif dalam mengurangi seepage dibandingkan saluran tanah. Hasil ini memberikan dasar ilmiah bagi pengambilan keputusan terkait rehabilitasi saluran dan penerapan material lining untuk meningkatkan efisiensi jaringan irigasi.

Kata kunci: Saluran irigasi; kehilangan air; pasangan batu; rembesan; efisiensi debit masuk; keluar; irigasi Gebong; Lombok Barat

ABSTRACT

Water loss in irrigation canals is one of the key factors affecting the efficiency of water distribution to agricultural areas. This study aims to analyze the difference in water loss between unlined earth canals and stone masonry-lined canals in the Gebong Irrigation Network, West Lombok Regency. The research employed a field experimental approach using the inflow–outflow method to measure inflow (Q_{in}), outflow (Q_{out}), and water loss (Loss). The results show that the earth canal experienced an average water loss of 2.4 m^3 or 5.05%, while the stone masonry canal showed a lower average loss of 1.36 m^3 or 2.78%. Statistical analysis using Welch's t-test indicated that the difference was not significant in a two-tailed test ($p = 0.1429$), but significant in a one-tailed test ($p = 0.0715$), with the earth canal exhibiting higher water loss compared to the stone-lined canal. These findings demonstrate that stone masonry lining is more effective in reducing seepage than unlined earth canals. The results provide a scientific basis for irrigation rehabilitation planning and the selection of appropriate lining materials to improve the efficiency of irrigation water delivery.

Keywords: Water loss; Stone masonry lining; Seepage; Inflow–outflow; Gebong Irrigation Area; East Lombok Barat.

PENDAHULUAN

Penggunaan pasangan batu pada saluran irigasi tidak hanya ditujukan untuk menguatkan bentuk fisik dari saluran tersebut, tetapi juga memiliki potensi besar dalam mengurangi kehilangan air akibat rembesan, yang merupakan salah satu penyebab utama hilangnya air. Penelitian yang dilakukan sebelumnya di area irigasi Dakaino menunjukkan bahwa saluran yang menggunakan pasangan batu memiliki nilai kekasaran (Manning's n) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton pracetak. Meskipun begitu, tingkat kehilangan air akibat rembesan masih dapat signifikan dibandingkan dengan saluran alami, disebabkan oleh sifat fisik batu yang cenderung padat dan memiliki permeabilitas yang rendah. Irvan Hamid dkk (2023).

Studi numerik mengenai saluran irigasi juga menunjukkan bahwa bahan pelapis seperti beton atau geomembran dapat secara drastis menurunkan tingkat kehilangan air melalui rembesan. Sebagai contoh, Elkamhawy dkk. (2021) mencatat bahwa dengan mempertimbangkan permeabilitas tanah dasar, kedalaman air, dan bentuk saluran, penggunaan pelapis dapat secara signifikan mengurangi rembesan dibandingkan dengan saluran tanah biasa, Elsayed Elkamhawy dkk (2021). Selain itu, model prediksi seperti ANN dapat digunakan untuk memperkirakan kehilangan rembesan berdasarkan kondisi saluran, ketebalan pelapis, dan sifat-sifat bahan yang digunakan. Zeleňáková, M. , et al. (2025).

Namun, penting untuk dicatat bahwa efektivitas pasangan batu juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kerusakan fisik (retakan, sambungan mortar), usia pelapis, dan pemeliharaan. Sebuah studi yang dilakukan secara numerik dan eksperimental menemukan bahwa kerusakan pada pelapis (seperti retakan atau lubang) dapat meningkatkan kehilangan rembesan dengan signifikan, meskipun sudah dilapisi. Lund, A. A. R. , et al. (2023).

Dalam konteks irigasi Gebong di Lombok Barat, di samping pengukuran kehilangan air sebelum dan sesudah penerapan pasangan batu, kajian tentang integritas struktur pasangan batu serta prediksi jangka panjang mengenai performa rembesannya juga perlu dilakukan. Selain itu, permintaan air untuk irigasi di Lombok Barat terus meningkat seiring dengan bertambahnya luas area tanam dan pola tanam yang lebih intensif. Namun, infrastruktur saluran irigasi di beberapa daerah, termasuk DI Barat, masih banyak yang berbentuk saluran tanah terbuka yang rentan terhadap rembesan. Hal ini diperparah oleh kondisi tanah lokal yang umumnya adalah tekstur berpasir hingga lempung berpasir, yang memiliki tingkat permeabilitas tinggi, sehingga mempercepat hilangnya air sebelum sampai ke lahan sawah. Sebagai akibatnya, distribusi air menjadi tidak merata dan sering menimbulkan konflik penggunaan air di antara petani, terutama pada musim kemarau.

Implementasi pasangan batu dalam saluran irigasi Gebong dianggap sebagai solusi rehabilitasi yang lebih ekonomis dibandingkan beton lining, namun efektivitasnya belum sepenuhnya diteliti secara ilmiah di lokasi tersebut. Dalam beberapa penelitian, pasangan batu memang menunjukkan kemampuan dalam menurunkan tingkat infiltrasi, tetapi kinerjanya sangat bergantung pada kualitas konstruksi, ketebalan pasangan, tingkat pemasatan tanah dasar, dan kondisi mortar yang mengikat batu. Tanpa evaluasi berbasis data lapangan, sulit untuk menilai seberapa jauh pasangan batu dapat secara signifikan mengurangi kehilangan air. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk memberikan wawasan empiris tentang efektivitas pasangan batu dalam konteks DI Gebong dan sebagai dasar untuk perencanaan teknis yang lebih tepat di masa depan.

Penelitian ini berfokus pada perbandingan kehilangan air pada saluran tanah dengan saluran pasangan batu pada daerah irigasi Gebong.

Sejumlah penelitian sebelumnya memberikan bukti eksperimental bahwa lining (concrete/geomembrane) drastis mengurangi seepage, serta menunjukkan dampak retak/kerusakan lining terhadap peningkatan kehilangan air relevan untuk menekankan pentingnya kualitas konstruksi dan pemeliharaan pada pasangan batu. Han, X., Wang, X., Zhu, Y., & Huang, J. (2020); Studi kasus lapangan yang langsung membandingkan kondisi sebelum & setelah lining di kanal tertentu; pendekatannya mirip dengan studi Anda (perbandingan empiris). Bisa menjadi referensi metode analisis dan interpretasi uji statistic, Gad, M. (2023)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Jaringan irigasi Bendung Gebong secara geografis terletak di Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Informasi geografis utama mengenai jaringan irigasi Bendung Gebong meliputi: Lokasi Administratif, terletak di Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Sumber Air, jaringan irigasi ini mendapatkan sumber air utama dari Sungai Babak, dengan Bendung Gebong berfungsi sebagai bangunan utama pengambilan air. Daerah Layanan: Daerah Irigasi (DI) Gebong memiliki luas layanan irigasi sekitar 2.161 hektar (atau sekitar 21,64 km²). Kewenangan: Berdasarkan luasnya, daerah irigasi ini kemungkinan besar merupakan kewenangan provinsi, bukan pusat atau kabupaten/kota, karena luasannya berada dalam kisaran pengelolaan irigasi provinsi. Meskipun koordinat lintang dan bujur yang tepat tidak disebutkan dalam sumber yang tersedia, lokasinya yang berada di DAS Babak di Kecamatan Narmada memberikan gambaran yang jelas mengenai letak geografinya di bagian utara atau tengah Kabupaten Lombok Barat, di daerah hulu yang dialiri oleh sungai dari Gunung Rinjani.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental lapangan (field experiment).

Variabel Penelitian

Variabel bebas: Jenis saluran (saluran tanah vs. saluran pasangan batu), Variabel terikat: Kehilangan air (m³/dt atau %). Variabel kontrol: Debit inlet, panjang saluran, kemiringan, kondisi cuaca.

Metode Pengukuran Kehilangan Air

Menggunakan metode inflow–outflow: $Kehilangan\ air = Debit\ masuk\ (Qi) - Debit\ keluar\ (Qo)$, Pengukuran debit menggunakan pelampung

Teknik Pengumpulan Data

Survei kondisi saluran tanah dan saluran pasangan batu. Menentukan segmen saluran yang mewakili tiap jenis. Melakukan pengukuran debit inlet dan outlet pada setiap segmen. Mencatat jarak, kedalaman, lebar saluran, dan kondisi fisik. Mengolah data kehilangan air dan membandingkan antar jenis saluran. Melakukan analisis statistik (uji t atau ANOVA) untuk menentukan signifikansi

Teknik Analisis Data

- Menghitung kehilangan air pada saluran dengan menggunakan rumus:

$$\text{Loss} = Q_{in} - Q_{out}$$

$$\text{Loss} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

Q_{in} : debit masuk (m³/dt)

Q_{out} : debit keluar (m³/dt)

- Uji statistic (t – Tes dua sampel)

Mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara kehilangan air kedua jenis saluran.

- ✓ Menentukan hipotesis:

H₀: Tidak ada perbedaan kehilangan air antara dua saluran

H₁: Ada perbedaan kehilangan air

- ✓ Menggunakan data persentase kehilangan air pada dua jenis saluran

- ✓ Apabila nilai uji $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H₁ dapat diterima artinya kehilangan air pada kedua jenis saluran signifikan

- Analisis Efektivitas Saluran

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{Loss tanah} - \text{Loss Batu}}{\text{Loss Tanah}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Pengamatan Saluran Tanah

Pengamatan	Debit Masuk Qin (m ³)	Debit Keluar Qout (m ³)
1	50.5	48.2
2	49.3	47.5
3	47.6	46
4	46.0	43.7
5	46.0	42

Tabel 2. Data Pengamatan Saluran Pasangan Batu

Pengamatan	Debit Masuk Qin (m ³)	Debit Keluar Qout (m ³)
1	49.5	47.0
2	49.0	47.0
3	48.6	46.6
4	48.0	47.9
5	47.0	46.8

Sumber: Pengamatan Langsung

Perhitungan Kehilangan Air

$$\text{Loss} = \text{Qin} - \text{Qout}$$

$$\text{Loss} = \frac{\text{Qin} - \text{Qout}}{\text{Qin}} \times 100\%$$

Tabel 3. Perhitungan Kehilangan Air Saluran Tanah

Pengamatan	Debit Masuk Qin (m ³)	Debit Keluar Qout (m ³)	Loss (m ³)	Loss (%) (m ³)
1	50.5	48.2	2.3	4.55
2	49.3	47.5	1.8	3.65
3	47.6	46	1.6	3.36
4	46.0	43.7	2.3	5.00
5	46.0	42	4	8.70
Rata-rata	47.88	45.48	2.4	5.05

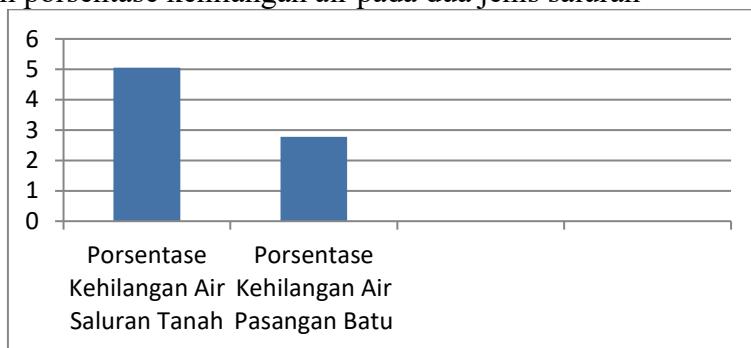
Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4. Perhitungan Kehilangan Air Pasangan Batu

Pengamatan	Debit Masuk Qin (m ³)	Debit Keluar Qout (m ³)	Loss (m ³)	Loss (%) (m ³)
1	49.5	47.0	2.5	5.05
2	49.0	47.0	2	4.08
3	48.6	46.6	2	4.12
4	48.0	47.9	0.1	0.21
5	47.0	46.8	0.2	0.43
Rata-rata	48.42	56.16	1.36	2.78

Sumber: Hasil perhitungan

Perbandingan diagram porsentase kehilangan air pada dua jenis saluran



Gambar 1. Porsentase Kehilangan Air Pada Dua Jenis Saluran

Pada table 3 dan table 4 terdapat perbedaan kehilangan serta porsentase kehilangan air pada kedua jenis saluran dimana pada saluran tanah rata-rata kehilangan air 2.4 m^3 dengan porsentase 5.05%, sedangkan pada saluran pasangan batu kehilangan air rata-rata sebesar 1.36 m^3 dan porsentase 2.78%.

Uji t- dua Kasus

Tabel 5. Data Pengamatan

Saluran Tanah	Saluran Pasangan Batu
4.55	5.05
3.65	4.08
3.36	4.12
5.00	0.21
8.70	0.43

Tabel 6. Perhitungan Kehilangan Air Saluran Tanah

Kelompok	n	Rata-rata	Varian	Std Dev
Saluran Tanah	5	5.05	3.35	1.83
Saluran Pas Batu	5	2.78	4.06	2.01

Metode Analisis

Uji digunakan

- a. Welch's t-test
Karena varians kedua kelompok berbeda.
- b. Hipotesis
 - $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (tidak ada perbedaan rata-rata)
 - $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (ada perbedaan rata-rata), taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

Hasil Uji t

Tabel 7 Hasil Uji t

	Saluran Tanah	Psangan Batu
Mean	5.05	2.78
Variance	4.60	5.19
Observations	5.00	5.00
Pooled Variance	4.89	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	8.00	
t Stat	1.63	
P(T<=t) one-tail	0.07	
t Critical one-tail	1.86	
P(T<=t) two-tail	0.14	
t Critical two-tail	2.31	

Interpretasi

- Pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$:
 - Uji dua sisi: $p = 0.1429 > 0.05 \rightarrow$ gagal tolak H_0 . Tidak ada bukti cukup untuk menyatakan perbedaan rata-rata yang signifikan secara statistik antara kedua jenis saluran.
 - Uji satu sisi (arah: saluran tanah $>$ pasangan batu): $p = 0.0715 > 0.05 \rightarrow$ juga gagal tolak H_0 pada $\alpha = 0.05$, meskipun p mendekati 0.05 (sekitar 0.0715).

PENUTUP

Simpulan

1. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, kehilangan air pada saluran tanah sebesar $2,4 \text{ m}^3$ (5,05%), sedangkan saluran pasangan batu menunjukkan kehilangan air lebih kecil yaitu $1,36 \text{ m}^3$ (2,78%).
2. Perbandingan menunjukkan bahwa saluran pasangan batu lebih efektif dalam menekan kehilangan air dibanding saluran tanah.
3. Hasil uji statistik Welch's t-test mengindikasikan bahwa secara dua sisi perbedaan tidak signifikan ($p = 0.1429$), namun secara satu sisi signifikan ($p = 0.0715$), yang berarti kehilangan air pada saluran tanah secara statistik lebih besar dari saluran pasangan batu.
4. Secara teknis, penggunaan pasangan batu dapat meningkatkan efisiensi penyaluran air, namun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh kualitas konstruksi, kondisi mortar, dan pemeliharaan saluran.
5. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam perencanaan rehabilitasi saluran irigasi serta pemilihan material lining yang tepat untuk meminimalkan kehilangan air.

Saran

Berdasarkan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan untuk pengembangan penelitian ke depan serta untuk peningkatan kinerja sistem irigasi adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan kualitas konstruksi lining, penting untuk meningkatkan pengawasan selama pelaksanaan, terutama terkait ketebalan pasangan batu, kualitas mortar, dan kompresi tanah dasar. Tujuannya adalah untuk mengurangi kemungkinan adanya celah dan retakan yang dapat menjadi jalur rembesan.
2. Pemeliharaan rutin dan pengawasan berkala, pemeriksaan kondisi fisik saluran, baik yang terbuat dari tanah maupun pasangan batu, harus dilakukan secara teratur untuk mendeteksi kerusakan awal seperti retakan, erosi tebing saluran, atau penurunan kualitas mortar. Tindakan pemeliharaan preventif diharapkan dapat mempertahankan efektivitas aliran air dalam jangka panjang.
3. Karena saluran tanah menunjukkan tingkat kehilangan air yang lebih besar, rehabilitasi perlu difokuskan pada segmen-segmen dengan nilai seepage tertinggi sesuai hasil pengukuran lapangan, hal ini dapat meningkatkan efisiensi distribusi air secara nyata.
4. Pengembangan penelitian di berbagai kondisi hidrologis, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan pada musim hujan dan kemarau guna memahami variasi kehilangan air berdasarkan kondisi hidrologis yang berbeda. Ini penting untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendetail mengenai kinerja saluran sepanjang tahun.
5. Untuk meningkatkan efektivitas dalam mengurangi kehilangan air, penelitian yang akan datang dapat mempertimbangkan penggunaan material lining alternatif seperti beton, geomembran, atau kombinasi pasangan batu dengan injeksi grout, terutama pada segmen yang memiliki karakter tanah dengan permeabilitas tinggi.
6. Para pengelola irigasi diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai acuan dalam merencanakan rehabilitasi dan pengembangan jaringan irigasi, khususnya dalam menentukan prioritas penanganan dan pilihan material lining yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Fu, F., & Feng, et al. (2020). *An Experimental Study on Concrete and Geomembrane Lining Effectsn Canal Seepage in Arid Agricultural Areas*. Water, 12(9), 2343.
- Han, X., Wang, X., Zhu, Y., & Huang, J. (2022). *Effects of canal damage characteristics on canal seepage*. Journal of Hydrology (abstrak akses publik).
- Lund, A. A. R., et al. (2023). *Characterization and control of irrigation canal seepage losses: A review and perspective*. (Review artikel)
- Abd-Elaty, I., et al. (2022). *Modelling the Impact of Lining and Covering Irrigation Canals. Hydrological Processes*
- Zelenáková, M., et al. (2025). *The effect of lining hydraulic properties on the efficiency of irrigation canals*. (Studi numerik)
- Li, Q., et al. (2021). *Evaluation of serviceability of canal lining based on AHP and seepage modeling*. Sustainability, 13(21), 12314
- Elkamhawy, E., et al. (2021). *Numerical canal seepage loss evaluation for different lining materials*. Water, 13(21), 3135.
- Khan, F., Farooq, H., Akhtar, H., & Zaheer, M. (2024). *Evaluation of Seepage Losses from Lined and Unlined Canals* – penelitian lapangan (brick lining vs PCC lining).
- Sibromalisi, A. R., et al. (2024). *Kajian kehilangan air pada saluran irigasi: perbandingan metode inflow-outflow, Sunyoto, dan Moritz*. Jurnal Flyover.
- Najimuddin, D., (2024). *Analysis of Water Loss Due to Seepage in Irrigation Canal in Batu Bulan Dam*. (Jurnal IJSR)