

Kajian Kehilangan Air Pada Saluran dengan Berbagai Metode (Studi Kasus: D.I. Cibaliung Kabupaten Pandeglang)

Achmad Rizqi Sibromalisi ^{1*}, Ratna Musa ², Mas'ud SAR ³

1*) PT. Innawa Presisi Konstruksi, Kota Tangerang, achmadrizqisibromalisi@gmail.com

2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Water is a vital natural resource for life on Earth, especially for humans and other living beings. In the context of irrigation, one of the major challenges is the water loss occurring in irrigation canals. This study aims to evaluate and compare various methods of calculating water loss in irrigation channels, using both direct and indirect approaches. The methods used in this research include direct measurement with the inflow-outflow system, as well as water loss estimation using the Sunyoto and Moritz methods. The research was conducted in the right primary irrigation channel of the Cibaliung Irrigation Area (D.I) in Cikeusik Subdistrict, Pandeglang Regency, Banten. The results showed that the inflow-outflow method resulted in a water loss of 22.31%, while the Sunyoto and Moritz methods resulted in 3.44% and 2.38% water loss, respectively. Based on this comparison, it can be concluded that the inflow-outflow method is more accurate in measuring water loss, while the Sunyoto and Moritz methods are more suitable for quick estimates or in conditions with limited field data.

Keywords: Cibaliung Irrigation Area, Inflow-Outflow, Irrigation Channels, Irrigation Efficiency, Moritz, Sunyoto, Water Loss.

Abstrak

Air adalah sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya di bumi. Dalam konteks irigasi, salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah kehilangan air yang terjadi pada saluran irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan berbagai metode perhitungan kehilangan air pada saluran irigasi, baik dengan pendekatan langsung maupun tidak langsung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengukuran langsung dengan sistem inflow-outflow, serta estimasi kehilangan air menggunakan metode Sunyoto dan Moritz. Lokasi penelitian dilakukan di saluran irigasi primer kanan Daerah Irigasi (D.I) Cibaliung di Kecamatan Cikeusik, Kabupaten Pandeglang, Banten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode inflow-outflow menghasilkan kehilangan air sebesar 22,31%, sementara metode Sunyoto dan Moritz masing-masing menghasilkan kehilangan air sebesar 3,44% dan 2,38%. Berdasarkan perbandingan ini, dapat disimpulkan bahwa metode inflow-outflow lebih akurat dalam mengukur kehilangan air, sementara metode Sunyoto dan Moritz lebih cocok digunakan untuk estimasi cepat atau pada kondisi yang memiliki keterbatasan data lapangan.

Kata kunci: Daerah Irigasi Cibaliung, Efisiensi irigasi, Inflow-outflow, Kehilangan Air, Moritz, Saluran irigasi, Sunyoto.

1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya alam paling berpengaruh dalam kehidupan makhluk hidup di bumi, terutama manusia. Bahkan dalam Islam, air dianggap sebagai hal utama yang diciptakan Allah sebelum menciptakan kehidupan di bumi, air menghidupkan semua makhluk yang ada di muka bumi. Allah menciptakan air dan menjadikannya sebagai asal kehidupan, seperti firmanNya “...Kami telah jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air” (Q.S.21:30 ; 24:45 dan 25:54), bahkan air juga memiliki peran dalam “menghidupkan” tanah (Q.S.2.164;22:5 dan 30:24). (Q.S Al-Anbiya:30)

Daerah Irigasi (D.I) Cibaliung di Kecamatan Cikeusik seluas 4.303 hektare yang terdiri dari Cibaliung Kiri seluas 1.810 ha dengan debit 2,73 m³/detik dan Cibaliung Kanan seluas 2.493 ha dengan debit 3,76 m³/detik. Bendung dan jaringan irigasi cibaliung kondisinya saat ini dalam keadaan baik namun belum mampu melayani seluruh areal persawahan yang ada di lokasi tersebut. Air yang mengalir dari saluran primer kesaluran sekunder dan tersier menuju kesawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah (BBWS Cidanau Ciujung Cidurian, 2023)

Kehilangan air di saluran irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kecepatan aliran, luas permukaan, kondisi lingkungan dan jenis saluran. Kehilangan air pada saluran terbuka merupakan masalah penting dalam pengelolaan sumber daya air. Diperlukan metode evaluasi untuk menentukan besarnya kehilangan. Terdapat dua pendekatan umum yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode Langsung merupakan pengukuran langsung debit masuk dan debit keluar. Metode Tidak Langsung merupakan Estimasi kehilangan berdasarkan parameter lain, seperti kelembaban tanah atau penguapan.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan mengkaji berbagai metode perhitungan kehilangan air tidak langsung dengan membandingkan kehilangan air metode langsung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang efektifitas penggunaan metode kehilangan air sehingga manfaat saluran irigasi dapat ditingkatkan.

2. METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di saluran irigasi primer kanan di cibaliung kabupaten pandeglang. Tempat penelitian ini berlokasi di Kecamatan Cikeusik, Kabupaten pandeglang, Provinsi Banten. Lokasi ini menjadi tempat dilaksanakannya penelitian atas pertimbangan sebagai berikut.

- Daerah irigasi cibaliung sangat bermanfaat untuk berkembangnya hasil pertanian masyarakat
- Dengan adanya peneiataan ini diharapkan nilai kehilanagn air dapat digunakan untuk keperluan teknis balai besar wilayah sungan cidanau cidurian

Bendung Cibaliung mulai dibangun pada tahun 1981 dan selesai dibangun tiga tahun kemudian. Kemudian dilanjutkan dengan pembangunan jaringan irigasi dan mulai dioperasikan pada tahun 1989. Lokasi daerah irigasi berada di Kecamatan Cikeusik dan Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. Jarak dari Serang Ibu kota provinsi Banten ke Kecamatan Cikeusik ± 114 km, Dari Kecamatan Cikeusik ditempuh melalui jalan nasional dengan kondisi baru dengan jarak tempuh ± 17 Km. Jalan inspeksi ke lokasi bendung berupa jalan perkerasan batu dengan kondisi rusak sepanjang ± 2 Km. Secara geografi, lokasi Daerah Irigasi Cibaliung terletak di: 06° 45' 30" LS - 105° 40' 30" BT s.d 06° 53' 30" LS - 105° 50' 00" BT.

Secara administrasi Daerah Irigasi Cibaliung berbatasan dengan:

- Sebelah Utara Kecamatan Munjul dan Kecamatan Panimbangan Kabupaten Pandeglang.
- Sebelah Selatan Samudra Indonesia.
- Sebelah Barat Kecamatan Malingping Kabupaten Lebak.
- Sebelah Timur Kecamatan Cimanggu Kabupaten Pandeglang.

Wilayah Daerah Irigasi memiliki tingkat suhu udara antara 26° C - 31° C dan kelembaban antara 50% - 75 % serta curah hujan rata-rata 255,28 mm / tahun. Keadaan topografi Daerah Irigasi Cibaliung termasuk daerah datar sampai berbukit-bukit. Kemiringan sebagian besar lahan (lebih dari 80 %) antara 0 - 8 % (datar), dan sebagian kecil antara 8 - 15 % (landai),

dengan ketinggian berada diantara + 47 m sampai dengan + 2 m di atas permukaan laut. Jaringan irigasi primer Cibaliung kiri, meliputi Desa Parungkokosan, Naggala, Cihunjuang, Cikeusik, Rancaseneng, dan Desa Sukaseneng.

DI Cibaliung di Kecamatan Cikeusik seluas 4.303 hektare (ha) yang terdiri dari Cibaliung Kiri seluas 1.810 ha dengan debit 2,73 m³/detik dan Cibaliung Kanan seluas 2.493 ha dengan debit 3,76 m³/detik.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian kehilangan air pada saluran irigasi:

1. Observasi Lapangan; Mengamati langsung kondisi saluran irigasi (fisik, kerusakan, kebocoran). Dokumentasi visual (foto/video). Mengukur debit air di titik awal dan akhir saluran untuk mengetahui kehilangan.
2. Pengukuran Langsung; Metode inflow-outflow: Mengukur debit masuk dan keluar menggunakan alat ukur debit (seperti current meter, alat Parshall flume, atau flowmeter).
3. Studi Dokumentasi; Mengambil data dari:
 - Balai atau dinas pengairan
 - Peta irigasi dan desain saluran
 - Data historis debit air dan curah hujan
 - Eksperimen / Simulasi

Jika memungkinkan, membuat saluran uji coba untuk mengetahui kehilangan air berdasarkan variabel tertentu (jenis tanah, pelapisan saluran, dll).

Berikut adalah metode analisis data khusus untuk kehilangan air pada saluran irigasi, yang umum digunakan dalam penelitian:

1. Analisis Inflow-Outflow (Debit Masuk - Debit Keluar)

$$\text{Kehilangan Air (Qh)} = Q_{in} - Q_{out} \quad (1)$$

Dimana

Q_{in} = Debit air di awal saluran (liter/detik atau m³/detik)

Q_{out} = Debit air di akhir saluran

Rumus Persentase Kehilangan:

$$\% \text{ Kehilangan Air} = [(Q_{in} - Q_{out}) / Q_{in}] \times 100\% \quad (2)$$

2. Analisis efisiensi saluran irigasi. Semakin besar efisiensi, semakin kecil kehilangan air. Berikut rumus efisiensi penyaluran air

$$\text{Efisiensi (\%)} = (Q_{out} / Q_{in}) \times 100\% \quad (3)$$

3. Analisis Statistik (Jika Ada Banyak Data Lokasi/Waktu)

Statistik Deskriptif: Menghitung mean (rata-rata), median, modus, dan standar deviasi dari kehilangan air di berbagai titik/lokasi. Regresi / Korelasi: Untuk mengetahui hubungan antara kehilangan air dengan faktor-faktor seperti jenis saluran, panjang saluran, jenis tanah, atau frekuensi pemeliharaan.

4. Analisis Perbandingan. Digunakan jika membandingkan berbagai metode kehilangan air

C. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, variabel bebas (independent variable) terdiri dari tiga metode pengukuran kehilangan air, yaitu metode pengukuran langsung sistem inflow-outflow, metode Sunyoto, dan metode Moritz. Ketiga metode ini digunakan sebagai pendekatan utama dalam menentukan besarnya kehilangan air pada suatu sistem distribusi atau saluran, di mana masing-masing memiliki prinsip, asumsi, dan teknik pengukuran yang berbeda.

Selanjutnya, terdapat beberapa variabel antara (intervening/proses) yang memengaruhi hubungan antara metode yang digunakan dan hasil pengukuran kehilangan air. Variabel-variabel ini meliputi proses pengukuran debit, yang menjadi tahapan kunci dalam semua metode, serta pengaruh kondisi saluran terhadap metode, seperti bentuk penampang, tingkat kebocoran, dan struktur saluran. Selain itu, ketelitian dan kepraktisan metode juga menjadi faktor penting, mengingat metode yang lebih sederhana dan praktis belum tentu memberikan hasil yang akurat. Faktor lingkungan seperti kondisi lapangan, termasuk cuaca, topografi, dan aksesibilitas, turut berpengaruh terhadap efektivitas dan efisiensi masing-masing metode saat diterapkan di lapangan.

Sementara itu, variabel terikat (dependent variable) dalam penelitian ini adalah tingkat kehilangan air yang dihasilkan dari masing-masing metode pengukuran. Hasil akhir dari pengukuran tersebut akan menunjukkan seberapa besar kehilangan air yang terjadi pada sistem yang diuji, sehingga dapat dibandingkan efektivitas dan akurasi dari ketiga metode yang digunakan. Dengan memperhatikan variabel-variabel antara yang memengaruhi proses pengukuran, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai keandalan tiap metode dalam kondisi lapangan yang berbeda.

D. Tahapan Penelitian

Penelitian ini secara garis besar dilaksanakan melalui empat tahap utama yang saling berkesinambungan. Tahap pertama adalah tahap persiapan, yang diawali dengan studi pustaka mengenai berbagai metode perhitungan kehilangan air untuk memahami prinsip dan karakteristik masing-masing pendekatan. Selain itu, dilakukan survei awal ke lokasi guna mengidentifikasi jaringan saluran irigasi yang terdiri dari saluran primer, sekunder, dan tersier. Pada tahap ini pula dilakukan penentuan segmen saluran yang akan dijadikan lokasi uji, serta perizinan dan koordinasi dengan instansi terkait untuk memastikan kelancaran pelaksanaan penelitian di lapangan.

Tahap kedua merupakan tahap perancangan penelitian, di mana peneliti menentukan tiga metode utama yang akan dibandingkan, yaitu metode pengukuran langsung sistem inflow-outflow, metode Sunyoto, dan metode empiris Moritz. Pemilihan metode ini didasarkan pada pertimbangan keilmuan serta relevansi penerapan di lapangan, sehingga

memungkinkan evaluasi komprehensif terhadap keandalan masing-masing dalam mengukur kehilangan air.

Setelah data diperoleh, penelitian memasuki tahap ketiga, yaitu tahap pengolahan dan analisis data. Pada tahap ini dilakukan perhitungan besarnya kehilangan air berdasarkan hasil pengukuran masing-masing metode, kemudian dihitung pula persentase kehilangan yang terjadi. Hasil dari ketiga metode tersebut kemudian dibandingkan secara kuantitatif, dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti tingkat akurasi, kemudahan penerapan, efisiensi waktu, dan biaya pelaksanaan. Untuk memperkuat hasil analisis, dilakukan uji statistik seperti ANOVA atau uji t guna mengetahui signifikansi perbedaan antara metode yang diuji, apabila data yang diperoleh bersifat kuantitatif.

Akhirnya, penelitian ditutup dengan tahap keempat, yaitu tahap kesimpulan dan rekomendasi. Pada tahap ini dirumuskan temuan utama berdasarkan hasil analisis, termasuk kelebihan dan kelemahan masing-masing metode. Rekomendasi juga diberikan kepada pihak terkait, baik dalam konteks akademik maupun praktis, sebagai masukan dalam memilih metode perhitungan kehilangan air yang paling sesuai dengan kondisi teknis dan sumber daya yang tersedia.

E. Metode Analisis Data

a) Metode Pengukuran Langsung

Sistem *inflow-outflow* neraca air bertujuan untuk mengidentifikasi kehilangan air dalam sistem distribusi dengan membandingkan volume air yang masuk dan keluar dalam suatu sistem. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung kehilangan air

$$\text{Kehilangan Air} = (Q_{in} - Q_{out}) \quad (4)$$

b) Metode Sunyoto

Metode yang dikembangkan oleh tim sunyoto digunakan untuk menghitung kehilangan air di saluran terbuka. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kehilangan air menurut sunyoto:

$$Q_{loss} = K \times A \times V \quad (5)$$

Keterangan:

K = Koefisien kehilangan air

A = Luas Permukaan saluran (m²)

V = Kecepatan saluran (m/s)

c) Metode Moritz

Besarnya kehilangan air pada saluran irigasi akibat rembesan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Moritz (USBR), sebagai berikut:

$$S = 0,035 C \sqrt{(Q/V)} \quad (4)$$

Dimana:

S = kehilangan akibat rembesan (m³/dt per km panjang saluran);

Q = debit, (m³/dt);

V = kecepatan (m/dt);

C = koefisien tanah rembesan (m³/detik)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Debit Saluran Saluran

Perhitungan debit dilakukan untuk mengetahui besarnya aliran air yang melewati suatu penampang saluran irigasi pada berbagai waktu pengamatan, baik di bagian hulu maupun hilir saluran. Sebagai contoh, pada pengukuran di hilir pada pagi hari, kecepatan aliran rata-rata yang diperoleh dari pengukuran pada kedalaman 0,2h dan 0,8h adalah sebesar 0,65 m/s. Dengan penampang saluran berbentuk trapesium yang memiliki lebar atas 4,00 meter, lebar bawah 3,81 meter, dan kedalaman air 0,54 meter, diperoleh luas penampang basah sebesar 2,1087 m². Menggunakan rumus debit, maka debit air yang mengalir di hilir pada pagi hari adalah sebesar 1,370655 m³/s. Perhitungan serupa dilakukan pada lokasi hulu dan hilir untuk waktu pagi, siang, dan sore, seperti ditampilkan dalam **Tabel 1** untuk memperoleh gambaran fluktuasi debit harian dan membandingkan kehilangan air antar segmen saluran.

Tabel 1 Data Perhitungan Debit

Lokasi	Waktu	V _{0,2h}	V _{0,8h}	V _{rata-rata}	A	Q
Hulu	Pagi	0,7	0,6	0,65	2,1087	1,370655
	Siang	0,6	0,6	0,6	2,0891	1,253505
	Sore	0,7	0,6	0,65	2,1087	1,370655
Hilir	Pagi	0,6	0,5	0,55	1,95	1,0725
	Siang	0,5	0,5	0,5	1,92	0,96
	Sore	0,6	0,5	0,55	1,95	1,0725

B. Kehilangan Air (Metode inflow-outflow)

Metode inflow-outflow merupakan salah satu pendekatan sederhana namun efektif untuk menghitung kehilangan air pada saluran irigasi. Prinsip dasar dari metode ini adalah membandingkan debit air yang masuk (di hulu) dengan debit air yang keluar (di hilir). Selisih antara keduanya dianggap sebagai jumlah kehilangan air yang terjadi sepanjang segmen saluran akibat rembesan, perkolasi, maupun kebocoran lainnya (Tim Penelitian Water Management IPB, 1993). Sebagai contoh dalam **Tabel 2**, pada pengukuran pagi hari, debit air di hulu tercatat sebesar 1,3706 m³/detik, sedangkan di hilir sebesar 1,0725 m³/detik. Maka, kehilangan air dihitung menggunakan rumus:

$$Q_{\text{kehilangan}} = Q_{\text{hulu}} - Q_{\text{hilir}} = 1,3706 - 1,0725 = 0,29815 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Tabel 2 Hasil Perhitungan Kehilangan Air Metode Inflow-Outflow

Waktu	Kecepatan hulu (m/det)	Kecepatan hilir (m/det)	Debit Hulu (m ³ /det)	Debit Hilir (m ³ /det)	Kehilangan Air Metode Inflow-outflow
Pagi	0,65	0,55	1,3706	1,0725	0,29815
Siang	0,6	0,5	1,2535	0,9600	0,29350
Sore	0,65	0,55	1,3706	1,0725	0,29815

Tabel 2 menyajikan hasil perhitungan kehilangan air menggunakan metode inflow-outflow berdasarkan pengamatan pada tiga waktu berbeda, yaitu pagi, siang, dan sore. Pada masing-masing waktu, kecepatan aliran air diukur di bagian hulu dan hilir saluran irigasi, kemudian

digunakan untuk menghitung debit. Selanjutnya, selisih antara debit hulu dan hilir menunjukkan besarnya kehilangan air. Hasilnya menunjukkan bahwa kehilangan air berkisar antara 0,2935 m³/detik hingga 0,29815 m³/detik. Nilai ini mencerminkan tingkat kehilangan yang relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa kondisi fisik saluran masih cukup baik dalam menjaga efisiensi aliran air.

C. Kehilangan Air Metode Sunyoto

Metode Sunyoto merupakan metode empiris yang digunakan untuk memperkirakan kehilangan air pada saluran irigasi, khususnya akibat rembesan melalui dinding atau dasar saluran. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah $Q_{\text{loss}} = K \times A \times V$, di mana K merupakan koefisien kehilangan air berdasarkan jenis konstruksi saluran, A adalah luas penampang basah (m²), dan V adalah kecepatan aliran (m/detik). Untuk saluran dengan pasangan batu, nilai K diambil sebesar 0,2 m/detik (**Tabel 3**). Sebagai contoh, pada pengukuran pagi hari, diketahui kecepatan aliran air sebesar 0,65 m/detik dan luas penampang 2,1087 m². Maka, kehilangan air dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{loss}} = 0,2 \times 2,1087 \times 0,65 = 0,0325 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan Kehilangan Air Metode Sunyoto

Waktu	Kecepatan (m/det)	A (m ²)	Kehilangan Air Metode Sunyoto
Pagi	0,65	2,1087	0,0325
Siang	0,6	2,0891	0,0300
Sore	0,65	2,1087	0,0325

Tabel 3 menampilkan hasil perhitungan kehilangan air menggunakan metode Sunyoto pada tiga waktu pengamatan yaitu pagi, siang, dan sore. Perhitungan dilakukan berdasarkan kecepatan aliran dan luas penampang air yang tercatat pada masing-masing waktu. Dengan menggunakan nilai K sebesar 0,2 m/detik sesuai jenis saluran pasangan batu, diperoleh hasil kehilangan air berkisar antara 0,0300 hingga 0,0325 m³/detik. Rata-rata kehilangan air dari metode ini sebesar 0,031667 m³/detik, yang menunjukkan bahwa rembesan pada saluran relatif kecil dan masih dalam batas toleransi teknis untuk saluran irigasi dengan kondisi fisik seperti di lokasi studi.

D. Kehilangan Air Metode Moritz

Metode Moritz (USBR) merupakan pendekatan empiris yang digunakan untuk memperkirakan kehilangan air akibat rembesan pada saluran irigasi, terutama pada saluran yang telah menggunakan konstruksi permanen seperti pasangan batu. Rumus yang digunakan adalah $S = 0,035 \times C \times \sqrt{(Q/V)}$, di mana S adalah kehilangan air dalam m³/detik per kilometer saluran, C adalah koefisien berdasarkan jenis bahan saluran, Q adalah debit aliran, dan V adalah kecepatan aliran. Nilai koefisien C untuk saluran berbahan pasangan batu diambil sebesar 0,9. Sebagai contoh perhitungan **Tabel 4**, pada pagi hari, debit air sebesar 1,370655 m³/det dan kecepatan aliran 0,65 m/det menghasilkan kehilangan air sebesar:

$$S = 0,035 \times 0,9 \times \sqrt{(1,370655 / 0,65)} = 0,04574 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Tabel 4 Hasil Perhitungan Kehilangan Air Metode Moritz

Waktu	Kecepatan (m/det)	Debit (m ³ /det)	Nilai C	Kehilangan Air Metode Moritz
Pagi	0,65	1,370655	0,9	0,04574
Siang	0,6	1,253505	0,9	0,04553
Sore	0,65	1,370655	0,9	0,04574

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan kehilangan air berdasarkan metode Moritz pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Meskipun debit dan kecepatan aliran mengalami sedikit perubahan di setiap waktu pengamatan, nilai kehilangan air yang dihitung tetap relatif stabil di kisaran 0,0455 hingga 0,0457 m³/detik. Hal ini mencerminkan bahwa pada saluran permanen seperti Saluran Irigasi Cibaliung Kiri yang menggunakan pasangan batu, tingkat rembesan tergolong rendah dan tidak signifikan terhadap efisiensi aliran. Rata-rata kehilangan air berdasarkan metode ini adalah sebesar 0,04567 m³/detik, menunjukkan konsistensi dan kestabilan performa saluran dalam mengendalikan rembesan.

E. Perbandingan Kehilangan Air

Kehilangan air pada saluran pada pengukuran pagi, siang, dan sore hari masing-masing adalah 0,0149 m³/det, 0,0151 m³/det, dan 0,0149 m³/det atau rata-rata kehilangan air 0,0150 m³/det dengan efisiensi reratanya adalah 90,06%. Kehilangan air yang terjadi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sedangkan evaporasi sepanjang saluran sangat kecil sebesar 0.0000179 m³/det dan tidak terlalu berpengaruh pada kehilangan air, sehingga faktor fisik saluran yang menyebabkan adanya air yang hilang dalam perjalanannya. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sebagian dasar saluran telah tergerus sehingga air hilang disebabkan oleh rembesan secara vertikal. Saluran primer 2, kehilangan air yang terjadi pada masing-masing waktu pengukuran juga tidak ada perbedaan yang signifikan yaitu 0.0025 m³/det (pagi), 0.0026 m³/det (siang), dan 0.0023 m³/det (sore) dengan rata – rata secara keseluruhan adalah 0.0025 m³/det.

Tabel 5 Efisiensi Perbadningn Berbagai Metode

Waktu	Kehilangan Air		
	Inflow outflow	Sunyoto	Morotz
Pagi	21,7527%	2,3711%	3,3373%
Siang	23,4147%	2,3933%	3,6322%
Sore	21,7527%	2,3711%	3,3373%

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis, kehilangan air pada jaringan irigasi Cibaliung Kiri menunjukkan variasi yang signifikan antar metode, yakni sebesar 22,31% dengan metode inflow-outflow, 3,44% dengan metode Sunyoto, dan 2,38% dengan metode Moritz. Perbedaan ini mencerminkan karakteristik dasar dari masing-masing metode. Metode inflow-outflow dianggap memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi karena secara langsung membandingkan debit masuk dan keluar berdasarkan data lapangan yang aktual. Sebaliknya, metode Sunyoto dan Moritz lebih bersifat estimatif karena sangat bergantung pada nilai koefisien yang mewakili kondisi saluran, terutama rembesan dan penguapan, tanpa mempertimbangkan fluktuasi debit aktual secara langsung. Oleh karena itu, inflow-outflow lebih cocok digunakan untuk kajian operasional, sementara Sunyoto dan Moritz lebih sesuai untuk estimasi cepat atau kondisi dengan keterbatasan data lapangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, T., Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Akibat Perubahan Tata Guna Lahan. *Jurnal Flyover*, 2(2), 66–75. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I2.1343>
- Adrian, K., & Nur, H. (2018). Tinjauan analisis efisiensi pemberian airIndramayu.Triadmodjo, B. (2014). Hidrologi terapan. Yogyakarta: Beta Offset.Triadmodjo, B. (2017). Hidraulika 1. Yogyakarta: Beta Offset.
- Agr. Water Manag., 97 (2010), pp. 801-810, 10.1016/j.agwat.2009.12.014 View articleView in ScopusGoogle Scholar
- Agus S, 2015. Analisis Efisiensi Pemberian Air di Jaringan Irigasi Karau Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung*.
- Ahmad A, Anton A dan Syahroni, 2013. Kajian Efektifitas dan Efisiensi Jaringan Irigasi Terhadap Kebutuhan Air Pada Tanaman Padi (studi kasus irigasi kaiti samo kecamatan rambah kabupaten rokan hulu). *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengairan. Riau*.
- Akkuzu, 2012E. AkkuzuUsefulness of empirical equations in accessing canal losses through seepage in concrete-lined canalJ. Irrig. Drain. Eng., 138 (2012), pp. 455-460, 10.1016/(ASCE)IR.1943-4774.0000414View in ScopusGoogle Scholar
- Akmal, Masimin dan Ella M, 2014. Efisiensi Irigasi Pada Petak Tersier di Daerah Irigasi Lawe Bulan Kabupaten Aceh Tenggara. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh*.
- Alam, M. and Bhutta, M., (2004). "Comparative Evaluation of Canal Seepage Investigation Techniques". *Agricultural Water Management*, 66(1), 65–76.
- Ambler, J.S., 1991. Irigasi di Indonesia. LP3ES, Jakarta.Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. Standar Perencanaan Irigasi. DepartemenPekerjaan Umum, CV. Galang Persada, Bandung.
- Andriani Asarah Bancien,Dewi Sri Jayanti, T.Frijal. Efisiensi Penyaluran Air Irigasi BKA Kn 16 Lam Raya Daerah Irigasi Krueng Aceh *Jurnal RonaTeknik Pertanian*, Volume 8, Nomor 1, April 2015.
- Bunganaen, W, 2011. Analisis Efisiensi dan kehilangan Air Pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana*, Vol 1, No 1.
- Direktorat Pengelolaan Air, 2010.Jaringan Irigasi. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian. Jakarta.
- E. Hansen, Vaughn, dkk., 1992, DasarDasar dan Praktek Irigasi, Erlangga, Jakarta.
- Garg, Satnosh Kumar. 1981. *Irrigation Engineering and Hydraulick Struktres*. Khana Publisher. Naik Sarak. Delhi.
- Hadi S, Imam W dan Soedarsono, 2016. Analisis Efisiensi Jaringan Saluran Irigasi D.I Kabuyutan Studi Kasus: Kabupaten Brebes. *Jurnal Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang*.
- Hasan, M. 2005. *Bangunan Irigasi Dukung Ketahanan Pangan*. Majalah Air, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Hidayat, M. I., Hadi, A. K., & Musa, R. (2022). Kelayakan Proyek Pembangunan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi (DI) Teko Kabupaten Sinjai. *Jurnal Flyover*, 2(2), 86–98. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I2.1346>
- International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), (1968). "Controlling Seepage Losses from Irrigation Canals". *Worldwide survey*, New Delhi, India.
- Kartasapoetra, A.G., dan M. Sutedjo, 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Bumi Aksara.
- Kasnawawi, Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Perbaikan Alur Sungai Akibat Debit Banjir. *Jurnal Flyover*, 2(1), 48–55. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.871>
- Kurniawati, A., Musa, R., Mallombassi, A., & Wellang, M. (2021). Kajian Debit Banjir di Wilayah Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Grafik Creager. *Jurnal Flyover*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.755>
- Leigh, E., 2014. Evaluation of Methods for Predicting Seepage losses Rates for the Hard Lined Irrigation Canals of the Lower Rio Grande Valley of Texas.
- Maddi, H. C., Musa, R., & Ashad, H. (2021). Kajian Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Waduk Regulasi. *Jurnal Flyover*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.658>
- Mohamad, I., Musa, R., & Ashad, H. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Petugas Operasi dan Pemeliharaan dalam Pengelolaan Operasi Jaringan Irigasi. *Jurnal Flyover*, 1(2), 48–59. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.750>

- Rizal, R. (2023). Kajian Potensi Pemanfaatan Air Tanah Berdasarkan Data Geolistrik Resistiviti untuk Air Baku. *Jurnal Flyover*, 3(2), 120–128. <https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1637>
- Soewarno. (2000). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. Bandung: PT. Nova.
- Soothar, R., Mirjat, M., Mangrio, M., Chandio, A. and Leghari, N., (2015). “Estimating Seepage Losses in Different Size of Earthen Watercourses at Farm Level”. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 31(1), 81–92.
- Sudjarwadi, 1987. *Teknik Sumberdaya Air*. Diktat kuliah Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1990. *Teori dan Praktek Irigasi*, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM. Yogyakarta
- Sunaryo, 2016. *Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Primer, Sekunder dan Tertier Daerah Irigasi Rentang Kabupaten Indramayu, Jawa Barat*. [Tesis]. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Suyono Sosrodarsono, 1976. “Hidrologi untuk pengairan” Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Jakarta.
- Swamee, P.K., Mishra, G.C. and Chahar, B.R., (2000). “Design of Minimum Seepage Loss Canal Sections”. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 126(1), 28–32.
- Zhang, Q., Chai, J., Xu, Z. and Qin, Y., (2016). “Investigation of Irrigation Canal Seepage Losses through Use of Four Different Methods in Hetao Irrigation District”. *China. Journal of Hydrologic Engineering*, 22(3), 05016035